

montré que les exploitations peuvent économiser considérablement l'eau sans trop réduire la production de nourriture, en particulier sous les climats secs. Les principales stratégies sont l'irrigation au goutte-à-goutte, le paillage et la réduction des pertes d'eau. Une autre piste consiste à favoriser l'agriculture dite «pluviale», c'est-à-dire qui ne dépend que de l'eau de pluie et ne nécessite donc pas d'irrigation.

Avec les engrais, un ajustement dans les deux sens est impératif. Certains endroits sont trop pauvres en nutriments et fournissent donc une faible production agricole, tandis que d'autres en sont trop riches et sont source de pollution. Les engrais ne sont presque jamais utilisés à la «bonne dose». Notre analyse montre les points chauds sur la planète, notamment en Chine, dans le Nord de l'Inde, au centre des États-Unis et dans l'ouest de l'Europe, où les exploitations pourraient réduire l'utilisation d'engrais sans diminuer (ou très peu) la production alimentaire: 10% des terres arables sont à elles seules responsables de 30 à 40% de la pollution par les engrais agricoles.

Parmi les mesures envisagées figurent des politiques et des incitations économiques, comme la rétribution des agriculteurs pour la gestion et la protection de l'eau des bassins hydrographiques, une réduction de l'utilisation d'engrais, un recyclage des nutriments en excès... La restauration de zones humides augmenterait aussi leur capacité à filtrer les engrais des eaux de ruissellement, et limiter ainsi la contamination de l'eau.

Enfin, là encore, une réduction du labour limiterait l'appauvrissement du sol, tout comme l'agriculture de précision (application d'engrais et d'eau seulement quand et où c'est nécessaire) et les techniques de culture biologique.

Nos deux dernières recommandations ont trait à la consommation. D'abord, si les récoltes servaient plus à nourrir directement les humains et moins à engraisser le bétail, on augmenterait considérablement la disponibilité mondiale de nourriture sans perturber l'environnement.

En moyenne, si l'on adoptait des régimes entièrement végétaux, on gagnerait jusqu'à 3×10^{15} calories supplémentaires chaque année, soit une augmentation de 50% de la production actuelle. Même de petits changements de régime alimentaire, comme de remplacer le bœuf nourri aux céréales par de la volaille ou du porc, sont très bénéfiques.

Ensuite, la réduction du gaspillage est indispensable. Près de 30% de la nourriture produite est jetée, perdue, gâtée... Dans les pays riches, la plupart des déchets se retrouvent en bout de chaîne, dans les poubelles. De simples changements dans nos habitudes, par exemple réduire les portions, seraient utiles.

Dans les pays plus pauvres, les pertes sont du même ordre de grandeur, mais ont lieu chez

le producteur: pertes de récoltes, stocks ravagés par des nuisibles, infrastructures défectueuses... Ce sont autant de leviers sur lesquels agir pour réduire ces déchets de façon appréciable.

Sans imaginer une irréaliste suppression totale des déchets de la ferme à la table, des efforts ciblés, notamment pour réduire les déchets des aliments les plus consommateurs de ressources, comme la viande et les produits laitiers, feraient une grande différence.

Notre stratégie en cinq points aiderait à faire face à de nombreux défis de sécurité alimentaire et environnementaux. Ensemble, les différentes mesures préconisées augmenteraient la disponibilité de nourriture à l'échelle mondiale de 100 à 180% tout en diminuant considérablement les émissions de gaz à effet de serre, les pertes de biodiversité, l'utilisation de l'eau et sa pollution. Pour ce faire, il est important que ces cinq points (et peut-être plus) soient mis en œuvre ensemble.

UN SYSTÈME EN RÉSEAU

Pour faire de ce nouveau système agricole responsable une réalité, prenons les meilleures idées de la révolution verte et de l'agriculture à l'échelle industrielle, d'une part, et de la culture biologique et des systèmes alimentaires locaux, d'autre part. Et créons un réseau de systèmes agricoles locaux, adaptés au climat, aux ressources en eau, aux écosystèmes et à la culture de chaque région, reliés par des moyens efficaces de commerce international et de transport.

Un des dispositifs de soutien de ce nouveau système alimentaire pourrait être l'équivalent du programme LEED (*Leadership in energy and environmental design*). Ce système nord-américain de standardisation pour la construction de bâtiments à haute qualité environnementale attribue des niveaux de certification aux bâtiments en fonction des options vertes intégrées. De même, pour une agriculture durable, des notes seraient attribuées aux aliments en fonction de leur valeur nutritionnelle, environnementale, sociale... Cette certification donnerait des informations plus précises que les labels alimentaires actuels, tels «local» ou «biologique», qui n'apprennent en réalité pas grand-chose sur ce que nous mangeons. Ainsi renseigné, le consommateur pourrait évaluer les coûts et bénéfices de différentes méthodes agricoles.

