

page ci-contre). Il s'agit d'un bac à compost entièrement grillagé où sont déposés les légumes attaqués par les mouches et contenant donc leurs œufs et leurs larves. Les mouches adultes qui émergent restent piégées par le grillage. En revanche, les guêpes parasitoïdes, plus petites, entrent et sortent à leur guise, afin en particulier de pondre dans les larves des mouches. La population de ces guêpes augmente mécaniquement à proximité immédiate du champ, d'où elles contribuent à réduire les effectifs des mouches des légumes dans la culture même. Avec l'utilisation massive d'insecticides seule, les atteintes de mouches des légumes affectent en moyenne 40% des récoltes et parfois 100%; elles sont inférieures à 20% avec ces nouvelles pratiques.

L'ESPACE-TEMPS AGRICOLE

À la diversification dans l'espace peut s'ajouter celle dans le temps. Les rotations des cultures, des pratiques anciennes renouvelées par l'agroécologie contemporaine, en sont aujourd'hui un pilier. Le principe est de semer chaque année dans une parcelle des plantes différentes selon un cycle de 3 à 10 ans. En décalant le début de rotation sur des parcelles voisines, chaque parcelle est à un stade différent de la rotation et portera une culture différente de sa voisine. Ainsi la diversification temporelle à l'échelle de la parcelle s'accompagne d'une diversification spatiale à l'échelle du paysage. L'efficacité des rotations repose sur leur longueur, supérieure à cinq ans, et sur leur diversité. Celle-ci repose sur des critères de choix variés et raisonnés en fonction des objectifs de l'agriculteur. L'idée est d'alterner au fil des années des plantes de différentes familles et n'ayant donc pas les mêmes exigences nutritionnelles ni les mêmes bioagresseurs, des plantes qui se sèment à différentes périodes de l'année, des plantes qui fertilisent les sols et des plantes exigeantes, des plantes sensibles à la compétition des adventices et d'autres qui le sont moins, comme la luzerne et le sarrasin (elles sont dites «nettoyantes»).

Les rotations interdisent à des bioagresseurs spécialisés de s'installer durablement dans les parcelles, car leur cycle de vie est perturbé, leur source de nourriture disparaissant d'une année sur l'autre. Ce sont donc des leviers agronomiques puissants de diversification et de réduction des pesticides, déjà largement utilisés en agriculture biologique.

L'une des difficultés réside dans le choix des espèces. En effet, même s'il paraît pertinent à un agriculteur d'insérer une plante peu habituelle dans sa rotation (cameline, lupin, pois carré...), de nombreux freins peuvent l'en empêcher. D'abord, la documentation et le

L'AGROÉCOLOGIE REVIENT À PROMOUVOIR UNE BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE CHOISIE ET À FAVORISER DES FLUX DE MATIÈRE LOCALISÉS

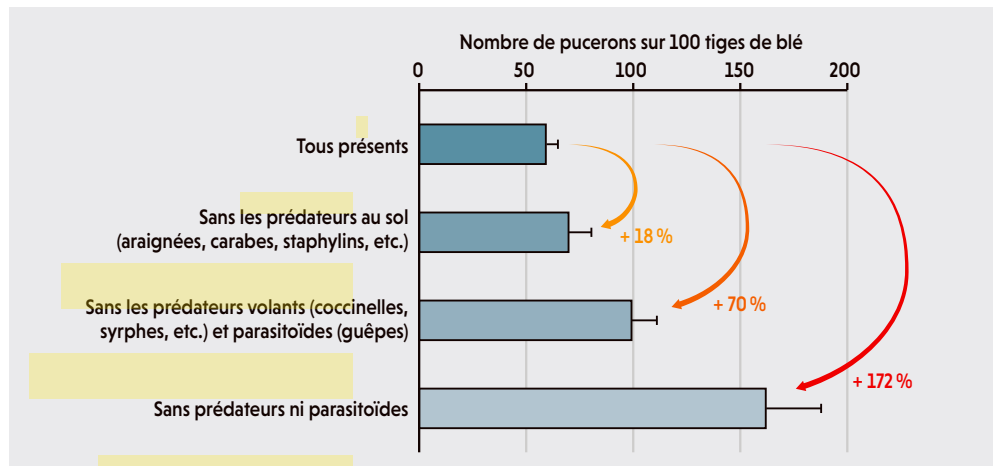
savoir-faire technique sur les espèces mineures sont beaucoup moins riches que pour les espèces dominantes. Ensuite les variétés de semences disponibles pour commencer la culture sont peu diversifiées et parfois mal adaptées au contexte local. Puis lors de la vente de la récolte, l'ensemble des acteurs en aval n'ont pas toujours les moyens logistiques et industriels économiquement viables pour accueillir de petits volumes de nombreuses espèces différentes. Enfin, un marché suffisant reste à créer pour ces cultures.

La diversification temporelle concerne aussi la période d'interculture. Les quelques semaines à quelques mois séparant la récolte d'une culture principale et le semis de la suivante peuvent être mis à profit. Le principe est d'exploiter des ressources disponibles (surface, lumière, nutriments...) pour agir positivement sur les paramètres de production ou environnementaux de la parcelle. La culture n'est souvent pas récoltée, mais détruite sur place. Par exemple, une culture de moutarde prélèvera dans le sol l'azote résiduel, évitant ainsi la pollution des nappes et cours d'eau voisins. En ajoutant une légumineuse, cette culture en mélange enrichira doublement le sol superficiel en azote.

