



AGRICULTURE ET BIODIVERSITÉ

MOBILISER ET FAVORISER LA BIODIVERSITÉ
DANS LES SYSTÈMES AGRICOLES

SOMMAIRE

#1	5	#4	35
INTRODUCTION		ACCUEILLIR LA BIODIVERSITÉ SUR SON EXPLOITATION	
QU'EST-CE QUE CE GUIDE?	5	BORDS DE CHAMPS, BANDES ENHERBÉES, JACHÈRES FLEURIES	35
#2	11	LISIÈRES DE BOIS ET HAIES	40
ACCUEILLIR LA BIODIVERSITÉ SUR SON EXPLOITATION : LES GRANDS PRINCIPES		MARES, MOUILLÈRES ET POINTS D'EAU	47
LES POLLINISATEURS	12	LE BÂTI	49
LES PRÉDATEURS, PARASITES ET PARASITOÏDES	13	#5	53
LES INGÉNIEURS DU SOL	14	CONCLUSION	
#3	17		54
PRÉSERVER ET METTRE À PROFIT LA BIODIVERSITÉ : LES PRATIQUES AGRICOLES GAGNANT-GAGNANT		RESSOURCES UTILES	
L'AGRICULTURE DE CONSERVATION DES SOLS	17		56
LA DIVERSIFICATION DES PRODUCTIONS	20	COMPLÉMENTS ET RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES	
LA POLYCLTURE-ÉLEVAGE	24		
LA DIMINUTION DES INTRANTS	29		

Directeur général : Nicolas Bauquet
Directeur général adjoint,
coordination des études : Sébastien Alavoine
Agence régionale de la biodiversité :
Jonathan Flandin, directeur
Étude réalisée par : Olivier Renault
Mise en page réalisée par : Olivier Cransac
Cartographie réalisée par : Sylvie Castano
Médiathèque/Photothèque : Inès Le Mélédo
Crédit photo de couverture : Ophélie Ricci/ARB ÎdF

Référence bibliographique à utiliser : O. Renault, Agriculture et biodiversité, mobiliser et favoriser la biodiversité dans les systèmes agricoles/Agence régionale de la biodiversité en Île-de-France, L'Institut Paris Region, 2024.
ISBN 978 2 7371 2278 1

L'Institut Paris Region
15, rue Falguière 75740 Paris Cedex 15
01 77 49 77 49

ÉDITO

Nul mieux qu'un agriculteur ne connaît l'immense valeur de la biodiversité, pour son cadre de vie autant que pour son activité productive, centrée sur le vivant. Dans le combat pour le maintien et la reconquête de la biodiversité en Île-de-France, nos agriculteurs sont en première ligne pour lutter contre l'artificialisation des espaces agricoles, naturels et forestiers, et pour adapter leurs pratiques aux enjeux actuels.

C'est dans cette optique que l'Agence régionale de la biodiversité en Île-de-France a élaboré le présent livret ainsi qu'un court clip pédagogique, qui représentent sa contribution au projet collaboratif MOBIDIF¹. Ce projet, piloté par Agrof'Île et subventionné par le Programme national de développement agricole et rural, propose aux agriculteurs franciliens un outillage à la fois théorique et pratique leur permettant de s'appuyer sur la biodiversité pour renforcer les performances agronomiques, économiques, environnementales et sociales de leur exploitation.

Principalement fondé sur le partage d'expérience et sur la formation des agriculteurs par leurs pairs, MOBIDIF organise des journées techniques mêlant apports scientifiques et retours d'expérience concrets, ainsi que des ateliers de re-conception d'itinéraires techniques visant à s'approprier les concepts avant de se tourner vers l'action.

Dans ce monde qui s'annonce, où les incertitudes climatiques et les menaces géopolitiques se conjuguent, les agriculteurs jouent un rôle protecteur essentiel de notre souveraineté alimentaire, comme de notre patrimoine naturel.

J'espère que ce guide comblera celles et ceux qui souhaitent mobiliser davantage les pratiques agroécologiques, ainsi que tous les curieux désireux de mieux connaître les liens entre le monde agricole et la nature.

L'ARB-îdF se tient à leurs côtés pour les accompagner dans la préservation des terres et des paysages agricoles, qui constituent près de la moitié de la surface de l'Île-de-France.



Jonathan FLANDIN,
directeur de l'Agence régionale de la biodiversité
d'Île-de-France

1. Mobiliser la biodiversité pour atteindre la multi performance des exploitations agricoles en Île-de-France.
Voir <https://www.arb-idf.fr/article/le-programme-mobidif-mobiliser-et-proteger-la-biodiversite-dans-les-exploitations-agricoles-franciliennes/>
Pour visionner le clip : <https://www.arb-idf.fr/article/agriculture-et-biodiversite-cultivons-avec-la-nature-2021/>
(consulté le 15 juin 2023).

PRÉFACE

Les tableaux sombres des derniers mois ne sont pas réjouissants. Le coût de l'énergie flambe et se répercute sur le prix des intrants agricoles, dont les engrais de synthèse. Le gazole pèse de plus en plus lourd sur les charges des fermes. Le changement climatique est désormais devenu notre réalité quotidienne à travers des aléas de plus en plus courants. Gels tardifs, fortes pluies et inondations, canicules et sécheresses précoces et longues, impactent régulièrement les productions et leurs producteurs.

Pourtant, les alertes sur ces risques sont récurrentes depuis l'époque de René Dumont, et force est de constater que notre agriculture n'est pas adaptée à ces perturbations. Plus les sols sont appauvris en matières organiques et dégradés, moins ils parviennent à encaisser ces situations extrêmes. Les paysages agricoles, en Île-de-France comme ailleurs, sont vulnérables, et manquent de résilience.

Cependant, partout en France et dans le monde, des solutions sont étudiées, expérimentées, mises en place par les agriculteurs depuis de nombreuses années, démontrant l'intérêt que revêt la biodiversité pour soutenir les processus de production agricole. Remplacer l'usage d'intrants de synthèse et l'énergie fossile en mobilisant les services écologiques rendus par les écosystèmes est le concept de base de l'agroécologie : fixation symbiotique de l'azote, régulation naturelle des ravageurs, stabilisation des sols, infiltration de l'eau... sont autant de processus qui contribuent à la bonne réalisation des cycles cultureux et d'élevage.

Nous avons souhaité proposer aux agriculteurs franciliens le projet MOBIDIF pour qu'ils bénéficient des connaissances acquises par les chercheurs et par leurs pairs quant à la mise en place de pratiques agroécologiques sur les fermes. Les solutions pour combiner productivité et qualité, et préservation de la biodiversité et des autres ressources naturelles existent. La biodiversité a un rôle à jouer pour soutenir les agroécosystèmes, et il nous appartient désormais de valoriser toutes les strates végétales, de l'herbe à l'arbre, en association avec l'élevage, pour construire les paysages fertiles et comestibles de demain.

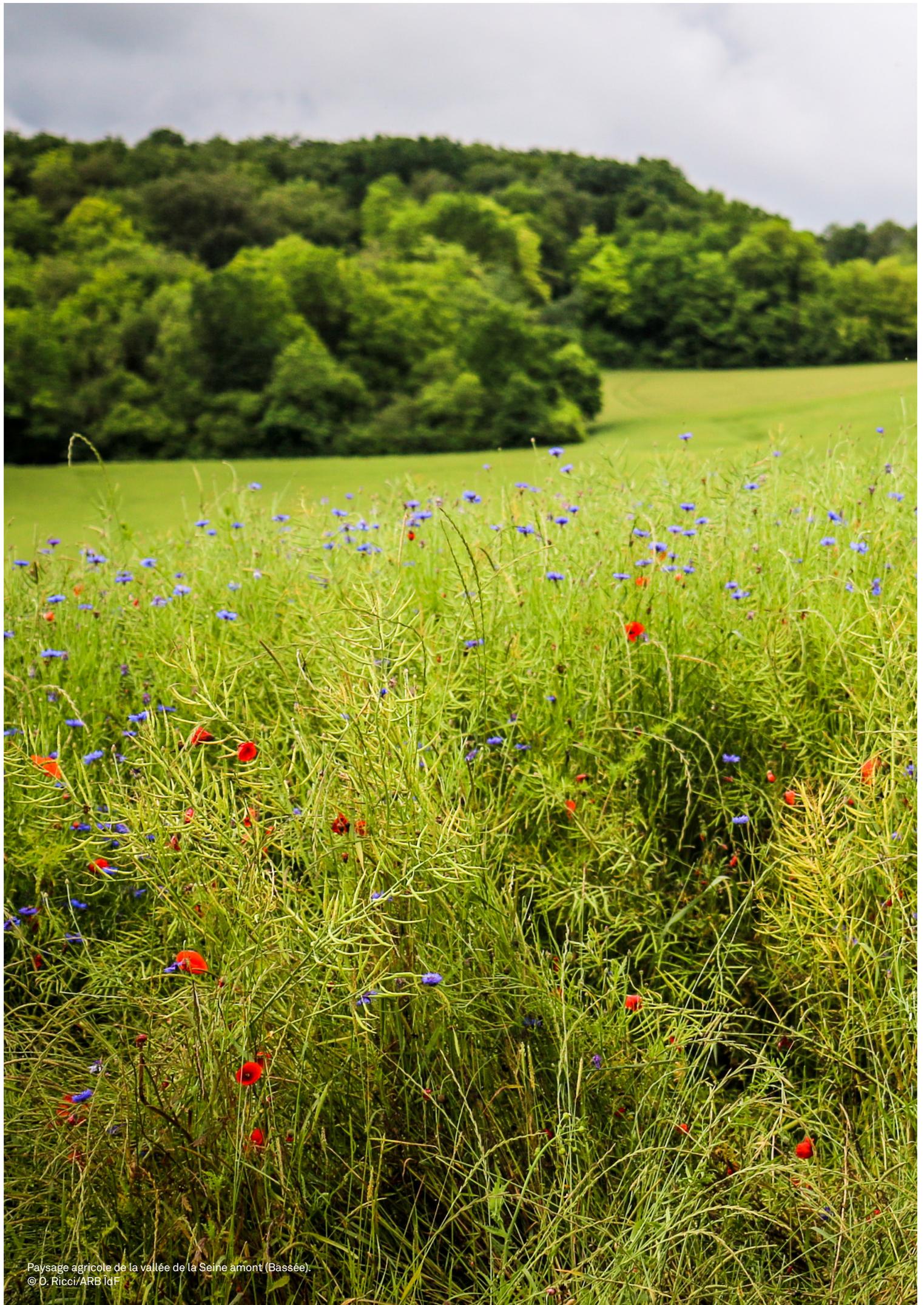
Ce guide a vocation à expliquer la biodiversité, les mécanismes qui aboutissent à la réalisation des services écosystémiques ainsi qu'à présenter les pratiques et techniques agricoles qui veillent à préserver la biodiversité, qu'elle soit agricole, patrimoniale, fonctionnelle ou remarquable. Nous espérons qu'il inspirera les agriculteurs installés, et les générations d'agriculteurs à former.

Agriculture paysanne, biologique, de conservation des sols, agroforesterie, biodynamie, régénérative... Les voies à expérimenter sont nombreuses, et chaque agriculteur se construira

sa propre trajectoire vers l'agroécologie, selon son contexte écologique, son territoire, ses connaissances et compétences, ses possibilités structurelles et financières... L'agriculture collective et les échanges entre pairs sont de puissants catalyseurs de mutation agroécologique. C'est pour contribuer à dynamiser cette émulation que l'association Agrof'île s'est constituée il y a quelques années maintenant.



Valentin VERRET,
chef de projet MOBIDIF
Association Agrof'île (agroforesterie et sols vivants
en Île-de-France), organisme chef de file du programme MOBIDIF



Paysage agricole de la vallée de la Seine amont (Bassée).
© O. Ricci/ARB IdF

INTRODUCTION

QU'EST-CE QUE CE GUIDE ?

L'objectif de ce guide est d'aider les agriculteurs à mieux comprendre l'intérêt de la biodiversité pour la pérennité et l'efficacité de la production agricole, afin qu'ils puissent au quotidien utiliser cette biodiversité tout en la préservant sur leur exploitation.

Il constitue l'une des productions du projet interdisciplinaire MOBIDIF (mobiliser et protéger la biodiversité dans les exploitations agricoles franciliennes) dont il s'attache à résumer les travaux. On y trouvera çà et là des encarts « **ressources pour aller plus loin** » qui renvoient vers d'autres ressources bibliographiques, mais aussi vers la page internet du projet[3] qui rassemble les témoignages vidéo de chercheurs et d'agriculteurs, ainsi que des fiches synthétiques portant sur les sujets suivants :

- Biodiversité cultivée et spontanée au service de la vigne – 12 novembre 2020 ;
- Vergers-maraîchers – 2 février 2021 ;
- Arbres et élevage : les éleveurs franciliens face au mur climatique – 11 février 2021 ;
- Associations de cultures – 11 et 14 juin 2021 ;
- Eco-pastoralisme – 8 octobre 2021 ;
- Agriculture biologique de conservation des sols – 30 novembre 2021 ;
- Infrastructures agroécologiques – 7 et 10 janvier 2022 ;
- Agroforesterie et arbres fruitiers – 24 et 25 février 2022.

L'agriculture francilienne en quelques chiffres

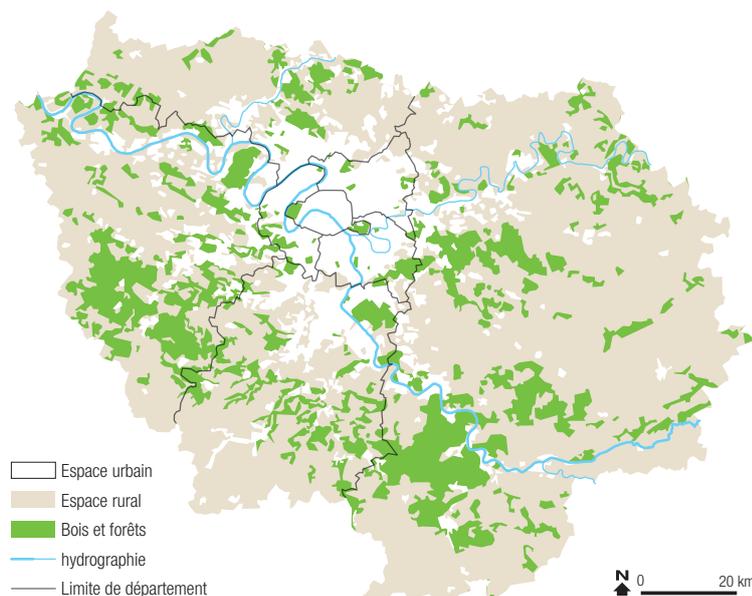
L'espace agricole s'étend sur 47 % de la surface de l'Île-de-France. Agir en faveur de la biodiversité agricole, c'est donc favoriser le vivant sur presque la moitié du territoire. S'inscrivant dans la tendance nationale, le nombre d'exploitations agricoles franciliennes est en déclin. Le nombre d'exploitations agricoles est passé de 5 026 à 4 425 entre 2010 et 2020 (-12 %) et la surface agricole utile par exploitation est passée, sur la même période, de 113 à 127 hectares.

La contribution de chaque surface ou cheptel à la production brute standard permet de classer les exploitations selon leur spécialisation ou orientation technico-économique (OTEX – voir chiffres et carte ci-dessous). En Île-de-France, la majorité des exploitations est orientée vers les grandes cultures (79 % des exploitations, mais 92 % de la surface agricole utile), majoritairement vers la production de blé. On observe toutefois une redynamisation du maraîchage et, dans une moindre mesure, de la viticulture, tandis que l'élevage continue de diminuer (hors filière volailles qui se porte bien).

30 % des actifs agricoles franciliens ont plus de 60 ans. 24 % des actifs agricoles sont des femmes.

Le nombre d'exploitations en bio a augmenté de 286 % entre 2010 et 2020 et le nombre d'exploitations vendant en circuits courts de 22 % sur la même période.

OCCUPATION DES SOLS EN ÎLE-DE-FRANCE



Sources : Mode d'occupation des sols de L'Institut Paris Region ; Agreste mémento 2020 ÎdF ; Recensement agricole 2020 - premiers résultats.

CHIFFRES CLÉS



GRANDES CULTURES
3 485 EXPLOITATIONS



HORTICULTURE, MARAÎCHAGE
310 EXPLOITATIONS



VITICULTURE
19 EXPLOITATIONS



FRUITS
53 EXPLOITATIONS



BOVINS
56 EXPLOITATIONS



OVINS, AUTRES HERBIVORES
152 EXPLOITATIONS



PORCINS, VOLAILLES
40 EXPLOITATIONS



POLYCULTURE, POLYÉLEVAGE
289 EXPLOITATIONS

Qu'est-ce que la biodiversité? Pourquoi la préserver?

La biodiversité englobe la diversité du vivant au sens large – *bios* signifie « la vie » en grec ancien. Ce terme regroupe trois niveaux de diversité dont :

- la diversité des milieux naturels et/ou plus ou moins anthropisés, que l'on appelle « écosystèmes » (biodiversité écosystémique) : forêts, prairies, milieux humides, landes, déserts, etc., incluant par conséquent les écosystèmes agricoles ;
- la diversité des espèces que l'on trouve dans ces écosystèmes (biodiversité spécifique) : chênes, roseaux, amanites, bactéries, vers de terre, araignées, papillons, guêpes, truites, chauves-souris, colza, moutons, etc. ;

- la diversité des gènes au sein de chaque espèce (biodiversité génétique, liée à l'ADN) : variétés de blé, de betterave, races animales, etc.

On pourrait donc comparer la biodiversité à un système de poupées russes emboîtées les unes dans les autres. Toutefois, cette analogie n'est pas suffisamment précise parce que ces trois niveaux sont en interactions permanentes. Ainsi, la biodiversité constitue un système dynamique, évolutif, qui ne doit pas être résumé à une simple collection d'espèces. Ces espèces vivent et évoluent sans cesse, s'adaptent aux conditions changeantes de leur habitat – notamment grâce à leur diversité génétique – interagissent les unes avec les autres à travers des relations de concurrence, de prédation, de symbiose, etc. (Figure 1).