Les principes et pratiques de nos différents systèmes agricoles (à grande échelle ou locaux, biologiques ou non...) fournissent les fondements pour répondre aux besoins de sécurité alimentaire et environnementaux du monde. Nourrir durablement près de 10 milliards de personnes en 2050 sera l'un des plus grands défis de notre civilisation. La façon dont nous le relèverons déterminera son sort. Mais la bonne nouvelle est que l'on peut le relever! ■

QUELQUES CHIFFRES

■ Alors que les rendements agricoles avaient augmenté de 65% entre 1965 et 1985, ils n'ont augmenté que de 20% entre 1985 et 2005.

■ En Europe et en Amérique du Nord, seuls 40% des récoltes sont destinés à la consommation humaine, contre 80% en Afrique et en Asie.

■ 75% des terres agricoles, soit 3,7 milliards d'hectares, sont utilisées pour l'élevage: 350 millions d'hectares de cultures céréalières pour nourrir les animaux, et 3,38 milliards d'hectares de pâturages et de prés.

■ Au cours des 50 dernières années, l'utilisation des engrais a quintuplé.

■ Chaque année, 5 à 10 millions d'hectares de forêt tropicale disparaissent au profit de l'agriculture.

BIBLIOGRAPHIE

G. DE MARSILY, Will we soon run out of water?, *Annals of Nutrition & Metabolism*, à paraître, 2021.

J. BRADFIELD ET AL., Is global dietary change an effective strategy to curb climate change?, *BMJ Nutr. Prev. Health.*, vol. 3(2), pp. 121-122, 2020.

M. EISENSTEIN, Natural solutions for agricultural productivity, *Nature*, vol. 588(7837), pp. S58-S59, 2020.

R. ANDERSON ET AL., Climate change and the need for agricultural adaptation, *Curr. Opin. Plant. Biol.*, vol. 56, pp. 197-202, 2020.

O. MORA ET AL., Exploring the future of land use and food security: A new set of global scenarios, *Plos One*, vol. 15(7), art. e0235597, 2020.

JEAN-FRANÇOIS SILVAIN



Sans pollinisateurs, nous devons nous passer de fruits !

Doit-on craindre que les insectes ne disparaissent ?

Jean-François Silvain : Oui, bien sûr, même si tous les insectes ne sont pas soumis aux mêmes menaces. Chacun peut constater que les populations de certaines espèces liées aux humains, comme les poux ou les punaises de lit, ou celles qui exploitent nos nourritures, comme les ravageurs des cultures, ou encore celles vectrices de maladies, tels les moustiques, ne disparaissent pas, loin de là ! Dans le même temps, on sait que d'autres populations d'insectes – papillons, coléoptères, abeilles... – donnent des signes d'effondrement.

Lesquels ?

Jean-François Silvain : Ceux qui sont assez âgés se souviennent que dans les années 1980, un voyage sur l'autoroute obligeait à nettoyer son pare-brise toutes les quelques dizaines de kilomètres, parce qu'il se constatait tellement d'insectes écrasés que l'on ne voyait plus bien à travers. Aujourd'hui – chacun le constate – un conducteur peut franchir des centaines de

BIO EXPRESS

1980

Directeur de l'unité Diversité, écologie et évolution des insectes tropicaux (DEET) de l'IRD.

2008-2013

Président du Conseil scientifique de la FRB (Fondation pour la recherche sur la biodiversité).

2014-2020

Président de la FRB.

kilomètres sans rencontrer ce problème: les insectes volants semblent donc avoir largement disparu.

Il ne s'agit pas là d'une constatation scientifique...

Jean-François Silvain : Certes, mais elle n'en est pas moins extrêmement significative puisque faite par des centaines de millions de gens à travers toute l'Europe. Et les entomologistes ont aussi commencé à caractériser le phénomène à l'échelle européenne et à l'échelle mondiale.

Vous faites notamment allusion à une étude allemande qui a eu un fort retentissement ?

Jean-François Silvain : Oui, à l'analyse dirigée par Caspar Hallman, de l'université de Radboud, aux Pays-Bas, des résultats de la Société d'entomologie de Krefeld, en Allemagne. Elle a révélé que même dans les aires protégées allemandes, la biomasse des insectes volants a décliné des trois quarts en vingt-sept ans. C'est énorme !