D'autres plantes absorbent plus spécifiquement certains éléments nutritifs du sol et les rendent disponibles aux cultures suivantes à mesure qu'elles se décomposent : les brassicacées (choux, colza, moutarde, cresson...) pour le soufre, le sarrasin et la phacélie pour le phosphore, le tournesol pour le potassium. Ces effets s'ajoutent à d'autres, notamment antinématodes phytophages (moutarde blanche et phacélie) ou attraction des pollinisateurs (sarrasin et phacélie).

D'ailleurs en couvrant le sol en permanence, la biomasse produite apporte de multiples avantages complémentaires. La couverture de matière organique limite l'érosion, maintient l'humidité, et sert de gîte et de couvert à une faune et flore fongique et bactérienne diversifiées. Les lombrics dits «anéciques» en particulier enfouissent progressivement ces couverts végétaux et contribuent à augmenter la teneur en humus du sol tout en libérant lentement les éléments nutritifs mobilisés. Leurs galeries verticales favorisent l'infiltration de l'eau et l'enracinement des cultures suivantes. En augmentant la teneur en matière organique du sol, ces couverts favorisent également une meilleure utilisation de l'eau, les humus se comportant comme des éponges, et le stockage du carbone à moyen terme. Une métaanalyse a montré que les lombrics augmentent la production de 25% en moyenne. Enfin, la couverture permanente ➤

Plus les espèces auxiliaires sont nombreuses et complémentaires, plus elles sont efficaces, par exemple contre les pucerons du blé d'hiver. Dans des parcelles expérimentales, à l'université de Göttingen, en Allemagne, des expérimentateurs ont retiré différentes catégories d'auxiliaires et ont observé les effets sur le parasite.



- des sols entrave les adventices, soit directement en occultant la lumière, soit en abritant une faune se nourrissant de leurs graines.

C'EST LA LUTTE... BIOLOGIQUE

En agroécologie, les alliés sollicités ne sont pas uniquement des végétaux. Dans un système simplifié, les ennemis naturels des bioagresseurs sont peu nombreux, voire absents. Pour ces auxiliaires, le manque de site d'hivernage et de ressources alimentaires alternatives leur impose une reconquête de la parcelle *ex nihilo* chaque année. Les bioagresseurs qui bouclent leur cycle de vie sur place ont alors évidemment une longueur d'avance. La lutte biologique par conservation propose de restaurer des espaces semi-naturels à proximité des parcelles agricoles de façon à favoriser les ennemis naturels des cultures.

Par exemple, le sureau noir, un arbuste commun des haies européennes, abrite une espèce de puceron, le puceron noir, qui épargne les autres cultures. La présence de sureaux en bord de parcelles agricoles maintient sur place la faune diversifiée des prédateurs de pucerons (coccinelles, chrysopes, guêpes parasitoïdes...) qui se tourneront le cas échéant vers d'autres espèces de pucerons présentes dans les cultures. Les syrphidés, par exemple, sont des mouches rayées très communes, faciles à reconnaître par leur capacité à voler sur place. Les femelles adultes volent sans difficulté sur plusieurs centaines de mètres depuis les bords vers l'intérieur d'un champ pour pondre dans une colonie de pucerons (voir la photo page ci-contre) qu'elles repèrent à l'odeur. Là, les larves s'attaqueront aux indésirables, chacune en consommant 300 à 800 pour mener à terme son développement. Les adultes, eux, se nourrissent de nectar et de pollen et engendrent jusqu'à huit générations par an. On imagine l'efficacité d'un tel traitement antipucerons! Mais il est

inapplicable à une parcelle cultivée simplifiée, faute de conditions nécessaires au maintien des syrphes sur place. En effet, la présence de fleurs (pour les adultes) et de pucerons (pour les larves) est souvent très ponctuelle.

Aussi le maintien des syrphes passe-t-il par des plantes réservoir de pucerons, comme le sureau, et la présence permanente de fleurs entomophiles, *via* par exemple des bandes de fleurs aux floraisons étalées en bord de champ, une prairie fleurie à proximité ou encore une haie offrant des fleurs de la fin de l'hiver (noisetier, saule) à la fin de l'automne suivant (lierre). Cette flore diversifiée nourrira nombre de pollinisateurs pour les cultures et suffisamment d'insectes pour alimenter oiseaux et autres prédateurs contribuant aussi à leur présence à proximité de la parcelle. Ces oiseaux joueront à leur tour un rôle d'auxiliaire si besoin vis-à-vis, par exemple, des chenilles.

Cette proximité des insectivores avec les cultures est aujourd'hui favorisée par l'installation dans les vergers et les vignes de nichoirs à mésanges, celles-ci s'attaquant par exemple au carpocapse, un papillon dont la chenille (le «ver» de la pomme) détruit les fruits.

Pour limiter la concurrence des adventices sur les cultures, la favorisation d'auxiliaires efficaces complète avantageusement les leviers agronomiques déjà cités (rotation, cultures compétitives...). À ce titre, un groupe important de coléoptères, les carabes, est particulièrement intéressant, car certaines espèces sont granivores. Elles consomment jusqu'à 4000 graines d'adventices par mètre carré, soit jusqu'à 50% du stock de graines présent dans le sol, épuisant ainsi d'année en année le réservoir. Ces insectes ont besoin de bandes enherbées permanentes pour passer l'hiver et se reproduire et ne peuvent pas parcourir plus de quelques dizaines de mètres dans le champ à partir de leurs refuges. D'où l'importance de laisser des bordures de champ à la flore