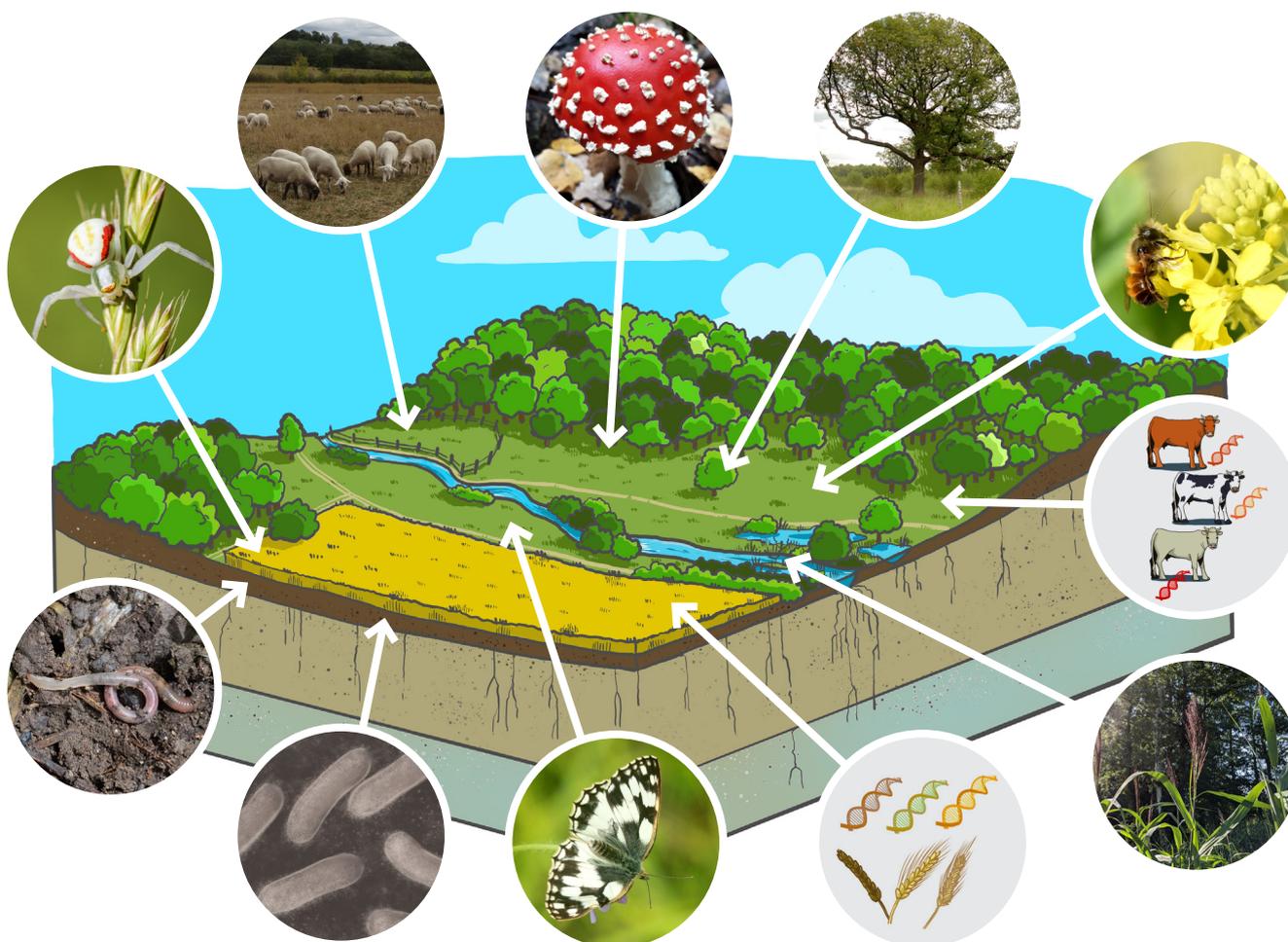


FIGURE 1 La biodiversité regroupe la diversité des milieux de vie, celle des espèces qu'ils abritent, ainsi que celle du patrimoine génétique de ces espèces. Elle se définit aussi par la diversité des relations que les êtres vivants ont établies entre eux et avec leur environnement.
© M. Zucca/ARB ÎdF - O. Renault/ARB ÎdF - L. Dewulf/ARB ÎdF - Agrof'île - B. Honoré - O. Ricci/ARB ÎdF

Lorsqu'ils ne sont pas perturbés, ces trois niveaux de biodiversité produisent des fonctions (échanges gazeux, formation de l'humus, photosynthèse, par exemple) dont les humains tirent des « services » (stockage de carbone, régulation de l'eau, production de biomasse, par exemple) et ce, de manière gratuite. Ce sont les services dits « écosystémiques » ou « écologiques ». À titre d'exemple, la biodiversité purifie notre air et notre eau, fabrique des sols fertiles, joue un rôle dans la régulation des épidémies ou dans celle des températures (voir encadré « les services écosystémiques » ci-dessous).

Aujourd'hui, la biodiversité est largement menacée, au niveau mondial comme au niveau local. En mai 2019, la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) indiquait qu'un million d'espèces animales et végétales – soit une espèce sur huit – était menacée de disparition à brève échéance sur la planète[5]. En mars 2021, la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) montrait, en se fondant sur le bilan de 13 années d'évaluation, que sur 13 842 espèces évaluées, 187 espèces ont disparu de France, et que 2 430 sont menacées à plus ou moins long terme, parmi lesquelles de nombreux oiseaux, reptiles et amphibiens, ainsi qu'un grand nombre d'invertébrés[6]. Cette érosion de la biodiversité présage de la perte des services écosystémiques précédemment mentionnés.

Quel rapport avec l'agriculture ?

Depuis le néolithique, la biodiversité contribue au développement de l'agriculture : pollinisation par les insectes (les trois quarts des cultures mondiales de fruits ou de graines cultivés pour l'alimentation humaine dépendent au moins en partie de l'action des pollinisateurs[7]), contrôle des ravageurs, formation et amélioration des sols, perméabilité à l'eau et rétention des terres cultivées, filtration des polluants, soin et bien-être des animaux d'élevage, digestion des ruminants, production de combustible ou de fibres textiles, etc.

Dans la seconde moitié du siècle dernier, pour mettre fin aux pénuries agricoles d'après-guerre et au manque de paysans disparus au combat, l'agriculture occidentale s'est engagée dans un processus de stimulation de la production, accompagnée par les politiques nationales et européennes (loi d'orientation agricole, politique agricole commune, révolution verte). L'intensification de la productivité par hectare et par actif agricole a été atteinte en développant des pratiques combinant recours à la mécanisation, usage d'intrants de synthèse (engrais et produits phytopharmaceutiques) et spécialisation régionale des productions (élevage de porcs en Bretagne, grandes cultures dans le Bassin parisien, par exemple)[8] (Figure 2).

Ces changements de pratiques ont simplifié et homogénéisé les paysages agricoles : agrandissement des parcelles, drainage, retournement de prairies, suppression des éléments fixes tels que rus et fossés, chemins ruraux, mares, arbres isolés, haies, prés-ver-

LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

L'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, commandée par l'ONU en 2005, a classé les services rendus par la biodiversité en quatre catégories :

- les services de support sont les services qui concourent aux grands processus de fonctionnement des écosystèmes : le cycle de l'eau, de l'azote, du carbone, de l'oxygène (photosynthèse), la formation des sols, etc.
- les services d'approvisionnement sont impliqués dans la production de nourriture (agriculture, pêcheries...), de fibres (laine, coton, lin...), de bois (chauffage, papier, mobilier, construction...), d'énergie (pétrole, biomasse...), etc.
- les services de régulation assurent le contrôle des maladies, des ravageurs, des inondations, ou encore la purification de notre eau et la pollinisation des fruits et des légumes.
- Enfin, les services culturels alimentent les activités de loisirs telles que les promenades à pied, à vélo ou à cheval, la pêche et la chasse, la cueillette (noix, baies, muguet, champignons...), l'observation de la nature, le ressourcement, le bien-être psychologique et spirituel...

À noter : le concept de « service écosystémique » doit être utilisé avec précaution et suscite des critiques car il sous-tend une logique utilitariste (voire monétariste) de la nature. Il faut distinguer logique de protection de la biodiversité et logique de gestion des services écosystémiques, qui ne se superposent pas nécessairement. Certes, la biodiversité peut offrir de multiples services écosystémiques mais elle ne saurait être réduite à cela. Une telle approche pourrait conduire à des dérives pour maximiser un ou plusieurs services en faisant fi de l'intégrité des écosystèmes (par exemple, développement de monocultures pour la séquestration de carbone, surdéveloppement des ruches au détriment des pollinisateurs sauvages, etc.). Il est important de rappeler que la protection de la biodiversité renvoie avant tout à des considérations éthiques dépourvues de tout utilitarisme. Plutôt que de se demander pourquoi protéger la biodiversité, le champ de l'éthique se demande « à quoi bon la détruire ? » [4].



FIGURE 2 « Les côtes du Vésinet » (Yvelines) peint par Camille Pissarro en 1871. Aujourd'hui, en Île-de-France, engrais et machines ont majoritairement remplacé les animaux aux champs. © Musée d'Orsay, Paris, France/Bridgeman Images

gers, etc. Les races animales et variétés végétales ont été standardisées, aboutissant à une réduction de la diversité génétique cultivée[9]. En Île-de-France, où les grandes cultures représentent 79 % des surfaces cultivées, l'élevage et la production régionale de fumiers et autres amendements organiques ont fortement décliné. Ces évolutions ont permis à notre agriculture des gains de productivité sans précédent, mais ont aussi conduit à des atteintes environnementales, avec des effets négatifs sur la qualité de l'eau (pollutions par les nitrates, phosphates et pesticides), le climat, les sols[10], et *a fortiori*, sur la biodiversité[11].

Cette modernisation a aussi et encore des conséquences sur l'évolution du nombre d'agriculteurs. En témoignent les résultats du dernier recensement général agricole qui dévoile la perte de 100 000 exploitations agricoles entre 2010 et 2020 à l'échelle nationale[12].

Forts de ces divers constats, de nombreux agriculteurs prennent davantage conscience de leur dépendance au vivant et s'orientent vers des pratiques qui leur permettent de favoriser et préserver la biodiversité de leur territoire tout en s'appuyant sur les services qu'elle leur fournit pour améliorer et optimiser leur production.

Ce guide leur propose des clés pour favoriser la mise en place de systèmes mobilisant la biodiversité afin d'accroître les performances agronomiques, économiques, sociales et environnementales de leur production.

L'EXEMPLE DES OISEAUX

En mai 2023, un article basé sur une collaboration scientifique européenne regroupant les données de suivi de 170 espèces oiseaux recueillies durant 37 ans dans 28 pays et sur plus de 20 000 sites est publié dans une revue scientifique majeure [11]. Cette masse de donnée a permis de quantifier pour la première fois l'intensité du déclin des oiseaux européens, mais surtout de hiérarchiser l'impact direct de différentes activités humaines sur ce groupe faunistique à l'échelle du continent. Au total, l'Europe a perdu presque 25% de ses oiseaux sur la période étudiée. Les facteurs identifiés et pris en compte par les chercheurs sont l'évolution des températures, de l'urbanisation, des surfaces forestières et des pratiques agricoles. Si les populations d'oiseaux souffrent de l'ensemble de ces pressions, les recherches montrent l'effet dominant de l'intensification de l'agriculture, avec un déclin de 56% des oiseaux dans les milieux cultivés, suivi de près par les effets négatifs du réchauffement climatique. La chance à saisir, c'est que de nombreux exemples montrent que les milieux agricoles peuvent être hospitaliers à la biodiversité si les itinéraires techniques de la production végétale et de l'élevage tiennent compte de la biodiversité au moyen de pratiques adaptées, comme on pourra le voir dans les chapitres ci-dessous.



© M. Zucca/ARB IdF



#2

ACCUEILLIR LA BIODIVERSITÉ SUR SON EXPLOITATION : LES GRANDS PRINCIPES

Accueillir la biodiversité sur son exploitation consiste à favoriser le fonctionnement de tous les compartiments de celle-ci afin de bénéficier gratuitement de leurs services pour la production agricole [13].

Au sein de la biodiversité agricole, on distingue la biodiversité cultivée (ce que l'on sème, les animaux que l'on élève) de la biodiversité dite « associée ». Il s'agit d'espèces qui ont évolué avec l'agriculture depuis 10 000 ans. Certaines sont considérées comme utiles pour les agriculteurs, d'autres pâtissent d'une image plus négative. Les principes de l'agroécologie consistent à favoriser les espèces jugées utiles, qui jouent un rôle dans le recyclage et la mise à disposition de la matière organique, dans l'aération du sol, dans la régulation

des espèces indésirables ou dans la pollinisation des cultures non pollinisées par le vent. Ces espèces sont nommées espèces auxiliaires de l'agriculture. On s'emploie donc à leur offrir les conditions écologiques nécessaires à leur maintien, c'est à dire le gîte et le couvert, ainsi que des connexions à certains milieux naturels relais, sites de reproduction, etc. (voir encadré « le principe de la niche écologique »).

Les propositions développées tout au long de ce livret constituent une boîte à outils à mettre en œuvre pour augmenter les performances des fonctions écologiques des agroécosystèmes. Elles déploient tout leur potentiel lorsqu'elles sont utilisées de manière combinée et concomitante.

LE PRINCIPE DE LA NICHE ÉCOLOGIQUE

En écologie, la « niche » d'une espèce donnée se caractérise par l'ensemble des conditions environnementales qui lui permettent d'accomplir intégralement son cycle de vie, c'est-à-dire de s'alimenter, de se reposer, de s'abriter, de nicher, etc. À titre d'exemple, de nombreuses espèces de papillons n'utilisent qu'une unique espèce de plante-hôte pour pondre leurs œufs. Leur chenille ne pourra donc consommer que cette espèce et quasiment aucune autre. Si la plante en question n'est pas présente, le papillon ne l'est pas non plus.

Il ne peut donc pas réaliser son rôle de pollinisation (Figure 3).

Afin de multiplier les auxiliaires agricoles, on multiplie donc les niches écologiques par la création d'une mosaïque de micro-habitats (ou écosystèmes) : milieux humides/secs, milieux ombragés/ensoleillés, tas de pierre/tas de bois, multiplicité de plantes hôtes, milieux herbacés/arbustifs/arborés, talus/fronts de taille, ronciers, espaces connectés entre eux pour la circulation des espèces, refuges et nichoirs, piquets d'observation pour les rapaces, etc.



FIGURE 3 Deux espèces de papillons aux besoins écologiques différents : l'Azuré du genêt (A) pond sur les plantes des milieux pauvres en azote tandis que la chenille du Robert-le-diable (B) se développe sur les orties, plantes typiques des sols riches.
© L. Dewulf/ARB IdF, B. Honoré

Les principaux auxiliaires de l'agriculteur sont les pollinisateurs, les prédateurs qui attaquent et régulent les espèces non désirées, et enfin les recycleurs qui trans-

forment la matière organique : bousiers, vers de terre, collemboles, cloportes, myriapodes, etc., mais aussi et surtout bactéries et champignons du sol (Figure 4).



FIGURE 4 Quelques exemples bien connus d'auxiliaires agricoles

A. L'abeille mellifère, ou domestique, est la star des pollinisateurs, même si l'on oublie souvent qu'elle est loin d'être la seule à transporter le pollen de fleur en fleur. **B.** La Coccinelle à sept points est couramment utilisée en lutte biologique pour son action contre les pucerons (en jaune sur la photo, ses œufs). **C.** Le Lombric commun réalise un important travail d'aération du sol et de renforcement de sa fertilité.

D. Les géotrupes recyclent quant à eux la matière organique excrétée par le bétail.

© B. Honoré, O. Renault/ARB ÎdF, M. Zucca/ARB Îdf, H. Johan/ARB ÎdF

LES POLLINISATEURS

Lorsque l'on entend « pollinisateurs », on pense bien sûr à l'abeille domestique ou mellifère, mais elle n'est pas seule à polliniser les cultures ou les arbres fruitiers : plusieurs centaines d'autres espèces d'abeilles, de bourdons et de guêpes en font autant, et sont d'ailleurs plus efficaces dans cette tâche parce que très spécialisées sur certains types de fleurs [14]. Et c'est aussi le cas pour d'innombrables espèces de mouches, moustiques, coléoptères, papillons, punaises, araignées, etc. (Figure 5).

Selon une étude scientifique franco-allemande, l'apport des insectes pollinisateurs aux principales cultures mondiales en 2005 peut être évalué à 153 milliards d'euros. Ce qui représente 9,5 % de la valeur de la production alimentaire mondiale [15]. En France, le service de pollinisation a été estimé entre 2,3 et 5,3 milliards d'euros. Il concerne principalement les productions fruitières et légumières, ainsi que les cultures d'oléoprotéagineux, les céréales (blé, orge, avoine, etc.) étant pollinisées par le vent [16].

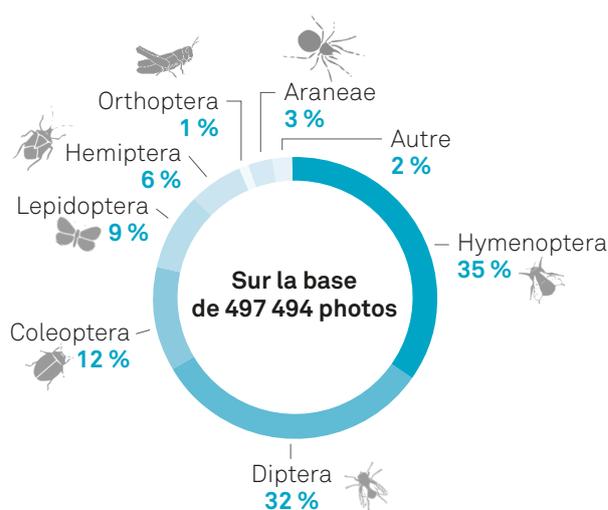


FIGURE 5 Proportion des différentes familles de pollinisateurs identifiées en France dans le cadre du programme de Suivi photographique des insectes pollinisateurs (SPIPOLL) du Muséum national d'Histoire naturelle.

Diptera : mouches, syrphes et moustiques ; Hymenoptera : abeilles, guêpes, bourdons et fourmis ; Coleoptera : coccinelles, carabes, bousiers, scarabées, cétoines, capricornes, vers-luisants, etc. ; Lepidoptera : papillons ; Hemiptera : punaises ; Orthoptera : criquets, sauterelles, grillons ; Araneae : araignées.

LES PRÉDATEURS, PARASITES ET PARASITOÏDES

Les prédateurs, parasites et parasitoïdes jouent le rôle de régulateurs des ravageurs des cultures (Figure 6). Ils les consomment, les parasitent ou les utilisent comme ressource pour leur progéniture (lorsque le parasite tue son hôte, on parle de parasitoïde).

Certains sont à la fois prédateurs et pollinisateurs. C'est par exemple le cas des syrphes, ces mouches dont la robe ressemble à celle des guêpes, noire rayée de jaune. Si les adultes pollinisent les plantes à fleurs, se nourrissant de pollen et de nectar, leurs larves sont consommatrices de pucerons : elles peuvent en tuer jusqu'à 700 par jour avant de devenir adultes.

À l'instar des syrphes, les chrysopes sont également des pollinisateurs dont les larves excellent dans le contrôle des ravageurs : elles se nourrissent des œufs, larves et adultes d'espèces d'insectes variées, dont les pucerons et les cochenilles, les chenilles de certains papillons, ou encore d'acariens (araignées rouges, par exemple).

À noter : on comprend qu'en favorisant les pollinisateurs sauvages, on favorise également les prédateurs insectivores, qui sont par conséquent déjà là lorsque se présente un insecte ravageur potentiel. Et lorsque celui-ci se multiplie, c'est sur lui que se concentrent ces prédateurs, en accord avec le principe de l'offre et de la demande, puisqu'il devient alors la proie la plus facile à trouver.

Les coccinelles sont des insectes bien connus de la lutte biologique. Adultes et larves sont amateurs de pucerons. Les Coccinelles à sept points en dévorent entre 100 et 150 par jour.

Les staphylins sont d'autres représentants du groupe des coléoptères. À l'instar des coccinelles, ils régulent les populations d'arthropodes (groupe d'espèces immense, englobant des organismes très diversifiés, mais possédant tous un squelette externe et des membres ou appendices articulés, tels que les crustacés, les araignées et scorpions ou encore les insectes), dont les pucerons et les acariens.

Certaines guêpes butineuses ont aussi développé la capacité de pondre leurs œufs dans le corps de ravageurs. Ainsi, les adultes pollinisent les plantes à fleurs tandis que les larves se nourrissent des bioagresseurs. On appelle « parasitoïdes » les insectes présentant ce type de biologie. Les trichogrammes, par exemple, utilisés pour la lutte biologique contre les pyrales, sont des parasitoïdes de la même famille que les guêpes ou les abeilles (la famille des hyménoptères). Les femelles sont capables de détecter les signaux d'alerte émis par les plantes qui se font grignoter.

Toujours membres du très conséquent groupe des coléoptères, les carabes sont des auxiliaires éclectiques se nourrissant de chenilles, de vers, de larves ou encore de mollusques (limaces et escargots). Favoriser une grande diversité d'espèces de carabes permet d'agir sur une gamme très large de ravageurs, du stade larvaire jusqu'au stade adulte. Certains sont capables de consommer jusqu'à trois fois leur poids par jour. D'autres, herbivores quant à eux, consomment des graines d'adventices à hauteur de 4 000 graines par mètre carré

et par jour, soit une proportion de 50 % des graines produites par les adventices [17].

Les fourmis du genre *Formica* sont des prédateurs très actifs jouant un rôle important dans la régulation des populations d'arthropodes. On estime que ceux-ci représentent environ 40 % du régime alimentaire des colonies et peuvent représenter jusqu'à un kilo de biomasse consommée par jour [18]. Ce rôle important de régulation couplé avec leur rôle d'espèce ingénieure et la ressource alimentaire qu'elles représentent pour les prédateurs font des *Formica* un élément indispensable à la stabilité des écosystèmes.