Pour la situation mondiale, j'évoque de préférence la métaanalyse réalisée par Francisco Sánchez-Bayo, de l'université de



Il y a encore trente ans, des gens se plaisaient à dire que les insectes survivraient à l'humanité

Sydney, et Kris Wyckhuys, de celle de Brisbane, en Australie. Ces chercheurs ont dépouillé pas moins de 653 travaux scientifiques afin de dégager une vision d'ensemble de la situation des populations d'insectes à travers le monde. Leur article met clairement en évidence un déclin mondial, qui – je les cite – «pourrait conduire à l'extinction de 40% des espèces d'insectes du monde au cours des décennies à venir.»

Vous attendiez-vous à une telle ampleur ?

Jean-François Silvain : Même si j'étais très conscient des menaces qui pèsent sur les insectes pollinisateurs, je ne m'attendais pas à voir ce constat étendu à l'ensemble des insectes, car j'étais sous l'influence des idées reçues du passé. Il y a encore trente ans, des gens se plaisaient à dire que les insectes survivraient à l'humanité. Le règne des arthropodes était vu comme robuste, ubiquitaire et capable de résister à tout. Certains vantaient la résistance des blattes, capables d'endurer des radiations et de survivre à une guerre nucléaire. Difficile alors d'imaginer que les activités humaines, après avoir entraîné un effondrement de populations de poissons, de mammifères marins, de vertébrés terrestres, causeraient aussi celui de grandes populations d'insectes.

Que se passera-t-il concrètement si les insectes deviennent rares, voire disparaissent ?

Jean-François Silvain : Une raréfaction sévère, voire une disparition, entraînerait l'effondrement des réseaux trophiques : en clair, de beaucoup des chaînes

alimentaires dont font partie les oiseaux et mammifères insectivores, sans oublier les poissons et les amphibiens qui vivent d'insectes dans les milieux humides. Cette situation semble unimaginable, mais si les insectes disparaissaient, une très grande partie de la vie animale des milieux terrestres serait fortement affectée.

Et s'agissant de la vie végétale ?

Jean-François Silvain : Les conséquences seraient majeures aussi. Je me réfère là au dernier rapport sur la pollinisation et la production alimentaire de l'IPBES, la plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques. Il y est rappelé que les animaux pollinisateurs – il s'agit d'oiseaux, de chauve-souris, voire de petits primates, mais surtout d'insectes volants – contribuent à la pollinisation de près de 90% des plantes à fleurs.

Pour se rendre compte de ce que cela signifie, rappelons que les angiospermes, c'est-à-dire les plantes à fleurs, représentent 90 à 96% de la biodiversité végétale ! Certes, elles pratiquent aussi l'autopollinisation et la pollinisation par le vent, mais tandis que la première ne produit pas de brassage génétique, la deuxième est plus aléatoire comparée à la pollinisation animale.

Alors, si les insectes, dont les interactions avec les plantes sont multiples et ne se limitent pas à la pollinisation, disparaissaient, cela entraînerait des modifications majeures des écosystèmes terrestres, modifications dont il est difficile d'imaginer aujourd'hui l'ampleur. Mieux vaut ne pas en arriver là...

Et quelles en seraient les incidences sur le monde agricole ?

Jean-François Silvain : Il nous faudrait nous passer du plaisir de consommer des fruits et nous habituer à nous nourrir surtout de céréales ! Car, effectivement, toutes les récoltes ne dépendent pas de la pollinisation animale. Les céréales, par exemple, sont pollinisées par le vent. Pour autant, nous savons que 35% de nos récoltes dépendent au moins en partie des pollinisateurs, à commencer par les insectes. Concrètement, cela signifie que les productions de près d'une centaine de fruits, graines et autres noix dépendent à des degrés divers des pollinisateurs, et leur rôle nutritif est important, puisque, depuis cinquante ans, la production agricole de ces aliments a augmenté de 300%. Alors, si les pollinisateurs disparaissaient, nous souffririons non seulement de la faiblesse de certaines récoltes, mais aussi de la raréfaction d'aliments cruciaux pour une alimentation saine.

Par exemple ?

Jean-François Silvain : En France, la production de kiwis, de melons, de pastèques dépend à 95% des pollinisateurs, celle des pommes à 65%, celle des aubergines à 25% comme celles des groseilles, des figues, des fraises, des tournesols... Au-delà des impacts sur la nutrition, les conséquences économiques seraient considérables : on a calculé que le service rendu en France par les pollinisateurs a une valeur comprise entre 2,3 et 5,3 milliards d'euros, soit de 5,2 à 12% de la valeur des productions végétales françaises dépendantes de la pollinisation. Au niveau mondial, la partie