D'autres arthropodes* se joignent au groupe des insectes pour détecter et lutter contre les ravageurs, parmi lesquels les araignées, les opilions et les myriapodes, plus connus sous le nom de mille-pattes.

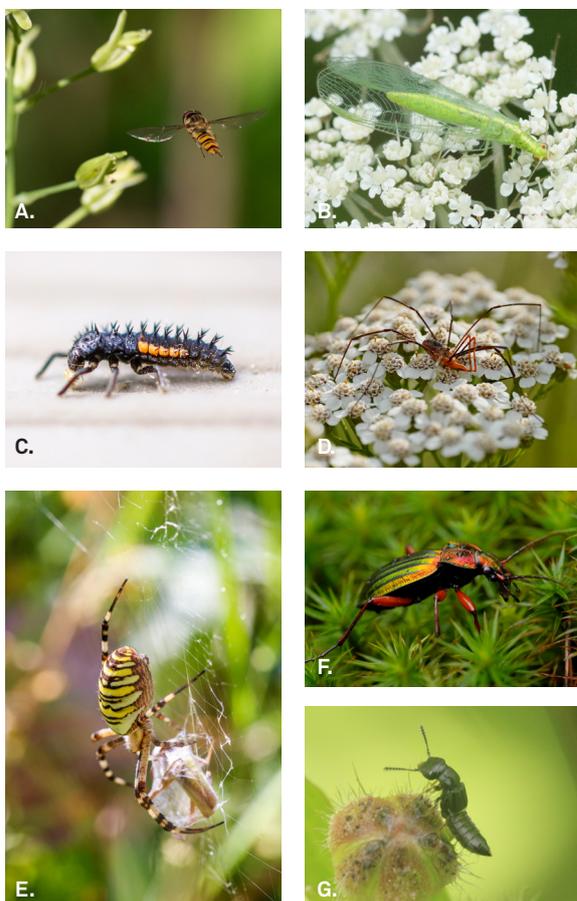


FIGURE 6 Galerie de portraits de prédateurs de ravageurs

A. Contrairement à ce que pourrait laisser penser leur livrée noire et jaune, les syrphes ne sont pas des guêpes : ils appartiennent à la famille des mouches. Les adultes sont pollinisateurs, mais leurs larves consomment de grandes quantités de pucerons.

B. À l'instar des syrphes, les larves de chrysope s'attaquent aux pucerons, cochenilles, et autres parasites des plantes, tout comme les coccinelles et leurs larves (**C**). **D.** Les opilions ne sont pas des insectes. Ils sont plus proches des araignées (**E**), mais ils sont beaucoup plus opportunistes en termes d'alimentation : ils se nourrissent d'insectes vivants ou morts ainsi que de champignons ou de débris végétaux. **F.** Les carabes peuvent être herbivores ou carnivores. Les espèces carnivores sont particulièrement efficaces contre les vers, limaces et escargots. **G.** Les staphylins visent le même type de proies, ainsi que les larves et œufs d'autres insectes. © B. Honoré, G. Larrègle, O. Ricci/ARB IdF, H. Johan/ARB IdF, L. Dewulf/ARB IdF



FIGURE 7 Quelques exemples de vertébrés auxiliaires de l'agriculture
A. Hérisson d'Europe, B. Pipistrelle commune, C. Lézard des murailles, D. Hibou moyen-duc, E. Renard roux, F. Musaraigne carrelet, G. Mésange bleue.
© P. Gigou, G. Larrègle, B. Honoré, M. Plancke, S. Plancke, H. Knutsson

À cette myriade de minuscules prédateurs s'associent des consommateurs plus facilement visibles tels que les oiseaux (hirondelles, mésanges et autres insectivores [19]), les amphibiens et les reptiles ou encore les mammifères tels que hérisson et musaraignes, amateurs de larves, de mollusques et de vers, ou encore les chauves-souris, grandes prédatrices aériennes.

Pour compléter ce catalogue, il faut citer les petits carnivores, prédateurs d'invertébrés et de rongeurs tels que les renards [20], belettes, fouines [21] et autres blaireaux, ou encore les rapaces diurnes [22] et nocturnes (Figure 7).

La science de l'écologie montre que ces espèces prédatrices ou parasites fonctionnent selon le modèle de la chaîne alimentaire, ou plutôt du réseau trophique puisqu'en réalité, elles ne s'organisent pas sous la forme d'une chaîne, mais plutôt sous celle d'un réseau de relations panachées de prédation, de concurrence, de mutualisme, etc. (Figure 8). Par conséquent, pour s'assurer de la présence de l'ensemble de ces auxiliaires, il est fondamental d'aménager l'espace agricole de manière à multiplier les refuges, sites de reproduction et d'alimentation, couloirs de déplacement, etc. [23].

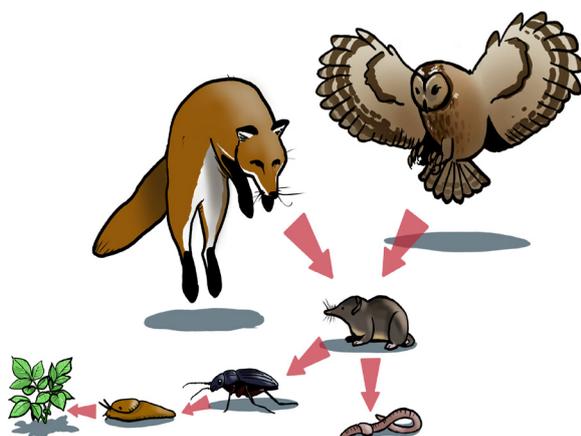


FIGURE 8 Exemple simplifié de réseau trophique.
© O. Renault/ARB IdF

La seconde partie de ce document présente plusieurs propositions pour développer et renforcer cette hétérogénéité dans le paysage agricole : diversification/rotation des cultures, cultures associées, bandes fleuries, haies, conservation d'arbres morts, création de sites d'accueil tels que mares, nichoirs, tas de bois ou de pierres, etc.

LES INGÉNIEURS DU SOL

D'autres auxiliaires des cultures s'activent sur ou sous la surface du sol. Parmi eux, les indispensables vers de terre, collemboles et autres organismes microscopiques



FIGURE 9 Les sols abritent plus de 25 % de la biodiversité terrestre mondiale [25]. Ils demeurent pourtant mal connus et ont longtemps été considérés comme un simple support physique, alors qu'ils sont une composante à part entière de la biodiversité, l'habitat de nombreux organismes vivants et le siège de processus écologiques fondamentaux comme les cycles biogéochimiques ou le cycle de l'eau : A. Gloméris, B. Limace, cloporte et myriapodes, C. Collemboule, D. Filaments mycéliens. © O. Ricci/ARB IdF, H. Johan/ARB IdF, A. Dellaheux, B. Honoré

que sont champignons et bactéries. Ils sont accompagnés d'une large collection d'arthropodes tels que crustacés (cloportes), mille-pattes, acariens, larves d'insectes, etc. (Figure 9) [24].

L'ensemble de ces ingénieurs [26] partage la tâche fondamentale de structurer, aérer et fertiliser le sol. Ils sont le dernier (ou le premier) maillon de la chaîne de la vie : ils découpent les débris animaux et végétaux en fragments de plus en plus petits jusqu'à leur possible assimilation par les plantes (dont les plantes cultivées) de telle sorte que les cycles biologiques puissent être totalement bouclés. Sans ces organismes, le sol serait stérile, et la vie sur terre impossible. Pour profiter de leurs services, il est crucial de mettre en œuvre et de développer des pratiques favorisant et stimulant cette foisonnante vie souterraine, à l'image de celles mises en place en agriculture de conservation des sols. Ils possèdent en outre la propriété de remanier le sol en permanence. Les vers de terre, par exemple, ingèrent et digèrent la terre, à raison de 400 tonnes par hectare et par an.

Ce faisant, ils construisent des galeries souterraines qui permettent l'aération et le drainage des sols (Figure 10) [27]. Les racines des plantes peuvent aussi utiliser ces galeries afin de s'enfoncer plus profondément dans la terre pour y puiser eau et minéraux. Les champignons produisent quant à eux des molécules collantes qui stabilisent les agrégats de sol, augmentant la rétention en eau et la stabilité des sols.

RESSOURCES POUR ALLER PLUS LOIN

Les vidéos « Du vivant dans les champs – Agriculture et biodiversité » de l'association Arthropologia : pour cette série de vidéos courtes décrivant prédateurs, recycleurs et pollinisateurs, l'association est allée à la rencontre d'agriculteurs qui favorisent les milieux sauvages comme parties intégrantes de leur outil de travail et coopèrent avec les auxiliaires. Quand le savoir naturaliste rencontre le savoir-faire paysan [28].



FIGURE 10 On considère que les vers de terre représentent la plus importante biomasse animale (entre 60 et 80 %) de tous les écosystèmes tempérés. Les différentes espèces se distinguent par leur taille, leur pigmentation, leur capacité de reproduction et surtout leur rôle écologique : les épigés (1 à 5 cm) évoluent dans les premiers centimètres du sol, où ils brassent et fractionnent les débris végétaux de surface ; les endogés (1 à 20 cm) vivent plus profondément dans le sol, où ils creusent un réseau de galeries horizontales, petites et ramifiées. Ils digèrent la matière organique déjà dégradée et incorporée dans l'horizon de surface du sol ; enfin, les anéciques (10 à 110 cm) représentent les plus grosses espèces. Ils réalisent des va-et-vient entre les profondeurs et la surface, creusant des galeries pouvant descendre jusqu'à trois mètres. Ils mélangent la matière organique à la matière minérale et rejettent leurs déjections à la surface du sol, sous forme de turrilons (sortes de « tortillons » de terre). **A.** Exemple de sol favorable aux vers de terre. On y observe de nombreux pores témoignant de la grande quantité de galeries creusées par ces recycleurs, **B.** turrilons de vers de terre. © O. Renault/ARB îdF



#3

PRÉSERVER ET METTRE À PROFIT LA BIODIVERSITÉ : LES PRATIQUES AGRICOLES GAGNANT-GAGNANT

Cette section présente une liste non exhaustive de pratiques mises en œuvre par les agriculteurs désireux de travailler avec la biodiversité. Toutes ces pratiques représentent différents « courants » de l'agroécologie : agriculture de conservation des sols, agriculture biologique, agroforesterie, polyculture-élevage, etc. Toutes permettent de favoriser un ou plusieurs compartiments de la biodiversité, et c'est par conséquent leur combinaison à l'échelle d'un territoire qui permet de maximiser l'ensemble des bénéfices accordés par cette dernière.

L'AGRICULTURE DE CONSERVATION DES SOLS

L'agriculture de conservation des sols repose sur des itinéraires techniques qui combinent trois leviers fondamentaux :

- la réduction, voire l'abandon du labour ;
- la couverture maximale des sols par les résidus de cultures ou par l'implantation de plantes de couverture ;
- l'allongement des rotations et la diversification des espèces cultivées (cultures associées).

La réduction du labour

La réduction, voire la suppression totale du labour, est un premier pas vers la prise en compte de la biodiversité du sous-sol. Le labour profond présente en effet l'inconvénient de déstructurer les horizons des sols et de détruire les vers de terre, les nymphes de carabes prédateurs, ainsi que les réseaux mycéliens des champignons. Or, ces derniers sont indispensables aux plantes pour étendre leur capacité de recherche des éléments minéraux dans le sol : de nombreux champignons forment une association symbiotique avec les racines des plantes appelée mycorhize (du grec ancien *myco*, « champignon » et *rhiza*, « racine »). L'intérêt de cette association réside dans le fait que les filaments produits par les champignons coûtent cent fois moins d'énergie à fabriquer qu'une racine végétale. Ainsi, le champignon explore le sol à l'aide d'un réseau de filaments très dense, il y puise des éléments minéraux et de l'eau, qu'il troque avec la plante en échange de sucre issu de la photosynthèse (Figure 11).

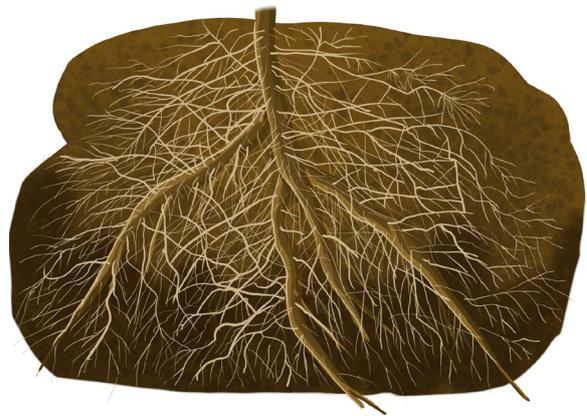


FIGURE 11 Il existe plusieurs catégories de mycorhizes : les ectomycorhizes, dont les filaments se développent autour de la racine pour l'entourer d'un manchon (environ 5 % des végétaux, essentiellement des arbres forestiers, sont concernés par ce type d'association), et les endomycorhizes, ou mycorhizes à arbuscules, dont les filaments pénètrent à l'intérieur des cellules racinaires pour y former des vésicules, ou arbuscules. Au moins 85 % des plantes terrestres, parmi lesquelles de nombreuses plantes cultivées (blé, riz, maïs, pois, haricot, soja, etc.), sont concernées par ce type de symbiose [29]. © O. Renault/ARB IdF

À noter : les mycorhizes sont sensibles aux fongicides. Illustration : racine de plante hérissée de filaments mycorhiziens. Ces derniers offrent l'avantage de prospecter un volume de sol beaucoup plus étendu que ne pourrait le faire la plante seule. Un gramme de sol naturel peut accueillir plusieurs dizaines de mètres d'hyphes (filaments) mycorhiziens.

Le labour profond (plus il est profond, plus il est impactant) perturbe également d'autres habitants du sol, dont certains occupent des profondeurs bien déterminées en fonction de leur tolérance à la présence d'oxygène. Pour plusieurs des ingénieurs évoqués ci-dessus, celui-ci est toxique. Pour d'autres, il est salutaire. Le labour profond présente l'inconvénient de ramener les premiers vers la surface et d'emporter les seconds vers des territoires où l'oxygène est presque absent.

Enfin, le travail du sol détruit les réseaux de galeries souterraines construits par les vers de terre anéciques, qui génèrent la porosité verticale facilitant l'infiltration de l'eau de pluie en profondeur. Sans cette porosité, l'eau de pluie s'infiltrerait peu et ruissellerait en surface, entraînant avec elle de précieux millimètres de terre arable : un sol labouré s'érode deux fois plus rapidement qu'un sol couvert de végétation, et on estime que l'on perd entre un

et dix millimètres de sols par an à cause du labour des terres agricoles [30]. Or, les pédologues expliquent qu'il faut plusieurs centaines, voire plusieurs milliers d'années, pour reconstituer un centimètre de sol à partir de la roche mère.

À noter : les techniques culturales sans labour se sont particulièrement développées aux États-Unis dans les années 1930, suite au phénomène de « dust bowl ». Il s'agit de plusieurs tempêtes de poussière liées à une très forte érosion éolienne des sols agricoles et qui ont provoqué une catastrophe économique majeure outre Atlantique.

Une expérimentation menée durant 14 ans à la station de La Cage, près de Versailles, a montré que l'agriculture de conservation des sols permettait d'améliorer la qualité du sol à travers le développement de plusieurs groupes faunistiques impliqués dans son fonctionnement ainsi que dans le recyclage de la matière organique (bactéries, champignons, vers, cloportes, etc.)

L'expérimentation montrait aussi une plus forte abondance d'espèces impliquées dans la régulation des ravageurs (araignées, carabes, etc.) qu'en agriculture conventionnelle (Figure 12) [31].

Lorsqu'un travail du sol est nécessaire, on préfère les outils fixes (dents, disques) aux outils animés (bêches rotatives). En effet, ces derniers sont mis en mouvement par la prise de force du tracteur et mobilisent beaucoup plus d'énergie pour travailler le sol. Ils font aussi plus de dégâts sur la structure du sol et sur ses habitants. Les outils fixes, quant à eux, suivent juste le déplacement du tracteur et se révèlent moins « agressifs » pour le sol.

Le semis direct sous couvert végétal

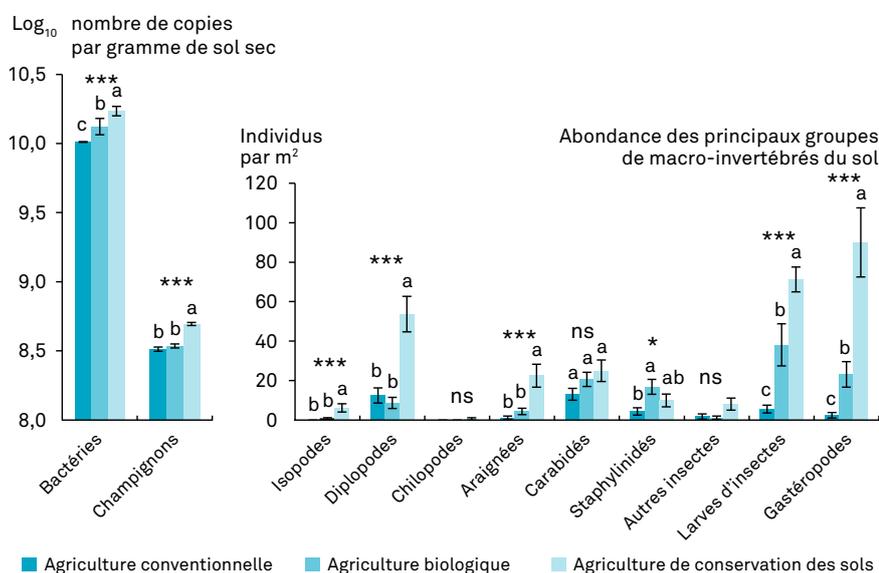
Cette technique vise à garantir une couverture végétale permanente des sols, c'est à dire à ne jamais laisser un sol à nu. Elle consiste à implanter ou maintenir une ou plusieurs plantes de couverture à croissance rapide

afin de couvrir et protéger le sol du vent, du soleil et de la pluie. Ceci permet notamment d'éviter le lessivage des éléments nutritifs, de limiter le développement des adventices (en particulier les plantes pionnières qui affectent les sols nus, comme le Chardon des champs, par exemple : Figure 13), de décompacter naturellement la terre par le travail des racines après le passage des engins de récolte, de conserver l'humidité du sol au cours des périodes chaudes, de stimuler l'activité de la microfaune, de limiter la photodégradation de la matière organique à la surface du sol, et d'enrichir naturellement la parcelle en matière organique. Enfin, ces couverts intermédiaires accueillent temporairement les auxiliaires cités ci-dessus : araignées et insectes prédateurs, oiseaux nichant au sol, etc. [32].



FIGURE 13 Le Cirse des champs, espèce végétale non désirée dans les cultures, est favorisé par des sols tassés, nus et riches. L'agriculture de conservation de sols, qui réduit le nombre de passages d'engins, qui maintient les sols couverts en permanence et qui introduit des légumineuses dans la rotation en vue de limiter les intrants azotés, est une pratique tout à fait intéressante pour affaiblir la dispersion de ce chardon. © G. Arnal

FIGURE 12 Ce graphique montre l'intérêt de l'agriculture de conservation des sols pour tous les compartiments de la biodiversité du sol, depuis les bactéries et champignons jusqu'aux arthropodes et mollusques (d'après Henneron L. et al. 2015 [31]).



Il est également possible d'opter pour des couverts végétaux qui améliorent le sol. C'est le cas de certaines plantes qui permettent d'augmenter la teneur en azote du sol, et donc de s'affranchir des engrais de synthèse. Ces plantes, que l'on qualifie « d'engrais verts » et qui appartiennent à la famille des fabacées (ou légumineuses), s'associent naturellement avec des bactéries symbiotiques fixatrices de l'azote de l'air : les rhizobiums (on retrouve ici encore la racine grecque *rhiza*, « racine » - Figure 14). Parmi ces fabacées, on compte les trèfles, les pois, les féveroles, les haricots, la luzerne, etc. [33].

D'autres familles de plantes telles que les brassicacées (ou crucifères), dont font partie le colza et la moutarde, ont aussi l'intéressante capacité d'augmenter la porosité du sol grâce à leurs racines en pivot, ce qui favorise la faune du sol ainsi qu'un enracinement plus profond des cultures.

Dans une optique de conservation et d'utilisation de la biodiversité agricole, il est intéressant de semer un couvert plurispécifique. Certains couverts d'interculture sont composés de plus de dix espèces différentes.

Le semis direct consiste ensuite à semer la culture dans ce couvert. On distingue deux types de semis direct : le cas où le couvert est détruit et dont la biomasse est conservée à la surface du sol, et le cas où le couvert est conservé vivant (mais régulé mécaniquement, chimiquement ou par pâturage). On parle dans ce cas de semis direct sous couvert végétal vivant. Dans les deux situations, l'agriculteur utilise un semoir particulier dit



FIGURE 14 Cette racine de féverole présente des nodosités (ou nodules) blanchâtres très visibles. Ce sont des mini-usines de fixation de l'azote de l'air. © O. Renault/ARB ÎdF



FIGURE 15 Exemple de semis sous couvert en agriculture de conservation des sols. © COCEBI

« direct », équipé de disques ou de dents capables de positionner la graine au contact du sol en découpant la végétation [34] (Figure 15).

La suppression du labour permet de réduire la consommation de carburant et de limiter le temps de travail. En revanche, elle peut conduire à des difficultés liées à la régulation des plantes adventives, notamment au cours des premières années. Le recours au glyphosate dans les systèmes en agriculture de conservation des sols est par conséquent un enjeu majeur. L'allongement des rotations culturales peut constituer une solution intéressante pour résoudre ce problème (voir ci-après).

Démocratisés pour les grandes cultures, les principes évoqués dans ce chapitre s'adaptent dorénavant au maraîchage, à la viticulture et à l'arboriculture (voir la journée MOBIDIF « Agriculture biologique de conservation des sols »).

Les agriculteurs qui pratiquent l'agriculture de conservation des sols estiment qu'elle constitue un système plus résilient face aux crises économiques et écologiques. Outre son rôle dans la préservation du sol et de sa biodiversité, elle permet de diminuer ses dépenses (carburant et frais mécaniques) et d'alléger ou *a minima* de diversifier son temps de travail.

RESSOURCES POUR ALLER PLUS LOIN

- Pour des retours d'expériences d'agriculteurs, voir la journée MOBIDIF dédiée à l'agriculture biologique de conservation des sols (ABC) en Île-de-France, organisée par le GAB Île-de-France et Agrof'Île [35].
- Le dossier « L'agriculture de conservation » de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) [36].
- Le rapport d'étude de M. Barbier. 2021. Combiner Agriculture de Conservation et Agriculture Biologique : à la quête du graal ! Rapport d'étude Nuffield France. 88 p. [37].

LA DIVERSIFICATION DES PRODUCTIONS

La diversification des productions est un des piliers de l'agriculture de conservation des sols, mais elle couvre un champ plus large allant jusqu'à l'agroforesterie et la production animale.

Diversifier les productions à la ferme présente deux intérêts : diversifier les milieux pour accueillir de nombreux auxiliaires différents et complémentaires au sein d'un agroécosystème fonctionnel et résilient, mais aussi diversifier les espèces végétales et/ou animales et leur présence dans le temps, dans l'espace, voire au sein d'une même parcelle pour perturber les ravageurs, pour retenir et enrichir les sols, ainsi que pour limiter les adventices et les maladies.

Depuis les années 1980, de nombreux articles publiés en écologie ont montré que les écosystèmes les plus diversifiés étaient plus productifs [38] et plus stables face aux perturbations de l'environnement [39]. Les écosystèmes agricoles n'échappent pas à cette règle. Deux récentes synthèses de la littérature scientifique montrent que la diversification des cultures améliore non seulement la production mais aussi la biodiversité non cultivée, ainsi que divers services écosystémiques associés tels que la qualité de l'eau et du sol ou encore le contrôle des ravageurs et des maladies [40].

Diversifier les milieux d'accueil : le principe

Il s'agit d'augmenter la capacité d'accueil des espèces auxiliaires : selon la théorie de la niche écologique évoquée plus haut (voir encadré – le principe de la niche écologique, page 11), les espèces végétales ou animales expriment des différences et des besoins marqués en matière d'humidité, d'ombrage, de richesse en minéraux (pour les plantes ou les champignons), de plante hôte pour se développer, de proies (pour les animaux ou les champignons), d'abris, de sites de reproduction ou d'alimentation. On dit que ces espèces sont plus ou moins spécialisées. Diversifier le couvert végétal ou les milieux semi-naturels en multipliant les habitats (bandes enherbées, arbres et haies, etc.) permet d'augmenter le nombre de niches écologiques (voir « #4 ACCUEILLIR LA BIODIVERSITÉ SUR SON EXPLOITATION ») et ainsi d'accueillir une variété d'espèces qui s'occuperont de polliniser toutes les tailles et formes de fleurs, ou encore de consommer toutes les tailles et formes de ravageurs.

Allonger la rotation des cultures

La rotation des cultures consiste à multiplier les assolements sur une même parcelle, soit au sein d'une même année (cultures intercalaires ou intermédiaires), soit sur plusieurs années, en choisissant des cultures de familles différentes présentant des intérêts économiques et agronomiques complémentaires : céréales, fabacées (lé-

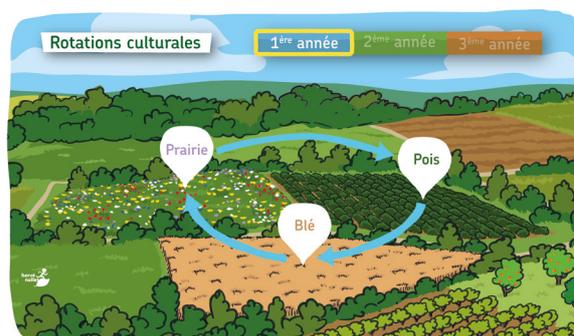


FIGURE 16 Exemple simplifié de rotation des cultures. © H. Nallet

gumineuses), brassicacées (crucifères), etc. (Figure 16). À titre d'exemple, l'alternance céréale/légumineuses est utilisée pour réduire l'usage des engrais azotés (voir « L'agriculture de conservation des sols » ci-dessus). Certains agriculteurs introduisent également des prairies de longue durée dans la rotation lorsque la valorisation par l'élevage est possible. D'autres font entrer des cultures non alimentaires dans leur rotation, comme le lin ou le chanvre (utilisé en tête de rotation, le chanvre permet de diminuer la présence d'adventices grâce à son pouvoir étouffant, et donc de se passer d'herbicides).

L'allongement de la rotation culturale consiste à faire succéder un nombre plus élevé de productions végétales sur une parcelle donnée. À l'échelle de la parcelle, l'allongement de la rotation permet de perturber les cycles établis des ravageurs [41] et des adventices, grâce à l'augmentation du temps de retour de la même culture, et par conséquent de réduire l'utilisation des insecticides, fongicides et herbicides.

À l'échelle du paysage, la diversification des cultures crée aussi une mosaïque de milieux favorisant l'activité d'une plus grande diversité d'auxiliaires, depuis les pollinisateurs jusqu'aux recycleurs de la matière organique, en passant par les régulateurs de ravageurs. Bien sûr, cette pratique favorise également d'autres espèces animales et végétales qui ne font pas partie de la biodiversité agricole. À ce titre, la diversification de l'assolement concourt à l'amélioration des paysages agricoles et à l'attrait touristique des territoires ruraux.



FIGURE 17 Les carabes, prédateurs de ravageurs ou de graines d'adventices, ont un rayon d'action limité : leur fréquence décroît dans les parcelles à mesure que l'on s'éloigne de la bordure du champ. La réduction de taille des parcelles favorise donc l'action de ces auxiliaires sur toute la surface cultivée. © H. Johan/ARB îdF

À noter : la diminution de la taille des parcelles a aussi un effet positif sur la diversité des auxiliaires agricoles (Figure 17). Ainsi, il est possible de les multiplier en scindant une grande parcelle en plusieurs petites, sur lesquelles on peut installer des cultures différentes. Il faut bien évidemment pour cela penser à tenir compte des contraintes liées à la largeur des engins d'exploitation.

Les associations culturales

Si l'allongement des rotations permet de diversifier la production dans le temps, les associations culturales, qui mêlent plusieurs cultures en même temps sur la même parcelle, offrent une diversification dans l'espace. Cette pratique comporte plusieurs avantages, et en premier lieu une optimisation de l'utilisation des ressources, une meilleure résilience face au changement climatique et une meilleure résistance aux bioagresseurs, avec par conséquent la possibilité de réduire les intrants (azote, herbicides, fongicides ou insecticides).

Les légumineuses captent l'azote atmosphérique, qu'elles peuvent restituer à la culture compagne par l'intermédiaire des microorganismes du sol. Mais une association céréale/légumineuse permet aussi de se prémunir contre la verse (association orge-pois, ou blé-lentille par exemple). Ce type d'association donne toujours un meilleur rendement global qu'une culture pure de céréales (Figure 18).

Économiquement, rotations culturales et cultures associées offrent l'avantage de sécuriser les revenus de l'agriculteur en cas de mauvaise récolte sur une des espèces cultivées, ou en cas de fluctuations du marché. En revanche, ce type de pratique demande des

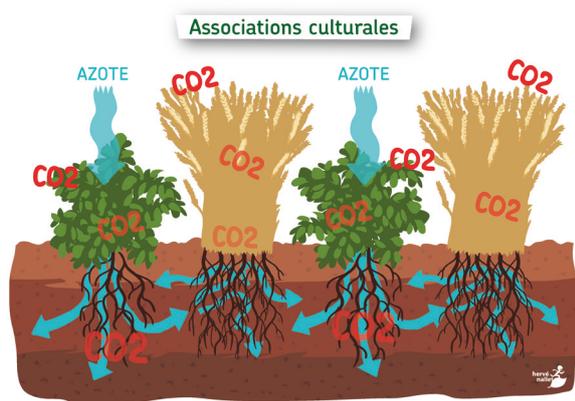


FIGURE 18 Deux processus majeurs ont été mis en évidence pour expliquer les meilleures performances de rendement des associations culturales : la complémentarité de niche et la facilitation. Le premier phénomène s'applique notamment aux cultures associant légumineuses et plantes non fixatrices d'azote atmosphérique comme le blé. En conditions de faible disponibilité d'intrants azotés, la légumineuse peut capter et fixer l'azote de l'air grâce à ses rhizobiums, ce dont le blé est incapable. Le second phénomène, la facilitation, consiste en un transfert d'une partie de l'azote rendu disponible par la légumineuse pour le blé grâce aux échanges racines/sol permis par les mycorhizes. On parle ici d'azote, mais d'autres échanges ont été mis en évidence entre cultures associées, pour l'eau ou encore le phosphore [42]. © H. Nallet

compétences plus généralistes pour cultiver ces divers types de production, une bonne organisation dans la planification de l'assolement, l'adaptation des techniques et des outils de tri pour séparer les différentes productions, voire la création de nouveaux débouchés pour des espèces moins demandées par les marchés agricoles (sarrasin, épeautre, avoine, légumes secs, etc.)

RESSOURCES POUR ALLER PLUS LOIN

- Pour des retours d'expériences d'agriculteurs, voir les webinaires « Cultures associées » du programme MOBIDIF (ressources : vidéos des présentations et présentations Powerpoint) [43], ainsi que le livret « Les associations culturales » rédigé à la suite de ces webinaires par le GAB Île-de-France.
- Pour plus d'informations sur la conception d'une rotation culturale, voir le guide technique de la Chambre d'agriculture de l'Isère [44].

L'agroforesterie

L'agroforesterie regroupe l'ensemble des pratiques traditionnelles et modernes associant l'arbre à des productions agricoles végétales ou animales, au cœur des parcelles ou en bordure de champs. Tous les systèmes sont concernés : cultures céréalières, élevage de plein air, maraîchage et viticulture. Ces systèmes prennent la forme de haies vives comportant plusieurs strates, d'arbres d'alignement, de prés-vergers, de bosquets, de vergers-maraîchers, de forêt pâturée (sylvopastoralisme), etc. (Figure 19).



FIGURE 19 Exemples d'exploitations en agroforesterie, en grandes cultures ou en élevage de plein air. © Agrof'île

Un intérêt de ces associations est encore une fois l'obtention d'une production globale de biomasse plus conséquente que celle de chaque production conduite séparément. Cela s'explique par une optimisation de l'utilisation des ressources (eau, nutriments, lumière) par des espèces possédant des exigences différentes. Par exemple, en juillet-août, un champ de céréales moissonné n'utilise pas la lumière du soleil alors que celle-ci est maximale. Un alignement intra-parcellaire d'arbres peut donc la capter en intégralité pour sa propre production (bois, fruits). À l'inverse, en hiver, la culture bénéficie totalement de l'énergie solaire puisque les arbres sont dépourvus de leur feuillage. Les gains de biomasse peuvent aller jusqu'à 40 %.

Outre le complément de production de fruits, de bois ou de fourrage ligneux, l'agroforesterie s'attache à identifier de multiples synergies à l'échelle de la parcelle et du paysage, tout en tachant de limiter les effets de compétition (Figure 20).

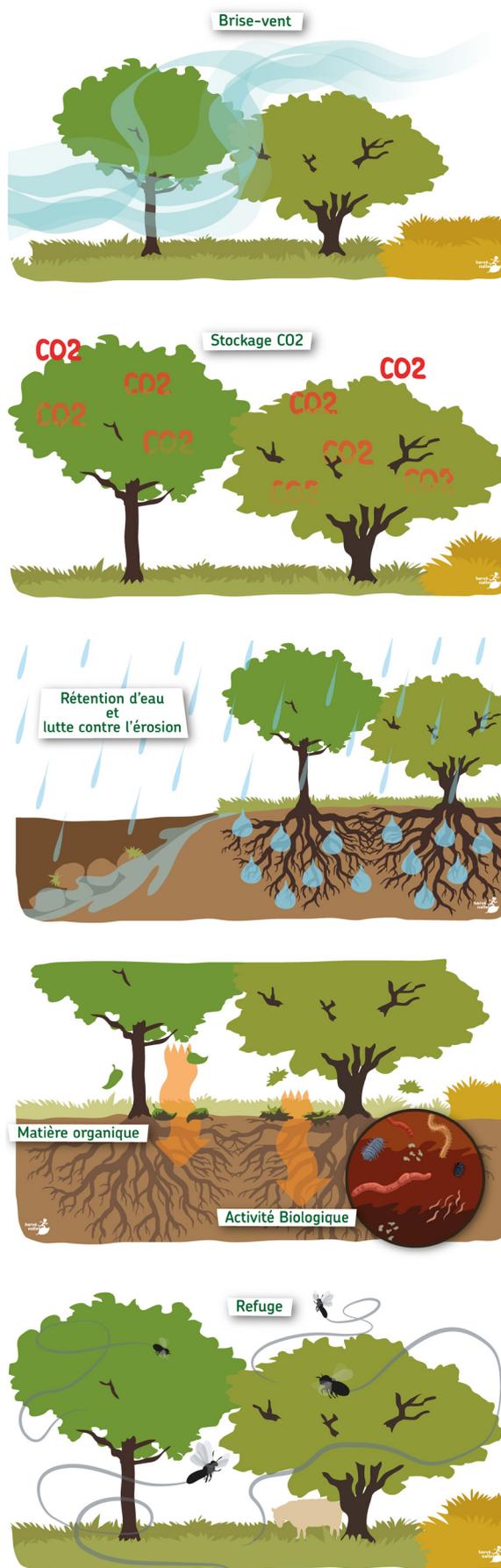
Traditionnellement omniprésente dans tous les systèmes agricoles du monde [45], l'agroforesterie a progressivement périclité en Europe du fait de l'intensification et la mécanisation des systèmes, ce qui s'est accompagné d'une érosion des savoirs et des savoir-faire liés à l'utilisation et à la valorisation des arbres agricoles (connaissance des espèces, des usages du bois, utilisation du fourrage ligneux, etc.)

Pourtant, la recherche agronomique récente atteste des liens positifs significatifs entre agroforesterie et auxiliaires des cultures (pollinisateurs, prédateurs et ingénieurs du sol) [46].

De plus, contrairement à l'idée reçue selon laquelle les alignements intra-parcellaires et leur bande enherbée sont des foyers de dispersion d'espèces adventices des cultures, il a été montré que ces infrastructures agissent comme une barrière physique, réduisant cette dispersion des adventices entre les bandes cultivées. Par ailleurs, elles constituent un espace refuge pour des espèces végétales patrimoniales et d'intérêt pour la faune auxiliaire. La même étude indique enfin que les ravageurs des cultures les plus courants (pucerons, limaces, etc.) hivernent plutôt dans les bandes cultivées tandis que les espèces auxiliaires réalisent majoritairement leur hivernage dans la bande arborée [47].

FIGURE 20 Quelques illustrations du rôle de l'arbre en agroforesterie

Production d'un microclimat par l'effet d'ombrage et l'effet brise-vent, favorable au bien-être animal, et qui réduit l'assèchement du sol et le risque de verse des céréales ; Contribution à l'atténuation du dérèglement climatique dû au stockage du carbone par les arbres et dans le sol, mais aussi par l'effet d'évapotranspiration et par une meilleure infiltration de l'eau ; Épuration des eaux de ruissellement (résidus azotés et de produits phytosanitaires), captation des effluents des animaux ; Stimulation de la faune du sol par la production d'une couche de litière ; Accueil de pollinisateurs et de prédateurs de bioagresseurs (perchoirs, sites d'alimentation et de reproduction, abris) ; protection des volailles contre d'éventuels prédateurs aériens ; À l'échelle du paysage, contribution à la trame verte et bleue par la création de nouvelles continuités écologiques et couloirs de déplacement, augmentation de la diversité des milieux et des espèces, chaque agriculteur optant pour un système agroforestier qui lui est propre (diversité de types de production et d'arbres).
© H. Nallet



Pour terminer, des travaux récents montrent que l'agroforesterie permet une hausse médiane de production de 35 % et une augmentation des bénéfices pour la biodiversité associée de 61 % [40].

Afin de garantir la durabilité des arbres réintégré dans le système, il est important de respecter plusieurs critères : leur positionnement par rapport au passage des engins agricoles, l'adéquation du choix des essences vis-à-vis des conditions pédoclimatiques et des objectifs visés (refuge de biodiversité, brise-vent, fourrage ligneux, bois d'œuvre), la période de plantation (voir la section « Implanter une haie » p.41), etc. Enfin, la diversification des essences est encore une fois un moyen d'accueillir différents types d'auxiliaires en aménageant des niches écologiques différentes.

À noter : l'agroforesterie est un système plurimillénaire puisque Pline l'Ancien, dans son Histoire naturelle (1^{er} siècle après J.-C.), écrivait déjà, au sujet des oasis tunisiennes : « À l'ombre du fier palmier pousse l'olivier, sous l'olivier le figuier, sous le figuier le grenadier, sous ce dernier la vigne, sous la vigne le blé, puis les légumineuses, enfin les salades : tout cela la même année et toutes ces plantes sont nourries les unes à l'ombre des autres ».

Les variétés/races rustiques, paysannes et anciennes

Les variétés végétales rustiques, paysannes et locales bénéficient d'un avantage compétitif dans le sens où elles ont co-évolué avec leur environnement pendant plusieurs décennies, voire plusieurs millénaires pour certaines, sous l'effet d'une sélection et d'une acclimatation orientées par l'homme.

À ce titre, elles sont parfaitement adaptées aux conditions pédologiques et climatiques locales. Soumises à des exigences de rendement moindre, elles sont plus tolérantes à la concurrence avec les adventices ainsi qu'aux maladies, ce qui permet de diminuer les intrants tout en favorisant la faune auxiliaire.

Cultiver ces variétés peut donc conférer un avantage économique, mais c'est surtout une opportunité de sauvegarder et de maintenir une biodiversité génétique qui décline dramatiquement au niveau mondial comme au niveau local.

Il en va de même pour les races animales : les races locales bénéficient d'un meilleur potentiel d'adaptation aux conditions changeantes en raison de leur patrimoine génétique plus diversifié. En effet, la sélection accrue sur un ou plusieurs caractères donnés a conduit à une homogénéité génétique et à la dégradation de certains caractères fonctionnels et/ou physiologiques (reproduction, posture, etc.) du cheptel actuel.

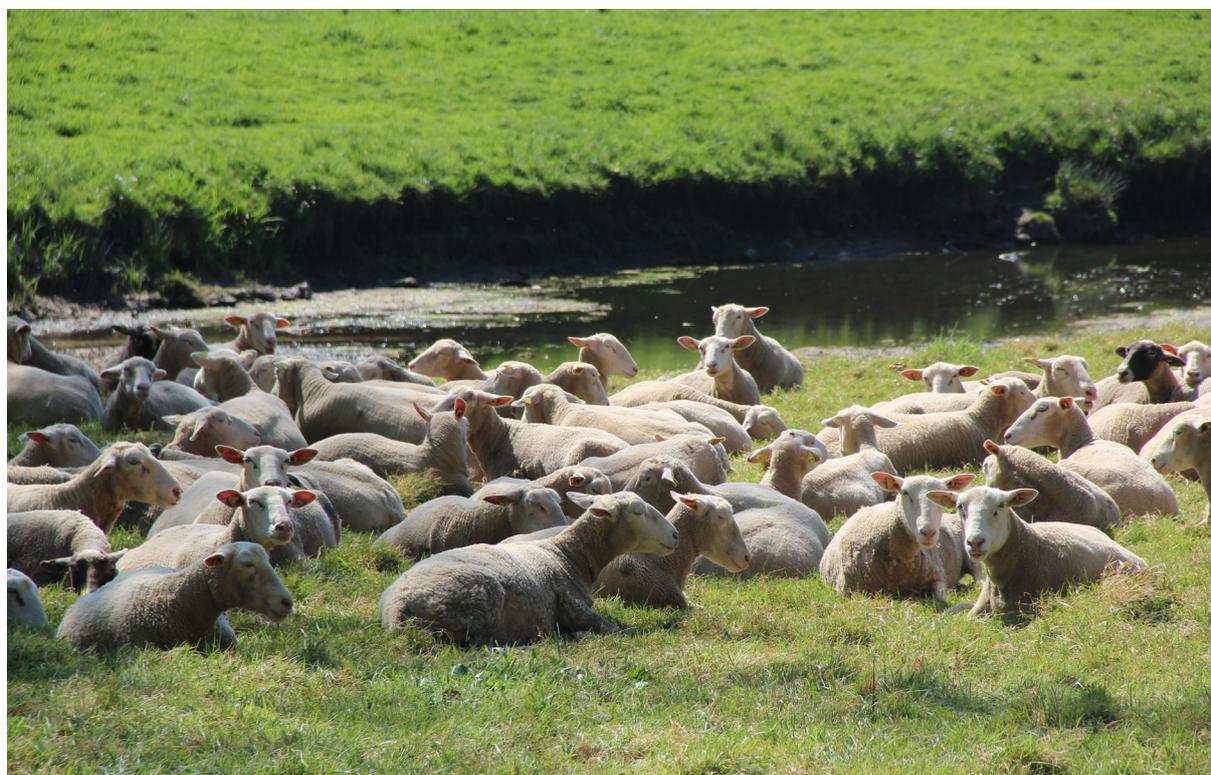


FIGURE 21 Si l'Île-de-France n'est pas une région traditionnelle d'élevage (on compte peu de races locales célèbres en dehors des moutons Mérinos de Rambouillet et Île-de-France, ou des poules de Houdan et Gâtinaise), elle compte un très grand nombre de fruits, légumes, céréales et plantes ornementales, qui ont été recensés dans la base de données du Centre régional des ressources génétiques d'Île-de-France, basé à Savigny-le-Temple. Un premier recensement en 2012 a permis de dresser une liste de 4 000 noms de fruits, légumes et céréales. L'Institut Paris Region travaille également sur ce sujet. Une note rapide et une cartographie interactive de la répartition des variétés de fruits et légumes sont disponibles sur son site internet [48]. © C. Legenne/L'Institut Paris Region

La disparition de ces races anciennes a également des conséquences culturelles : disparition de savoir-faire ou de produits typiques associés à ces races particulières, uniformisation des paysages, etc. (Figure 21)

La culture ou l'élevage d'un nombre réduit de variétés végétales ou de races animales uniformes et très productives dans les pays industrialisés remonte aux révolutions agricoles d'après-guerre, dans un souci d'optimisation de la production agricole [49]. Ces variétés sélectionnées dans des systèmes à haut niveaux d'intrants ont permis de gagner fortement en rendement, au détriment de la diversité des gènes (voir la définition de la biodiversité p. 6). Toutefois, elles ne sont plus forcément adaptées aux systèmes de culture sous contraintes et en climat changeant.

En effet, la diversité génétique est fondamentale dans un monde en évolution constante parce qu'elle constitue un potentiel de résilience et d'adaptation à l'apparition de conditions naturelles inhabituelles et à leurs conséquences : modifications climatiques (sécheresses estivales, gels tardifs, inondations et ruissellements), survenue de nouveaux pathogènes/ravageurs exotiques, épidémies, etc. (voir encadré ci-dessous). En matière de sécurité alimentaire et de bien-être des humains et des non-humains, la biodiversité doit donc être impérativement préservée. Réhabiliter les variétés oubliées constitue un moyen d'assurer cette préservation tout en bénéficiant des services offerts en contrepartie. L'achat de produits issus de semences paysannes est ainsi un acte engagé favorable à la biodiversité cultivée.

L'EXEMPLE DÉSORMAIS CLASSIQUE DE LA GRANDE FAMINE IRLANDAISE



FIGURE 22 Cette famine, qui a sévi entre 1845 et 1851, a trouvé son origine dans l'apparition d'une maladie, le mildiou, dans les cultures de pommes de terre qui constituaient à l'époque la source d'alimentation majoritaire pour les populations les plus pauvres. On estime que cette famine a entraîné un million de morts et deux millions de migrants vers l'Amérique du Nord ou l'Australie, pour une population initiale d'environ huit millions de personnes. © Pictorial Press Ltd/Alamy Banque D'Images

LA POLY-CULTURE-ÉLEVAGE

La polyculture-élevage est un système agricole mêlant à la fois production animale et production végétale. C'est un système très intégré où la production végétale nourrit les bêtes et où les bêtes produisent de la fumure organique qui nourrit les sols qui nourrissent les plantes.

L'histoire de l'agriculture française montre une séparation récente de l'élevage et des cultures végétales. Celle-ci résulte principalement des progrès techniques réalisés dans l'agriculture au cours du siècle dernier : découverte du procédé de production industrielle de fertilisants azotés au tout début du XX^e siècle, essor de la mécanisation du matériel agricole, agrandissement des parcelles et des exploitations, progrès de la génétique et sélection variétale, etc. Les politiques agricoles ont peu à peu concouru à une spécialisation régionale et à une simplification accrue des modèles agricoles. En Île-de-France, la céréaliculture, déjà majoritaire, a progressivement conquis l'espace au détriment du maraîchage (Figure 23) et de l'élevage [50], déjà mis à mal par l'extension de l'urbanisation. Les prairies pâturées sont retournées et mises en culture, les légumineuses disparaissent des rotations (qui se raccourcissent) et les animaux, n'étant plus indispensables pour fumer les terres ou pour travailler aux champs, sont remplacés par les engrais azotés et par les engins motorisés. À ceci s'ajoute le fait que les contraintes quotidiennes d'alimentation et de soin aux animaux ont conduit les porteurs de projets agricoles à délaisser les ateliers d'élevage au profit d'autres productions.

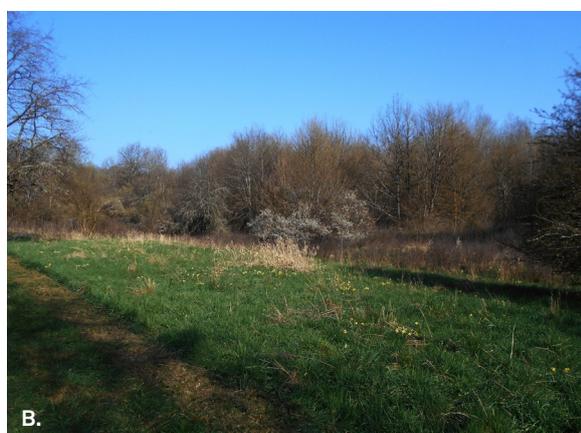


FIGURE 23 Jusqu'à la moitié du XX^e siècle, une large majorité de l'approvisionnement de Paris provenait des vergers, vignes et potagers de ce que l'on appelait la ceinture maraîchère de Paris. *Le Manuel pratique de la culture maraîchère de Paris*, traité datant du XIX^e siècle et faisant référence dans le monde entier, témoigne du savoir accumulé à l'époque par les maraîchers parisiens. © L'Institut Paris Region

PRÉSERVER ET METTRE À PROFIT LA BIODIVERSITÉ : LES PRATIQUES AGRICOLES GAGNANT-GAGNANT



A.



B.



C.

FIGURE 24 A. Parmi les milieux créés et gérés par l'homme, les prairies sont de ceux qui accueillent le plus de biodiversité. Or, elles sont dépendantes des pratiques d'élevage. En effet, sous nos latitudes, ces étendues herbacées constituent un stade intermédiaire d'évolution vers la forêt. B. Si elles ne sont pas fauchées ou pâturées, elles évoluent vers un couvert majoritairement forestier, en passant par différents stades intermédiaires : friche herbacée, puis arbustive, arrivée d'arbres pionniers et enfin stabilisation autour du stade forestier. Par conséquent, depuis la disparition des grands herbivores naturels (bison d'Europe, aurochs, élan, etc.) de nos contrées, le maintien des paysages ouverts que nous connaissons est le fruit de l'agriculture, et notamment de l'élevage, par le biais de la fauche et du pâturage. C. L'Azuré de la bugrane est un papillon commun dans les prairies. Il fréquente tous les milieux ouverts, y compris les jardins et les espaces agricoles. Sa chenille peut se développer sur plusieurs espèces de fabacées (légumineuses), dont le lotier, le trèfle et la luzerne.
© O. Ricci/ARB îdF, S. Plancke, L. Dewulf/ARB îdF

Pourtant, les systèmes de polyculture-élevage présentent plusieurs intérêts à la fois agronomiques et écologiques : diminution des intrants azotés par l'utilisation d'engrais organiques (« transfert de fertilité » des pâtures vers les cultures [49]), diminution des traitements phytosanitaires (fongicides, insecticides, herbicides) par la diversification et l'allongement des rotations, réduction de la consommation de carburant et des coûts d'entretien du matériel, autonomie alimentaire des animaux, moindre dépendance aux aléas climatiques et économiques, etc.

Du point de vue de la biodiversité, ce système permet d'introduire dans la rotation une culture écologiquement très intéressante : la prairie [51] (Figure 24).

On distingue deux types de prairies : les prairies permanentes et les prairies temporaires.

Les premières sont celles qui ne sont jamais retournées, et parfois sursemées. Plutôt localisées en fond de vallée dans notre région, elles abritent une flore spontanée riche en plantes précieuses pour la faune sauvage (plantes hôtes des chenilles, par exemple) comme pour le bétail : une flore médicinale s'y développe, qui profite au bien-être et au maintien en bonne santé des animaux. On constate que ces derniers semblent choisir de consommer certains végétaux plutôt que d'autres en fonction de leur état de santé.

Les prairies temporaires entrent quant à elles dans la rotation des cultures. Elles reconstituent la fertilité du sol entre deux types de cultures et sont utilisées pour la production de fourrage. Semées de légumineuses, elles enrichissent le sol en azote. Elles sont moins riches et moins intéressantes pour la biodiversité que les prairies permanentes parce que composées d'un mélange d'espèces végétales réduit, qui n'a pas forcément évolué en fonction des conditions locales de sol et de climat.

Intérêts de la prairie

En Europe, la biodiversité des prairies est en déclin prononcé. L'Agence européenne de l'environnement a pu évaluer que les espèces de papillons spécialistes des milieux prairiaux avaient diminué de moitié entre 1991 et 2011 [52]. C'est pourquoi de nombreux gestionnaires de sites naturels (parcs et réserves naturelles) s'appuient sur une combinaison de la fauche et du pâturage afin de créer une grande diversité de milieux permettant d'accueillir un plus grand nombre d'espèces animales et végétales (voir encadré page suivante).

Les agriculteurs travaillent eux aussi à la conservation des prairies et de leur biodiversité. À titre d'exemple, le concours général agricole « prairies fleuries » démontre que ces derniers peuvent mettre en place des pratiques permettant de conserver une flore particulièrement riche.

L'INTÉRÊT DE LA COMBINAISON FAUCHE/PÂTURAGE POUR LA BIODIVERSITÉ DES PRAIRIES

Des suivis écologiques réalisés dans des espaces naturels franciliens (espaces naturels sensibles, réserves naturelles) montrent que la flore (et par conséquent la faune) réagit différemment à ces deux types de pratiques [53].

- Le pâturage génère une forte hétérogénéité spatiale sur une même parcelle : la préférence du bétail pour telle ou telle espèce herbacée crée çà et là des zones de refus et des zones plus rases. Les préférences des bêtes varient aussi au cours de la saison ou en fonction de leur état de santé. Cette hétérogénéité spatiale génère une mosaïque de micro-habitats qui favorise des espèces animales diversifiées, depuis les papillons jusqu'aux oiseaux nichant au sol. Les déjections des troupeaux alimentent le compartiment des recycleurs (bousiers, mouches stercoraires, micro-organismes décomposeurs), ainsi que ceux qui s'en nourrissent.
- À l'inverse, s'il est vrai que la fauche avec exportation conduit à uniformiser davantage la végétation de la prairie puisque le traitement et



FIGURE 25 Prairie de fauche avec exportation. © CD77

la hauteur d'herbe sont maintenus homogènes sur l'ensemble de la parcelle, elle offre l'avantage d'appauvrir le sol, sélectionnant des espèces végétales adaptées aux milieux pauvres en azote, plus rares et plus diversifiées (Figure 25). À cet égard, il est intéressant de raisonner la fertilisation dans la mesure où celle-ci tend à diminuer la diversité de nombreux groupes tels que plantes, faune du sol et bactéries du sol [54].

Les prairies constituent un habitat important pour de nombreuses espèces herbacées, mais aussi pour toutes les espèces animales qui s'en nourrissent (consommation du nectar et du pollen, des racines, des tiges ou des feuilles), ainsi que pour leurs propres prédateurs. La recherche scientifique montre qu'en dessous de 10 % de prairies au sein d'un paysage donné, celui-ci perd ses capacités de production d'insectes, et donc ses oiseaux, qui ont besoin de cette ressource pour alimenter leurs jeunes [55, mais voir aussi l'encadré p. 8] (Figure 26). Les insectes étant à la base de l'alimentation de nombreux animaux, le maintien de prairies a également un effet positif sur d'autres auxiliaires parmi les mammifères, amphibiens, reptiles, etc.



A.



B.

FIGURE 26 A. La Bergeronnette printanière se rencontre principalement autour des zones humides (prairies, bords de rivières et de plans d'eau) mais aussi dans les plaines céréalières. B. L'Alouette des champs et son gazouillis continu sont emblématiques des cultures dans lesquelles elle niche. Les deux espèces se nourrissent essentiellement d'insectes (adultes et jeunes). Elles sont donc particulièrement sensibles à l'utilisation des insecticides, qui affectent directement leurs ressources alimentaires.
© M. Zucca/ ARB ÎdF

Outre cet intérêt pour l'accueil de la biodiversité ou la production de fourrage, les prairies endossent plusieurs rôles intéressants :

- le duo culture/ prairie est un élément fondamental pour augmenter la résilience économique des exploitations agricoles. Les prairies (qui devraient a minima représenter 15 % de l'assolement du paysage) permettent la reproduction et le maintien des pollinisateurs et des prédateurs des bioagresseurs. Elles sont également sources d'engrais organique. À défaut, on démontre que bandes enherbées et haies (à raison de 5 à 10 % de proportion de ces éléments semi-naturels) ceinturant des parcelles de taille moyenne (trois à cinq hectares), et des cultures diversifiées avec des rotations longues, conduites en agriculture biologique et/ ou en agriculture de conservation des sols constituent également des pratiques favorables au développement durable de l'agriculture (voir p. 35) [55] ;
- elles sont un atout dans la lutte contre l'érosion des sols dans la mesure où elles demeurent couvertes en permanence par la végétation herbacée ;
- elles ont une fonction épuratrice en limitant le lessivage de l'azote par les pluies et en diminuant le transfert des produits phytosanitaires par ruissellement dans les espaces non cultivés ;
- les prairies inondables constituent une opportunité pour la réduction des inondations dans les zones périurbaines. Lors des forts événements pluvieux, elles forment un champ d'expansion des crues qui réduit la vitesse de l'eau courante, qui lui permet de s'étaler puis de s'infiltrer lentement dans le sol. Elles accueillent par ailleurs des espèces très particulières voire patrimoniales, adaptées à ces changements de régime hydrique ;

- enfin, les prairies permanentes jouent un rôle important dans le stockage du carbone. À ce titre, elles sont un outil de l'atténuation et de l'adaptation (puits de carbone) au changement climatique.

Malgré cela, les prairies font aujourd'hui partie des milieux les plus menacés. Par le déclin de la filière élevage, notamment, mais aussi par certaines pratiques agricoles. Beaucoup de ces prairies sont retournées et mises en culture, voire drainées [56]. D'autres sont fertilisées ou surpâturées. Il est donc primordial de les préserver [57], et donc de maintenir, voire renforcer les pratiques agricoles permettant cette préservation.

Gérer la prairie

Comme évoqué plus haut, les prairies doivent être fauchées ou pâturées pour éviter qu'elles ne se referment naturellement sous la végétation arborée.

Dans le premier cas, une fauche tardive, réalisée en fin d'été, permet à la végétation d'accomplir tout son cycle, depuis la floraison jusqu'à la dissémination des graines nécessaire à son renouvellement. La faune peut alors bénéficier durant tout ce temps du nectar et du pollen des fleurs, puis de leurs fruits pour s'alimenter ou alimenter les jeunes. Les herbes hautes sont également utilisées par certains petits mammifères ou oiseaux pour s'abriter ou pour nicher pendant le printemps et l'été. À l'inverse, faucher plusieurs fois dans l'année ou en fin de printemps favorise plutôt les espèces végétales à développement précoce et ne garantit pas la présence de ressources et de refuges pour la faune auxiliaire, dont les pollinisateurs. Cette pratique a aussi un impact sur les oiseaux nichant au sol ainsi que sur les petits de mammifères utilisant ces espaces (lièvre,

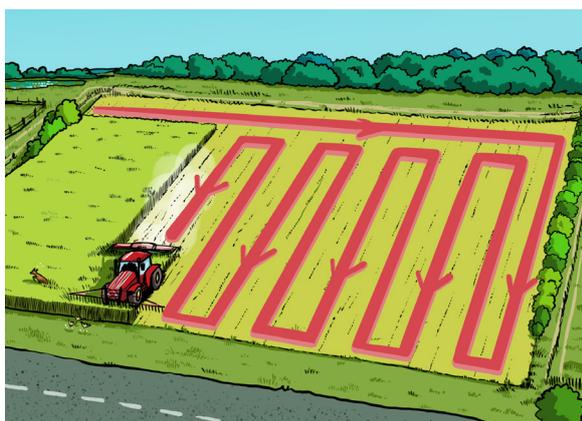


FIGURE 27 Adopter un mode de fauche dite « centrifuge » ou « sympa » permet de repousser la faune sauvage présente sur la parcelle vers ses bordures afin de lui laisser la possibilité de s'échapper. À l'inverse, une fauche partant du bord vers le milieu conduit à concentrer la faune (insectes, araignées, amphibiens, reptiles, mammifères et oiseaux nichant au sol) au centre de la parcelle, entraînant une issue fatale. Cette proposition est également valable pour la récolte de céréales, ou pour le broyage des couverts.

En outre, il est intéressant d'équiper les engins de fauche/broyage/récolte d'une barre d'effarouchement et d'avancer à vitesse modérée (moins de 10 km/h), *a fortiori* en cas de travail nocturne [59][60]. © O. Renault/ARB Îdf



FIGURE 28 Exemple de pâturage de couvert d'interculture en céréaliculture [62]. © Agrof'île

chevreuil), tout comme le type de fauche utilisé sur la parcelle (Figure 27).

L'alternance des dates de fauche d'une année sur l'autre crée des hétérogénéités intéressantes : les fauches très tardives (septembre-octobre) favorisent la faune, et les fauches estivales (juillet) favorisent les cortèges floristiques de prairies. Au sein d'une même parcelle, on peut créer ces hétérogénéités en fauchant certaines bandes ou les bordures à des dates différentes[58].

La fauche est traditionnellement utilisée pour alimenter les bêtes lorsqu'elles sont en bâtiment, lorsque les pâtures ne sont pas praticables ou qu'elles donnent des signes d'épuisement. Mais même lorsqu'elle ne sert pas pour un atelier d'élevage, la fauche doit idéalement être exportatrice : laisser l'herbe coupée en place contribue à un enrichissement du sol favorable aux espèces appréciant les sols riches comme les chardons, les rumex, les chénopodes, les orties ou encore les graminées compétitives.

Dans le cas du pâturage, afin de préserver la qualité de l'herbe des prairies et d'éviter le tassement des sols, il est recommandé de pratiquer un pâturage tournant dynamique, en intégrant éventuellement des parcelles en interculture dans la rotation ; c'est un moyen intéressant pour détruire une culture intermédiaire sans recourir aux engins mécaniques (Figure 28). L'herbe ainsi « cultivée » possède de très bonnes qualités nutritionnelles [61].

Dans les prairies pâturées, il est également possible de conserver une surface non exploitée, sous forme d'une bande étroite limitée par une clôture et à laquelle les animaux n'ont pas accès (exclus) dans l'optique de laisser

un espace d'expression pour la flore et la faune sauvage. Cet espace est à nouveau rendu accessible en fin d'été, après la floraison/fructification des plantes herbacées. Cette zone de refuge peut être déplacée d'une année sur l'autre. Enfin, le pâturage itinérant, pratique aujourd'hui

confidentielle mais présente en Île-de-France, offre l'opportunité aux plantes de disséminer leurs graines par le biais du déplacement des animaux : terre collée sous les sabots, dans les poils, ou encore dissémination par les excréments du bétail.

LES VACHES À L'HERBE OU LE SYSTÈME TOUT HERBE

Par nature, les vaches sont des animaux ruminants dont le régime alimentaire de base repose uniquement sur l'herbe. Pourtant, il n'est pas rare que les élevages bovins s'appuient aussi sur la culture de parcelles de maïs voire sur l'importation de soja pour compléter la ration alimentaire. De nombreux éleveurs s'engagent à nouveau sur un système tout herbe, uniquement fondé sur l'utilisation de prairies pâturées et fauchées. Ce système permet des économies en fourrage, mais aussi en matériel, en intrants, en eau (les besoins en eau sont de 10 l par jour à l'herbe, comparés à 60 l par jour en ensilage de maïs[63]), en temps de travail, et en frais vétérinaires, les animaux se soignant par eux-mêmes en choisissant de consommer des plantes à vertus médicinales (ortie, achillée millefeuilles, plantain, pissenlit, etc.) lorsqu'elles sont disponibles. On constate aussi que le lait des vaches nourries à l'herbe est de meilleure qualité, plus riche en vitamine A et E, en bêta-carotènes, en oméga 3 (+60 %) et oméga 6 (+12 %), et présentant un meilleur rapport oméga 3/6, avec des conséquences positives sur la santé des consommateurs[64].

Ce système tout herbe peut être complété par l'utilisation de légumes fourragers, très lactogènes, et par la plantation de haies fourragères autour des pâtures. On observe en effet que les bêtes consomment aussi les feuilles de certains arbres et arbustes,

toujours en fonction de la saison ou du moment de la journée. Les haies possèdent par ailleurs le double avantage d'offrir un complément alimentaire lors des épisodes de sécheresse, ce qui permet de différer le recours au foin (Figure 29).

Il est aussi possible de planter des arbres au sein des pâtures afin de combiner pâturage et production arboricole, tout en offrant aux animaux des zones d'ombrage en cas de fortes chaleurs. Lorsque les arbres plantés permettent la production de fruits ou de bois (arbres têtards, par exemple), on parle d'agro-sylvo-pastoralisme ou de prés-vergers. Là encore, ce mode de production, autrefois courant, a l'avantage de diversifier très fortement les micro-habitats sources d'abri, d'alimentation ou de repos pour la flore et la faune auxiliaires de l'agriculture, tout en protégeant le troupeau des aléas climatiques. Il participe en outre à une amélioration du paysage dans les campagnes.

Dans le cas des systèmes tout herbe, la prairie est gérée comme un patrimoine qui garantit une forme d'autonomie fourragère pour les agriculteurs. Elle constitue par ailleurs une source d'abris et d'alimentation pour les auxiliaires des cultures adjacentes : pollinisateurs et prédateurs de ravageurs. Il est donc intéressant de conserver une petite proportion de prairies permanentes, y compris dans un paysage spécialisé en céréales ou en oléoprotéagineux.



FIGURE 29 Le fourrage ligneux permet de pallier le manque d'herbe en été. C'est une autre possibilité intéressante offerte par l'agroforesterie. © A. Messean

LES TRAITEMENTS VÉTÉRINAIRES

Les prairies diversifiées présentent l'intérêt de diminuer le recours aux traitements vétérinaires. S'agissant des traitements vermifuges, les produits agissant sur les invertébrés colonisant les intestins des animaux affectent aussi les invertébrés du sol, en particulier les ingénieurs en charge du recyclage des excréments, comme les bousiers ou les mouches coprophages (Figure 30). De même, les antibiotiques ont un impact sur les microorganismes du sol, comme sur les bactéries qui participent à la minéralisation de la matière organique.

Ces produits peuvent rester actifs dans le sol plusieurs mois après traitement, limitant la dégradation des crottes dans le temps, et augmentant la proportion des touffes de refus. Par ailleurs, les insectes coprophages (qui se nourrissent des crottes) sont les proies de diverses espèces de vertébrés insectivores (chauves-souris, petits rapaces), indirectement impactées par les produits médicamenteux.

Dans ce contexte, les produits à large spectre d'action et notamment ceux de la famille des



FIGURE 30 Mouche exploitant du fumier de bovin.
© O. Renault/ARB IdF

avermectines sont particulièrement déconseillés. Les animaux traités peuvent éventuellement être maintenus quelques jours en stabulation ou dans des parcelles à faible valeur environnementale après leur traitement afin d'éviter la contamination des pâtures.

RESSOURCES POUR ALLER PLUS LOIN

- Pour des retours d'expériences d'agriculteurs, voir la demi-journée technique « Arbres et élevage » et la journée « Ecopastoralisme » du programme MOBIDIF (ressources : témoignages vidéo, présentations Powerpoint et fiches techniques)[65, 66].
- Le pâturage en vallées alluviales, Cahier technique du bassin de la Loire, ouvrage collectif, Pascale Larmande (coordination) 2018. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 40 p. [67].
- Guide technique « Les prairies naturelles de Champagne-Ardenne » de Becu et al. 2017. CEN-CA, CBNBP, SCOPELA, 182 pages[68].

LA DIMINUTION DES INTRANTS

Engrais azotés et pesticides de synthèse se sont généralisés dans les cultures au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle, initialement pour stimuler la production agricole destinée à nourrir une population européenne démographiquement affaiblie et en reconstruction. En Île-de-France, comme dans les autres régions de grandes cultures, les engrais azotés de synthèse ont pris le pas sur la combinaison traditionnelle légumineuses/élevage (fumure organique). Les produits phytosanitaires de synthèse ont quant à eux été utilisés pour lutter contre l'augmentation des espèces indésirables liées à la simplification des itinéraires techniques et des assolements.

Or, dès les années 1960, plusieurs scientifiques se sont aperçus des effets négatifs des intrants chimiques sur la santé des écosystèmes et sur celle des humains (voir encadré ci-dessous).

Aujourd'hui, les agriculteurs s'attachent donc à réduire l'utilisation d'intrants/médicaments de synthèse, susceptibles de perturber la structure et la vie des sols, la qualité des eaux et le bon état des écosystèmes. En effet, on sait désormais que l'augmentation passée des rendements s'est faite au détriment d'une multitude d'autres services, aujourd'hui perturbés : fertilité des sols, épuration des eaux, etc.

Le livre de Rachel Carson, *Silent spring* (printemps silencieux, en anglais), publié pour la première fois en 1962, a décrit en s'appuyant sur une base solide de travaux scientifiques et de cas d'étude l'impact des molécules de synthèse (dont le DDT et ses dérivés) sur les humains et sur les écosystèmes. La majeure partie de ses observations et de ses constats sont toujours d'actualité.

Le livre a eu un large retentissement aux États-Unis, où son auteure est devenue une célébrité en quelques années. Malgré cela, aujourd'hui, en Amérique du Nord comme en Europe, les produits de synthèse continuent d'être utilisés en agriculture. Bien sûr, les molécules et les doses utilisés sont moins nocives, mais les études scientifiques s'accumulent pour témoigner de leur influence négative sur la flore, la faune, ainsi que sur la santé humaine[69].

Réduire les pesticides de synthèse

Le terme pesticide provient de la concaténation du mot peste et du suffixe -cide (suffixe d'origine latine signifiant « frapper, tuer, abattre »). Ces produits sont conçus pour éliminer les concurrents ou les prédateurs des cultures. Toutefois, il est démontré que l'effet des herbicides, insecticides, fongicides, etc. n'est pas réellement sélectif, et qu'ils affectent indistinctement de nombreuses espèces, dont les auxiliaires des cultures [70] (Figure 31). On sait aussi que certaines molécules ne sont pas dégradées et qu'elles s'accumulent dans les organismes vivants, notamment dans les parties grasses, et que les animaux situés en bout de chaîne alimentaire les concentrent dans leur organisme en consommant leurs proies, avec des effets délétères en matière de survie et de reproduction. C'est le phénomène de « bioaccumulation ». En tant qu'organisme de fin de chaîne alimentaire, l'homme est concerné au premier chef.

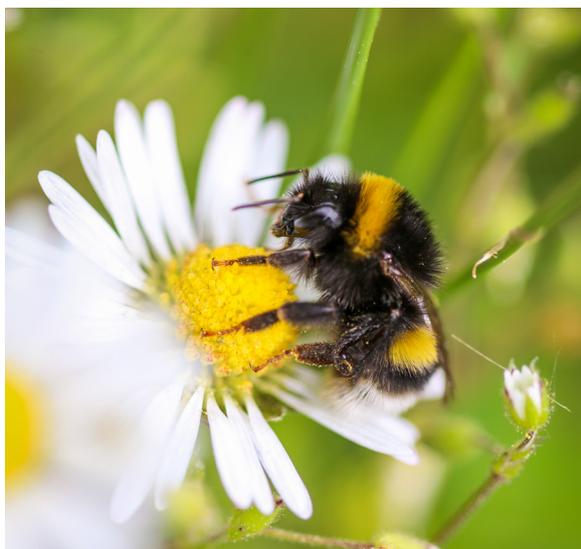


FIGURE 31 À l'instar des abeilles domestiques, les abeilles sauvages sont affectées par les traitements néonicotinoïdes, y compris à faibles doses. © O. Ricci/ARB IdF

Il est possible de réduire, voire d'arrêter l'utilisation de ces produits en modifiant ses pratiques, sans surcoût, mais en mobilisant la biodiversité agricole (voir « #2 ACCUEILLIR LA BIODIVERSITÉ SUR SON EXPLOITATION : LES GRANDS PRINCIPES AGROÉCOLOGIQUES »), en allongeant les rotations culturales (voir « Allonger la rotation des cultures » p.20), en diversifiant les cultures [40], ou en utilisant des méthodes alternatives pour l'élimination des adventices : binage, herse étrille, faux semis, etc. Par ailleurs, concernant précisément les adventices, des études scientifiques récentes semblent indiquer que ces dernières remplissent plusieurs rôles positifs dans les cultures, tels que l'augmentation de la quantité de pollinisateurs, le contrôle des ravageurs par l'accueil des larves d'insectes auxiliaires, la dépollution ou l'enrichissement des sols. D'autres travaux montrent qu'une communauté équilibrée d'adventices pourrait permettre d'atténuer les pertes de rendement des céréales [71].

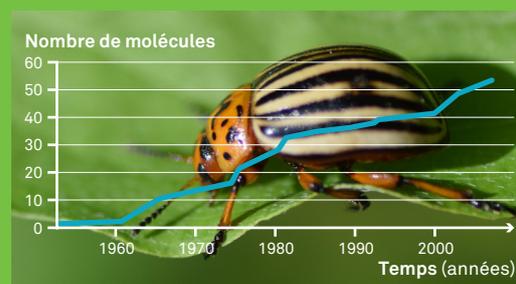
LA RÉSISTANCE AUX PESTICIDES

La définition de la biodiversité englobe la diversité génétique, spécifique ou écosystémique (voir « Qu'est-ce que la biodiversité ? Pourquoi la préserver ? » p.6) ainsi que les interrelations entre ces trois compartiments. Depuis l'énoncé de la théorie de l'évolution par Charles Darwin [72], on sait que les espèces évoluent en fonction des pressions exercées par leur environnement. Le temps de cette évolution est lié au rythme de vie des espèces en question. Ainsi, une espèce à durée de vie courte comme un insecte ou une bactérie évolue beaucoup plus vite qu'une espèce à durée de vie longue comme un grand mammifère ou un oiseau de grande taille.

Le rythme de vie rapide et le temps de génération court des insectes leur octroie une capacité d'adaptation forte aux pressions environnementales. Cette évolution est en outre d'autant plus rapide que la pression est forte. Le cas d'un insecticide fortement létal entraîne généralement deux phénomènes : la mort rapide de la majorité de la population traitée et la survie de quelques rares individus à qui leurs gènes fournissent – par hasard – la capacité de résister à l'insecticide. Pratiquement immunisés à cet insecticide, les individus survivent à son application et se reproduisent entre eux, générant de nouveaux individus résistants. C'est ainsi, schématiquement, qu'apparaissent les résistances aux insecticides.

Le doryphore est un ravageur bien connu de la pomme de terre qui a été largement étudié par les scientifiques. Pour cette espèce, on montre que le nombre de molécules auxquelles il est devenu résistant ne fait qu'augmenter depuis les années 1950, passant d'une ou deux à près de 60 aujourd'hui.

En écologie, ce phénomène d'évolution d'une espèce vis-à-vis des pressions de son environnement a été nommé « course aux armements ».



Nombre cumulé de molécules pour lesquelles le doryphore montre une résistance depuis la seconde moitié du XX^e siècle. Source : <https://www.lelivrescolaire.fr/>

Réduire les engrais azotés de synthèse

Les engrais azotés de synthèse sont une invention du début du XX^e siècle, qui a valu le prix Nobel à son auteur, le chimiste Fritz Haber. Tous les organismes vivants ont besoin d'azote pour fabriquer leurs protéines, molécules indispensables à la vie. Or, si l'azote est très présent dans l'air que l'on respire (il totalise 78 % des gaz composant notre atmosphère alors que l'oxygène n'en représente que 21 %), seuls quelques rares organismes, notamment les bactéries *Rhizobium* (voir la section « L'agriculture de conservation des sols », page 17) sont capables de le fixer. Les plantes doivent quant à elles le prélever dans le sol sous forme de molécules complexes.

Si les engrais azotés de synthèse ont eu un effet spectaculaire sur les rendements agricoles depuis un siècle, les nitrates et autres composés azotés sont aussi responsables d'intoxications et de maladies reconnues, notamment chez les agriculteurs. En outre, ils possèdent une forte capacité de dilution dans l'eau, ce qui peut générer après lessivage par les précipitations, une pollution des cours d'eau, des plans d'eau et des nappes phréatiques, dont l'eau peut devenir impropre à la consommation [73]. L'accumulation de nitrates dans les milieux naturels conduit à ce que l'on appelle l'eutrophisation (Figure 32) : l'enrichissement en azote en provenance des cultures favorise un développement important d'espèces végétales telles que les algues vertes dans les cours d'eau, les étangs ou en bord de mer (cf. la problématique des algues vertes de la région Bretagne) ou des plantes adventices compétitrices dans les cultures : orties, rumex, chardons, chénopodes, etc. [74]

Aujourd'hui, l'agriculture française utilise 4,9 millions de tonnes d'engrais azotés de synthèse par an [75]. Mais il existe des alternatives. Là où les engrais minéraux ont un effet direct, unique et très temporaire sur la plante et un effet indirect négatif sur les milieux naturels, l'apport d'amendements organiques tels que le fumier ou le compost permettent d'agir durablement sur le fonctionnement du sol, en lui apportant de l'azote organique et en stimulant la faune macro- et microscopique (carabes, vers de terre, micro-organismes, etc.). Les effets de cette stimulation biologique contribuent comme indiqué plus haut à un meilleur drainage de la terre, une diminution de l'érosion, un meilleur ancrage des plantes pour une collecte de l'eau et des minéraux plus en profondeur. Intégrer la culture d'engrais verts (légumineuses) dans les rotations est aussi une solution éprouvée pour enrichir son sol (voir la rubrique « Le semis direct sous couvert végétal », p. 18) tout en offrant abris et ressources alimentaires à de nombreux animaux auxiliaires (voir « #2 ACCUEILLIR LA BIODIVERSITÉ SUR SON EXPLOITATION : LES GRANDS PRINCIPES AGROÉCOLOGIQUES »). En outre, cela permet aussi réduire efficacement l'émission des gaz à effet de serre : la méthode « Label Bas-Carbone Grandes Cultures » publiée par le Ministère en charge de l'agriculture souligne que l'introduction de légumineuses dans la rotation culturale permet de diminuer ces émissions d'un facteur de 10 à 100 *a minima* par rapport à la réduction d'azote minéral, l'utilisation d'inhibiteurs de nitrification/de formes d'engrais moins émettrices, ou l'enfouissement des engrais dans le sol [76].



FIGURE 32 L'eutrophisation entraîne la dégradation de la qualité de l'eau, la modification des communautés végétales (et donc la perte de biodiversité), voire, à terme, à la disparition des zones humides. © J. Wegnez/CBNBP

L'agriculture biologique

La « bio » est une agriculture qui s'affranchit des engrais et des pesticides de synthèse (Figure 33) [77]. Elle s'appuie beaucoup sur la biodiversité, notamment pour la protection des cultures (lutte biologique), la lutte contre les adventices (rotations longues, jachères) ou encore la fertilisation des sols (culture de légumineuses, engrais organiques).

À titre d'exemple, une analyse de la littérature scientifique montre que la biodiversité présente dans les parcelles conduites en agriculture biologique favorise la régulation des bioagresseurs (pathogènes et ravageurs) par rapport aux systèmes conventionnels [78]. Réciproquement, l'agriculture biologique favorise la faune et la flore, et l'on mesure une richesse spécifique (nombre d'espèces présentes sur un espace donné au même moment) et une abondance (nombre d'individus présents par espèce) supérieures de 30 % et 50 % respectivement, dans les exploitations menées en bio pour différents groupes tels qu'oiseaux, insectes prédateurs, organismes du sol, plantes et mammifères par rapport à des exploitations conduites en agriculture conventionnelle [79]. Cet effet positif de l'agriculture biologique s'opère aussi à l'échelle du paysage, la diversité floristique de bordures de parcelles étant favorisée par la proportion d'exploitations en bio dans un paysage donné [80].

Une synthèse de 95 publications scientifiques [81] confirme l'influence bénéfique de l'agriculture biologique sur les plantes, oiseaux, mammifères, vers de terre, araignées, coléoptères, abeilles, papillons, autres arthropodes et microbes du sol. Les auteurs expliquent que ce résultat est très marqué en grandes cultures, mais qu'il se rencontre aussi, dans une moindre mesure, dans les paysages présentant une fréquence plus importante de surfaces naturelles telles que haies, bandes enherbées, bandes fleuries, abris/refuges et autres structures d'accueil pour la faune, éléments qui favorisent la présence et l'action des auxiliaires naturels.

Toutefois, la question des adventices reste prégnante en agriculture biologique, et le labour, souvent utilisé pour lutter contre ces plantes non désirées, impacte les habitants du sol (voir « L'agriculture de conservation des sols », page 17). C'est pourquoi certains agriculteurs s'engagent progressivement dans l'agriculture biologique de conservation des sols (ABC). Pour plus de détails, on peut se référer aux présentations de la journée « Agriculture biologique de conservation des sols » organisée le 30 novembre 2021 dans le cadre du projet MOBIDIF.

L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE EN ÎLE-DE-FRANCE

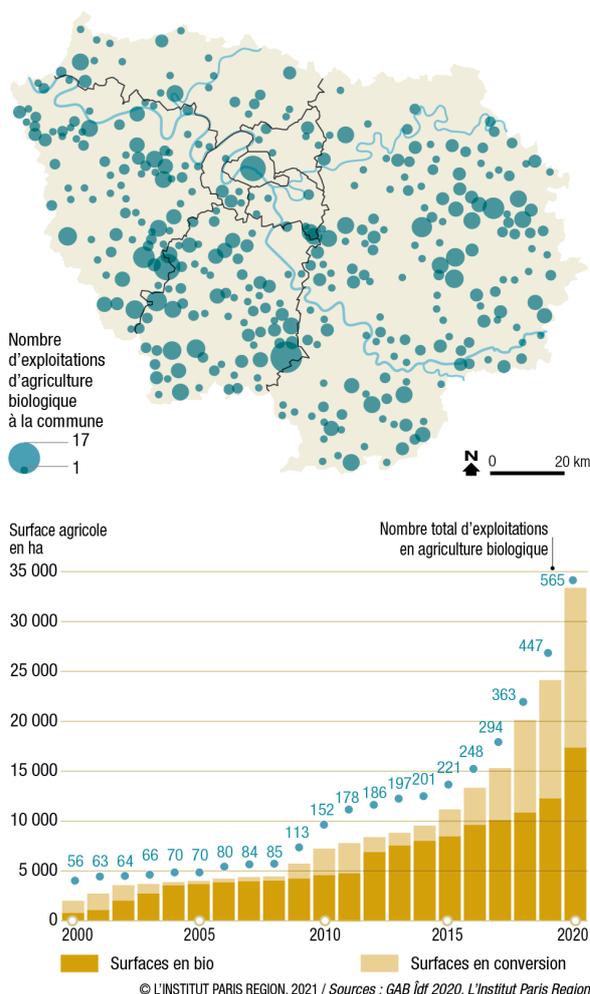


FIGURE 33 En Île-de-France, le nombre d'exploitations franciliennes en agriculture biologique est passé de 2,7 % à 11,4 % (soit de 1,2 % à 5,2 % de la surface agricole utile) entre 2010 et 2020. La Région Île-de-France a mis en place des aides spécifiques et vise 25% de surfaces agricoles en bio à l'horizon 2030.

RESSOURCES POUR ALLER PLUS LOIN

- Pour des retours d'expérience d'agriculteurs, voir la journée MOBIDIF du 30 novembre 2021 dédiée à l'agriculture biologique de conservation des sols (ABC) en Île-de-France, organisée par le GAB Île-de-France et Agrof'Île [35].
- Le rapport d'étude de M. Barbier. 2021. Combiner Agriculture de Conservation et Agriculture Biologique : à la quête du graal ! Rapport d'étude Nuffield France. 88 p. [37]





#4

ACCUEILLIR LA BIODIVERSITÉ SUR SON EXPLOITATION

Outre les pratiques agricoles décrites dans la partie qui précède, de nombreux agriculteurs agissent pour favoriser la nature non agricole sur et autour de leur exploitation. Ce faisant, ils contribuent positivement au cadre de vie des riverains et à l'attractivité paysagère et touristique des territoires ruraux. À ce titre, ils participent à l'amélioration de l'image de l'agriculture moderne, productive mais en lien avec le vivant.

La règle principale utilisée par ces agriculteurs est la même que précédemment : pour bénéficier pleinement (et gratuitement) des services liés à la flore et à la faune sauvages présentes dans et autour des parcelles, ils cherchent à multiplier les niches écologiques et les capacités d'accueil du milieu. Cela implique d'une part d'introduire sur l'exploitation des éléments non productifs, ou des éléments initialement non destinés à une vocation productive (Figure 34). Cela repose d'autre part sur la mise en place d'une gestion dite « différenciée » des espaces non productifs. Ce type de gestion revient à identifier des secteurs sur lesquels on applique un entretien dédié, différent de celui appliqué sur les parcelles cultivées ou sur d'autres secteurs de l'exploitation.

Les éléments fixes du paysage sont parfois appelés infrastructures agroécologiques (IAE) ou éléments semi-naturels. Outre leur intérêt pour l'accueil de la biodiversité, ces IAE peuvent être utilisées pour délimiter des parcelles ou, en tant que repères spatiaux, pour indiquer des secteurs particuliers de l'exploitation (milieux plus humides ou plus secs, présence d'une source, etc.). Certaines peuvent être implantées dans des secteurs non cultivables comme au-dessus de réseaux de gaz et d'électricité ou encore sous les pylônes électriques (en respectant les conditions de sécurité et d'entretien fixées par la société qui les exploite). Au pied des pylônes, par exemple, buissons et bosquets peuvent abriter la nidification d'oiseaux insectivores prédateurs de ravageurs. La littérature scientifique considère qu'une proportion de 20 % de ces éléments naturels au sein d'un paysage permet d'enrayer la perte de biodiversité [82].

BORDS DE CHAMPS, BANDES ENHERBÉES, JACHÈRES FLEURIES

Ces espaces miment les prairies : elles servent de site d'accueil, d'alimentation, de protection, de reproduction ou de repos pour la flore ainsi que pour la faune sauvage, depuis les insectes jusqu'aux grands mammifères. À l'instar des prairies temporaires, les jachères peuvent être intégrées dans la rotation des cultures pour reposer le sol ou l'enrichir en azote. Les tournières, fourrières et les secteurs où les manœuvres de tracteur sont difficiles peuvent aussi être gérés selon les principes évoqués ci-après.



FIGURE 34 Les infrastructures agroécologiques sont des éléments semi-naturels intéressants à la fois pour la biodiversité et pour l'agriculteur. Leur mise en place peut réclamer du travail, mais ils nécessitent ensuite un entretien modéré. En outre, la diminution de surface agricole liée à leur implantation est compensée par les bénéfices qu'ils fournissent sur le long terme (contrôle des ravageurs, maintien des sols, etc.). Parmi ces infrastructures agroécologiques, on peut citer :

- les éléments disposant d'un capital productif : haies et alignements d'arbres, prairies, etc ;
 - les éléments non productifs : bandes enherbées, jachères, arbres isolés avec ou sans lierre, bosquets et boqueteaux, zones humides (mares), gîtes pour la faune sauvage tels que murets de pierres sèches, tas de pierres, tas de bois, etc ;
- Multiplier la diversité de ces éléments semi-naturels permet de multiplier le nombre d'espèces auxiliaires accueillies, et par conséquent les bénéfices fournis par ces derniers (cf. le principe de la niche écologique p.11) [83].

© L. Dewulf, O. Renault/ARB IdF, M. Zucca/ARB IdF

Idéalement, ces éléments du paysage sont connectés aux continuités écologiques du territoire afin de jouer le rôle de couloirs de circulation pour la faune et la flore sauvages (couloirs que l'on appelle « corridors écologiques » parce qu'ils permettent aux espèces de se déplacer entre leurs secteurs d'alimentation, de repos, de reproduction, etc.) Suffisamment larges, ils peuvent même servir d'habitats : ils représentent alors des espaces où les espèces peuvent accomplir intégralement leur cycle de vie [84].

Les plantes des bandes enherbées et des jachères dispensent des ressources alimentaires (feuilles, fruits, graines, etc.) à de très nombreux insectes, araignées, mille-pattes, cloportes, collemboles, acariens, etc. appartenant à tous les groupes d'auxiliaires cités plus haut. Elles servent ainsi tout au long de l'année de relais gastronomique et d'hôtel pour les pollinisateurs des plantes à fleurs, vergers, cultures maraichères, etc., y compris durant la saison froide (Figure 35), durant laquelle les tiges creuses de certaines sont utilisées comme abri. Elles assurent le maintien des effectifs des prédateurs insectivores comme les oiseaux et les insectes prédateurs de vers, larves ou mollusques pendant la période où les ravageurs sont absents, afin qu'ils soient présents et opérationnels dès l'apparition de ces derniers [85].

Les jachères « environnement faune sauvage » sont parfois implantées en association avec les fédérations de chasseurs. Elles ont bien sûr pour vocation première la préservation de la petite faune sédentaire de plaine (perdrix, faisans, lièvres), mais elles présentent également un intérêt pour les espèces non chassables auxiliaires de l'agriculture, depuis les oiseaux spécialistes des milieux agricoles (Alouette des champs, Œdicnème criard ou Busard saint-Martin, par exemple) jusqu'aux invertébrés prédateurs ou pollinisateurs tels qu'araignées, orthoptères (sauterelles, criquets, grillons), etc.

Même si elles n'ont pas autant d'intérêt écologique que les larges espaces semi-naturels du paysage (notamment les prairies) [86], les bandes enherbées ou fleuries sont très avantageuses pour la biodiversité comme pour l'agriculteur (Figure 36). Elles augmentent notamment l'effet de contrôle des ravageurs de 16 % en moyenne, cet effet déclinant à mesure que l'on s'éloigne de la bande. La diversité et l'ancienneté de ces infrastructures agroécologiques influencent aussi positivement le service de pollinisation et le rendement des cultures. Enfin, on constate qu'un réseau dense de petites bandes fleuries favorise davantage ce service de pollinisation que quelques grandes bandes disséminées dans le paysage agricole [87].

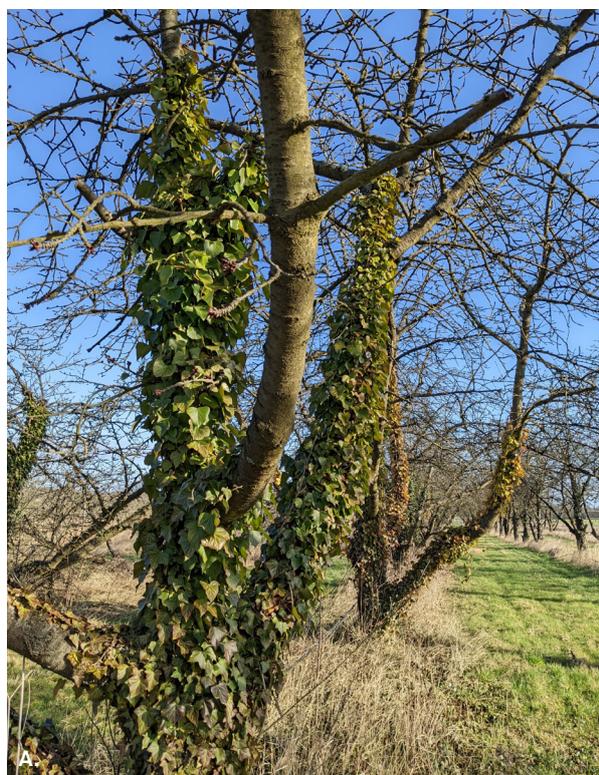


FIGURE 35 A. Le lierre est une liane d'origine tropicale rescapée des glaciations. Contrairement aux idées reçues, il n'étouffe pas les arbres et n'est pas un parasite. Il utilise juste son arbre-support comme tuteur pour aller chercher la lumière du soleil afin de faire sa propre photosynthèse. Lorsque le « tuteur » se fait vieux ou malade, le lierre prend l'ascendant, ce qui donne la fausse impression qu'il est responsable de la mort de ce dernier. En réalité, le lierre est plutôt bénéfique pour l'arbre qu'il embrasse : il lui sert de manchon protecteur contre les variations extrêmes de température. Il constitue une véritable aubaine pour les insectes et les oiseaux : son feuillage sempervirent (= qui se maintient en hiver) est un refuge permanent et un espace de choix où cacher un nid. Mais surtout, le lierre est une ressource alimentaire notable : il fleurit à l'automne, au moment où toutes les autres plantes n'ont plus rien à offrir aux pollinisateurs tardifs qui s'activent ostensiblement autour de ses fleurs. B. En hiver, ses fruits sont particulièrement appréciés des oiseaux qui hivernent dans notre région, au moment où une grande partie des autres ressources alimentaires ont disparu. © O. Renault/ARB ÎdF, A. Mollereau/CBNBP



A.



B.



C.



D.



E.



F.

FIGURE 36 Les bandes enherbées hébergent des plantes appelées « messicoles » parce qu'elles ont co-évolué avec les moissons (en latin, *messis* signifie moisson et le suffixe *-cola* veut dire habiter). A. les coquelicots et les bleuets sont les plus connues d'entre elles. B. L'Adonis annuelle et C. le Miroir de Vénus sont devenues extrêmement rares dans notre région. Concernant la faune, les espaces enherbés gérés extensivement accueillent de nombreuses espèces d'insectes prédatrices telles que D. la Decticelle bariolée ou E. la Mante religieuse, ainsi que des vertébrés tels que la Caille des blés, F. la Perdrix grise, le Lièvre d'Europe et le chevreuil, qui s'y reproduisent et s'y alimentent. © J. Wegnez/CBNBP, S. Filoche/CBNBP, O. Ricci/ARB ÎdF, A. Lagneau/ARB ÎdF, M. Zucca/ARB ÎdF

Pour terminer, jachères et bandes enherbées limitent les ruissellements et l'érosion des sols, piègent les surplus d'intrants agricoles, surtout lorsqu'elles sont implantées perpendiculairement à la pente, et réduisent les risques de colonisation des adventices dans les parcelles.

Planter une bande ou une jachère fleurie

Les espèces semées pour constituer ces zones favorables aux auxiliaires doivent préférentiellement faire partie du cortège floristique naturel du territoire. Elles peuvent être acquises auprès des fournisseurs de semences dépositaires de la marque Végétal local® [88]. Ces espaces peuvent aussi être mis en place sans semis, à partir de la banque de graines du sol, en comptant un



FIGURE 37 Exemples d'apiacée (A. Grande ammi), d'astéracée (B. Matricaire camomille) et de fabacée (C. Trèfle des prés) favorisant la présence d'insectes auxiliaires de l'agriculture.
© A. Muratet/ARB IdF

peu plus de temps. Gérés de manière différenciée (voir ci-dessous), leur composition floristique évolue en quelques années pour accueillir des espèces concurrentes des adventices.

Afin de d'améliorer l'efficacité des bandes et jachères fleuries, il est recommandé de multiplier les formes de fleurs, leur couleur, leur taille, leur potentiel nectarifère, etc. Les espèces les plus favorables aux insectes auxiliaires sont les apiacées (également nommées ombellifères) telles que les Carottes sauvages ou les Berces communes ainsi que les astéracées (également nommées composées) telles que l'Achillée millefeuille ou les centaurées. La Bourrache officinale est également appréciée des syrphes, des papillons et des abeilles. Les fabacées (également dénommées légumineuses) comme les trèfles, le Sainfoin cultivé ou le Lotier corniculé sont aussi intéressantes (Figure 37). En revanche, il est préférable de ne pas généraliser la phacélie, qui favorise l'abeille domestique au détriment des autres pollinisateurs sauvages [89].

Les bandes fleuries peuvent être implantées le long de cours d'eau ou de haies, renforçant le potentiel écologique de ces dernières, mais elles peuvent aussi être intégrées au sein d'une parcelle de très grande largeur, tous les 150 à 200 mètres. Dans ce cas particulier, elles permettent aux prédateurs tels que les carabes, par exemple, de pouvoir parcourir l'intégralité de la parcelle (Figure 38).

L'intérêt de limiter la taille des parcelles pour faciliter l'action des auxiliaires a été évoqué dans la section « Allonger la rotation des cultures » p.20. D'autres résultats scientifiques confirment une diminution de la diversité (nombre d'espèces) et de l'abondance (nombre d'individus) des oiseaux, des plantes, des papillons, des syrphes, des abeilles, des carabes et des araignées en fonction de l'augmentation de la taille des parcelles [90].

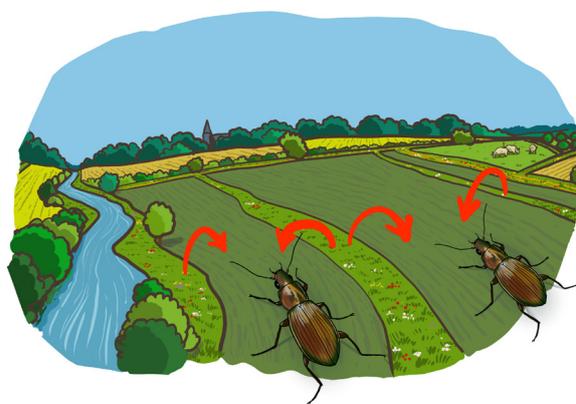


FIGURE 38 Certaines espèces de carabes ne s'aventurent pas à plus de 80-120 mètres dans une parcelle cultivée. Lorsque celle-ci est ceinturée de deux bandes enherbées au moins larges de deux mètres, elle reçoit les carabes depuis chacun de ses côtés sur l'intégralité de sa surface. © O. Renault/ARB IdF

Gérer une bande ou une jachère fleurie

L'entretien de ces espaces ne doit pas être trop fréquent, bien au contraire. Les préconisations sont identiques à celles de l'entretien des prairies énoncées ci-dessus (voir « Gérer la prairie » p.27) . Pour se départir des espèces envahissantes telles que les orties, chardons et autres, il peut être intéressant de faucher la zone avant la montée en graine, ou, pour le chardon des champs, de pratiquer un écimage au moment de la floraison [91].

À noter : Ces espaces peuvent présenter un aspect désordonné que d'aucuns qualifieraient de « sale », mais dans la nature, rien n'est ordonné, ni bien rangé. Il faut se dire que plus c'est « mal rangé », plus c'est accueillant pour les auxiliaires. La gestion au moyen d'une fauche annuelle exportatrice permet de sélectionner, après quelques années, une végétation plus bigarrée et multicolore d'aspect plus attrayant, qui constitue de surcroît une barrière contre les adventices.

Les cours d'eau, fossés et rigoles

Fossés, rigoles et cours d'eau sont des éléments continus du paysage qui, selon leur mode d'entretien, constituent des corridors écologiques favorables à la circulation de la flore et de la faune (Figure 39). A la différence des cours d'eau, les fossés et rigoles sont artificiels et ont pour objectif principal de drainer les parcelles agricoles. Mais ils peuvent être gérés de manière à assumer ce rôle tout en favorisant la biodiversité, ainsi que le bon comportement des eaux de surface en aval.

Contrairement à ce que l'on pense, le rôle d'un fossé n'est pas d'évacuer l'eau le plus rapidement possible, mais plutôt de la ralentir et de favoriser son infiltration localement. En effet, on constate que lorsqu'on cherche à évacuer rapidement l'eau par le biais d'un réseau de fossés, celle-ci s'accumule en sortie de réseau pour inonder ce qui se trouve sur place : parcelles non drainées, mais aussi secteurs urbanisés. Les dégâts sont d'autant plus importants que le réseau de fossés est dense.

Aussi ces éléments peuvent-ils être pensés comme des zones humides fonctionnelles. Ils doivent si possible présenter un tracé non rectiligne, sinueux, afin de ne pas servir de « toboggan » pour les eaux de ruissellement. Pour les mêmes raisons, ils doivent être « rugueux » : leur curage doit être limité (éventuellement tous les cinq à dix ans, et par tronçon de 100 à 200 m plutôt qu'en une seule fois), préserver une pente douce et sans surcreusement par rapport au niveau initial, et être réalisé préférentiellement à l'automne, en dehors de la période de reproduction des amphibiens, des invertébrés aquatiques (libellules) et des oiseaux. La vase issue du curage peut être déposée quelques jours en bordure de fossé afin de permettre à ses habitants (larves d'insectes aquatiques) de regagner leur refuge. Elle est ensuite exportée pour éviter le développement d'espèces nitrophiles compétitives (orties, chardons, rumex, etc. ; nitrophile = plante appréciant les sols riches en azote). Ces éléments linéaires doivent aussi comporter des aspérités qui vont, là encore, freiner la circulation des eaux.



FIGURE 39 A. les bandes enherbées des cours d'eau et fossés accueillent des espèces d'affinité humide telles qu'insectes aquatiques (libellules et demoiselles, comme B. l'Agriion à larges pattes), oiseaux et amphibiens. Ces espèces cohabitent avec une végétation propre aux zones humides : C. Iris des marais, D. Salicaire commune, etc. © T. Fernez/CBNBP, © O. Ricci/ARB IdF, S. Filoche/CBNBP

Ces aspérités sont les bandes enherbées qui les bordent. Celles-ci sont obligatoires le long des cours d'eau afin de limiter les pollutions par les intrants agricoles [92]. Elles peuvent aussi être implantées le long des fossés et rigoles. La gestion des zones refuges humides doit favoriser une végétation haute et dense dans l'optique de casser la vitesse de la lame d'eau, favorisant ainsi l'écrêtement des crues et l'infiltration à la parcelle des eaux de ruissellement. En outre, les travaux d'entretien doivent chercher à limiter le tassement de ces sols, qui y sont particulièrement sensibles.

Ce mode d'entretien présente tous les avantages évoqués ci-dessus en matière d'accueil de la biodiversité, notamment des auxiliaires des cultures : pollinisateurs dépendant des plantes à fleurs, prédateurs de ravageurs, vers de terre améliorant la porosité du sol (et par conséquent l'infiltration de l'eau).

Les bandes enherbées bordant les cours d'eau et fossés ont également la capacité de piéger les intrants (fonction épuratrice) et de réduire l'érosion lors des événements de fortes précipitations [93].

Une restriction de l'accès des troupeaux aux berges des fossés et des cours d'eau permet d'éviter le piétinement et la dégradation des berges, ainsi que la pollution de l'eau par les déjections animales. Comme plus haut, l'utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires est à proscrire.

RESSOURCES POUR ALLER PLUS LOIN

- Pour des retours d'expérience d'agriculteurs, voir les rencontres techniques du 7 et 10 janvier 2022 consacrées aux infrastructures agroécologiques organisées par le GAB-idf et Agrof'Île dans le cadre du programme MOBIDIF (ressources : présentations vidéo et présentations PowerPoint) [94].
- La plaquette « Des bandes fleuries diversifiées et pérennes, favorables à la biodiversité et à la lutte biologique ; Résultats de huit années d'essais en grandes cultures dans le bassin parisien » de l'UMR d'Agronomie INRAE-AgroParisTech [89].
- Le guide « céréalières et biodiversité : une synergie à réaffirmer » [95], fiche 1-Optimisation des bordures de champs.
- Les fiches techniques de la biodiversité en zones de grande culture - CIVAM oasis Champagne-Ardenne » [96], fiche 3- Implantation : quels aménagements pour quels objectifs ?
- La fiche « Zone enherbée-Protéger contre l'arrachement, provoquer la sédimentation et favoriser l'infiltration » [97] de l'Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols (AREAS).
- La fiche technique « Les bandes enherbées » du recueil d'expériences « Agriculture et biodiversité, comment améliorer la biodiversité sur votre exploitation ? » [98].
- La typologie des bords extérieurs des champs adaptée aux plaines céréalières du programme national AgriFaune [99].

LISIÈRES DE BOIS ET HAIES

Depuis les années 1950, les haies champêtres déclinent inexorablement dans les paysages ruraux français. On considère que 70 % d'entre elles ont déjà disparu – soit 1,4 millions de kilomètres – sous les effets conjoints de l'aménagement foncier (remembrement), de la mécanisation et de la déprise agricole. Et ce déclin perdure de nos jours : 3 000 km de haies sont plantés chaque année tandis que 23 500 km sont encore arrachés [100].

La disparition de ces éléments conduit à une simplification du paysage qui entraîne une réduction de la biodiversité agricole. À titre d'exemple, deux études menées dans trois départements français ont montré que cette simplification des paysages dans les grandes plaines céréalières pouvait réduire de moitié la richesse en oiseaux par rapport à celle des paysages bocagers [101].

Or, ces structures végétales remplissent plusieurs fonctions intéressantes (Figure 40 [102]), parmi lesquelles :

- la régulation du climat : la haie permet le stockage du carbone à long terme dans la mesure où elle est entretenue de manière moins fréquente qu'une prairie ou qu'une culture [103]. Elle crée localement un micro-climat plus frais et ombragé bénéfique aux animaux en cas de fortes chaleurs. Elle joue aussi le rôle de brise-vent, régulant la température et la vitesse du vent, réduisant le risque de verse ou l'érosion éolienne sur une distance équivalente à quinze à vingt fois la taille des arbres qui la composent, donc sur plusieurs centaines de mètres [104];
- l'infiltration et l'épuration des eaux de ruissellement : La haie contribue au cycle de l'eau, ainsi qu'à l'amélioration de sa qualité en dégradant nitrates et molécules phytopharmaceutiques, limitant ainsi les pollutions en aval;
- l'amélioration et la conservation des sols/lutte contre l'érosion : Le réseau de racines retient la terre, notamment dans les pentes. Plus profond, il permet de capter l'eau et les minéraux plus efficacement pour les restituer aux cultures. Les racines fines, associées aux champignons (mycorhizes, voir « L'agriculture de conservation des sols » p.17) stimulent l'activité biologique des sols. Les feuilles et les branches mortes, formant une couche de litière à l'automne, stimulent également l'activité de la faune du sol (vers de terre, décomposeurs, micro-organismes, etc.) et constituent un humus riche en matière organique. En outre, les haies sont particulièrement intéressantes pour freiner le ruissellement lors des épisodes de fortes précipitations (mesures naturelles de rétention des eaux) [105];
- l'accueil de la biodiversité et le maintien d'équilibres écologiques : la haie offre tout à la fois ressources alimentaires (fruits, nectar, huiles, résines, bois), sites de reproduction, abris où passer l'hiver (dans les tiges creuses, sous l'écorce des ligneux ou dans la litière), protection contre les produits phytosanitaires, couloirs de déplacement au sein de la matrice agricole et des paysages adjacents (continuités écologiques

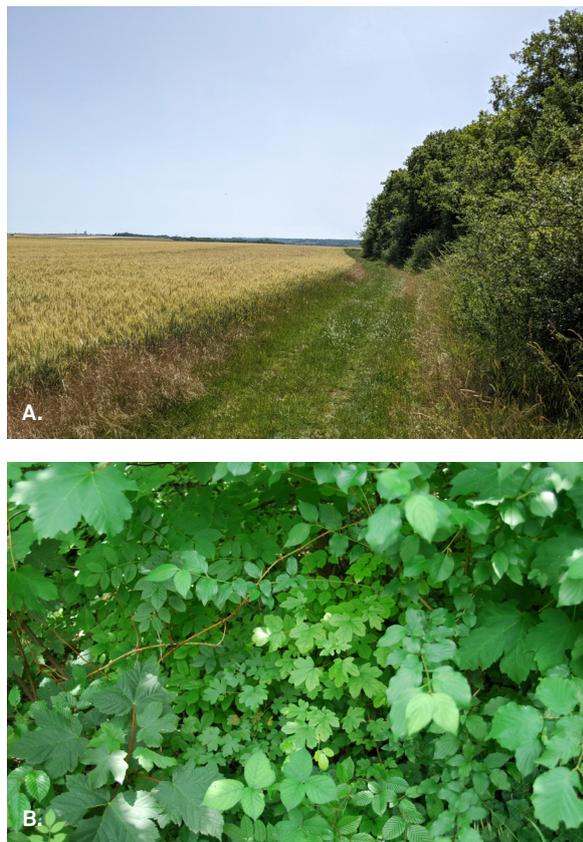


FIGURE 40 A. les haies rendent de nombreux services parmi lesquels le maintien des sols, des températures et de la biodiversité, la production de ressources variées ou encore la diversité des paysages. B. Exemple de haie très diversifiée ne comptant pas moins de huit espèces différentes. © O. Renault/ARB ÎdF

- de la trame verte et bleue). C'est donc une source importante d'auxiliaires : ingénieurs du sol, recycleurs, pollinisateurs, prédateurs de bioagresseurs ;
- la fonction de production : la haie est source de différentes productions économiquement valorisables telles que fourrage ligneux complémentaire aux prairies de fauche ou aux pâtures (haies fourragères), bois de chauffage ou utile pour l'exploitation (piquets de clôture, litière, paillage), divers et nombreux types de fruits (pommes, poires, merises, groseilles, cassis, sureau ou encore fruits à coques tels que noix et noisettes), champignons, miel. C'est aussi une clôture naturelle pour les animaux ;
 - l'amélioration du cadre de vie : les haies structurent et agrémentent les espaces ruraux, préservant ainsi les paysages et l'attractivité touristique des territoires.

Planter une haie

Sur une exploitation agricole, la haie doit respecter trois grands principes :

- l'innocuité vis-à-vis des cultures adjacentes : elle ne doit pas apporter de maladies ou de ravageurs ;
- l'apport de ressources alimentaires et d'abris pour tous les groupes d'auxiliaires évoqués dans ce livret ;
- la fourniture de ces ressources tout au long de l'année.

Idéalement, une haie ne doit pas ressembler à un mur, composé d'un plan horizontal (la culture ou la prairie) bordé d'un plan vertical (les arbres). Elle doit plutôt mimer une lisière forestière ou un ourlet pré-forestier avec, de chaque côté, une strate herbacée, une strate buissonnante et une strate arborée, qui accueillent chacune des espèces manifestant des préférences différentes en matière de lumière, de hauteur, d'humidité, de sensibilité au vent, etc. C'est en effet dans les espaces de lisières que l'on retrouve la plus grande diversité d'espèces car elles accueillent à la fois les espèces de milieux ouverts et de milieux fermés. De fait, la plupart des auxiliaires cités dans ce guide sont présents dans une haie bien développée.

La haie peut être implantée entre deux parcelles, au sein d'une parcelle très large (voir la section précédente), en bordure de prairie, entre deux mares ou le long d'un cours d'eau, s'il en existe. Elle est idéalement connectée à d'autres éléments du paysage tels que boisements, bosquets ou autres haies, afin de constituer des continuités écologiques favorables aux déplacements de la flore et de la faune (insectes, reptiles, oiseaux, mammifères, etc. - Figure 41). En secteur urbain ou périurbain, il est recommandé de connaître et de respecter la législation en vigueur. Sur les terrains en pente, afin de jouer son rôle de frein à l'érosion, la haie est implantée perpendiculairement à la pente [106].

En fonction de l'espace disponible, la haie peut comporter une ou plusieurs rangées d'arbres et s'étaler sur cinq à dix mètres de large. Dans le cas d'une haie comportant plusieurs rangs, un espacement d'environ 80 cm entre chaque plant est préconisé, mais sans forcément suivre un motif parfaitement géométrique. Il est primordial d'anticiper le volume final de la haie à planter, en fonction de sa finalité : haie taillée basse (clôture), haie constituée d'arbres de haut-jet (brise-vent), etc. Anticiper la largeur définitive de la haie permet de prévoir à l'avance les contraintes d'entretien futures à proximité des espaces de circulation des engins agricoles.

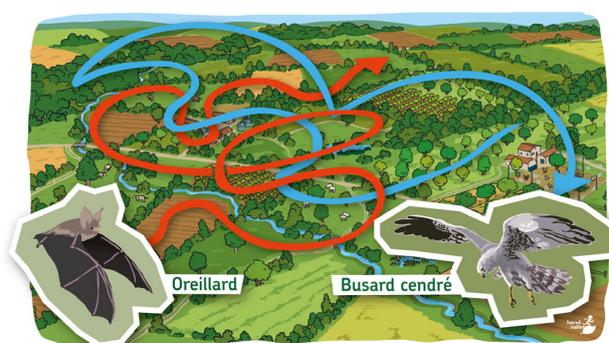


FIGURE 41 Les haies et les alignements d'arbres participent à la « trame verte et bleue ». Ils servent d'abris, de gîtes et/ou de zones d'alimentation ainsi que de couloirs de déplacement pour un grand nombre d'espèces animales, dont une bonne proportion de prédateurs de bioagresseurs, comme les chauves-souris ou les rapaces. © H. Nallet

La haie champêtre, ou haie vive, est généralement constituée d'espèces diversifiées (cinq espèces au minimum, mais idéalement beaucoup plus) afin d'étaler floraison et fructification sur toute l'année, dans l'optique d'accueillir le plus grand nombre possible d'auxiliaires différents. L'attrait pour les auxiliaires est plus fort lorsque la haie est constituée d'essences indigènes : espèces mellifères, productrices de baies et de fruits sauvages, par exemple. C'est pourquoi il est plus intéressant de faire appel à un fournisseur de plants de la marque Végétal local®, ou au moins d'éviter les espèces horticoles et ornementales, moins intéressantes pour la biodiversité sauvage. En Île-de-France, l'association « Les croqueurs de pommes » travaille à l'implantation de variétés génétiques anciennes et locales d'arbres fruitiers.

Les chantiers de plantations d'arbres et d'arbustes sont parfois réalisés à partir de plants déjà âgés, hauts de 80 à 120 cm de haut, parfois plus, afin de présenter rapidement un aspect bien visible. Cette stratégie n'est pas toujours optimale, car les racines de ces plants ont souvent été coupées pour être livrés depuis leur pépinière, affaiblissant ainsi leur capacité de reprise. Aussi, les arbres/arbustes implantés à partir de plants forestiers, voire les semis d'arbres, produisent un résultat moins spectaculaire au départ, mais bénéficient de meilleures chances de reprise, même sous des conditions météorologiques difficiles, ainsi qu'un développement plus vigoureux au cours des années : ils peuvent dépasser en hauteur, en l'espace de quatre ou cinq ans, des arbres plantés plus grands.

La plantation a lieu en automne/hiver, de novembre à mars pendant la période de repos de la végétation (Figure 42).

Un paillage végétal peut être réalisé à partir de bois raméal fragmenté (BRF). Il est plus écologique que les bâches plastiques qui se déchirent dans le temps, laissant en terre des lambeaux de plastique polluants. Le paillage limite la concurrence des plantes herbacées, mais il a aussi et surtout la propriété de stimuler l'activité des microorganismes du sol, dont les champignons, qui vont s'associer sous forme de mycorhizes aux racines des plants, leur garantissant un plus grand volume d'exploration du sol à la recherche d'éléments nutritifs (voir p. 17 du présent livret). Un arrosage peut être réalisé lors de la plantation, mais si les espèces choisies sont des espèces indigènes, donc adaptées au type de sol et au climat, l'arrosage n'est plus nécessaire par la suite.

À noter : il est aussi possible de laisser une haie se constituer toute seule à partir de la banque de graines du sol, en arrêtant totalement d'entretenir une bande enherbée. La haie s'installe alors d'elle-même, au bout de plusieurs années (au moins 20 ans, mais tous les stades intermédiaires sont intéressants pour la biodiversité, en particulier la ronce, malgré sa mauvaise – et injustifiée – réputation, qui est facilement contrôlable par des moyens mécaniques). Cette méthode est plus longue, mais ne coûte rien. Et les arbres qui apparaissent sont totalement adaptés aux conditions de sol et au climat, ainsi qu'aux besoins de la faune. On peut aussi faciliter l'implantation d'une telle haie en créant des « pièges à graines », constitués par exemple de branches mortes laissées au sol. Ces méthodes de reconstitution naturelle sont à privilégier sur les plateaux secs, assez inhospitaliers pour les haies et où les plantations rencontrent un fort taux d'échec.



FIGURE 42 Plantation sur deux rangs de 250 mètres de haie à double vocation brise-vent et biodiversité dans la plaine de Milly-la-Forêt.
© Agrof'île

Entretien une haie

La haie ne nécessite pas de gestion intensive. L'entretien est réalisé tous les deux à cinq (voire dix) ans en fonction de l'espace que l'on désire lui laisser, et ce en dehors de la période de reproduction des oiseaux (avril à août).

L'entretien est réalisé sur la base d'un plan de gestion permettant de gérer un « capital bois », préférentiellement à la tronçonneuse ou au lamier à disques. Ces outils permettent une coupe nette des branches, ce que ne permet pas un broyeur (épareuse) qui éclate les branches, créant des blessures difficiles à cicatriser pour les arbres, au risque de les fragiliser et de les faire tomber malades (et donc de les rendre dangereux). Le bois coupé est utilisé comme bois de chauffage ou broyé en paillage végétal (BRF). Il est également très intéressant de conserver du bois mort au sol afin de stimuler l'activité de la faune et des microorganismes du sol (Figure 43). Pour mémoire, 30 % de la biodiversité dans les forêts dépend de ce bois mort [107]. Le pied de haie est géré comme une bande enherbée (voir section précédente).

De temps à autre, il peut être opportun de recéper une section de haie (pas plus d'un tiers de la haie au même moment). Ce mode de gestion consiste à couper les arbres à 10 ou 15 cm du sol, mais en pratiquant un recépage sélectif, c'est-à-dire en conservant certains arbres pour leur potentiel de bois de charpente/meuble ou en conservant des vieux arbres creux abritant une biodiversité extrêmement riche : champignons, mousses et lichens, coléoptères saproxylophages (= qui se nourrissent de bois mort), papillons, larves de syrphes, espèces cavicoles telles que rapaces nocturnes, pics, chauves-souris, etc. Le recépage d'un arbre entraîne la production d'un individu à plusieurs tiges, que l'on nomme « cépée ». Ce procédé permet de rajeunir mais aussi de densifier une haie. Le recépage est parfois aussi réalisé au cours des premières années d'implantation de la haie afin que celle-ci devienne rapidement plus dense et plus fournie.

Tout comme pour l'entretien des bandes enherbées, il est déconseillé d'utiliser toute forme d'intrants dans l'entretien d'une haie, ou de travailler le sol. Le lierre doit aussi être conservé (Voir Figure 35), ainsi que d'autres lianes telles que clématites et chèvrefeuilles, ou encore les ronciers (producteurs de mûres). Ces végétaux, qui ne sont pas des menaces pour les arbres, favorisent de nombreux auxiliaires, pollinisateurs ou prédateurs (Figure 44).

Labels et filières valorisation

Plusieurs labels concernent la plantation et la gestion des haies, dont le label Haies, qui promeut des pratiques de gestion écologique et qui soutient des filières durables de distribution du bois issu du bocage. En effet, comme évoqué plus haut, les haies inter ou intraparcélaires peuvent constituer une intéressante source de revenus.



FIGURE 43 A. La Clavaire en chandelier se développe dans les sous-bois de feuillus, sur des troncs d'arbre mort ou les vieilles souches. B. Les adultes du Petit capricorne sont floricoles mais leurs larves grandissent dans le bois des vieux arbres.
© G. Grandin/ARB ÎdF, O. Ricci/ARB ÎdF

Gérées selon un plan de gestion durable (PDGH) [108], elles peuvent alimenter la filière bois énergie. Afin de conserver toutes les fonctions évoquées ci-dessus, il est fondamental de mettre en œuvre des modalités de gestion qui respectent le cycle de la haie, assurent son renouvellement et sa régénération au cours du temps, et qui évitent sa surexploitation et sa dégradation. Ces modalités peuvent contribuer à séquestrer le carbone dans le sol et la biomasse aérienne, en accord avec le label « bas-carbone » du ministère de l'écologie, qui récompense les acteurs de la lutte contre le changement climatique [109].



FIGURE 44 Espèces typiques des haies

A. L'Églantier (Rosier des chiens) et B. l'Aubépine à un style sont des arbustes typiques des haies, appartenant à la grande famille des rosacées, comme nos rosiers d'ornement ou comme nos fraisiers et nos pommiers. Ils servent d'hôtel et de supermarché pour de nombreuses espèces, dont C. la Pie-grièche écorcheur, connue pour empaler ses proies (majoritairement des invertébrés) sur les pointes des arbustes épineux, D. le Bruant jaune, qui se nourrit en hiver de graines tombées sur les chemins ou découvertes dans les labours, et en été d'insectes, araignées et autres invertébrés dont il alimente aussi ses poussins, ou encore E. le Hérisson d'Europe, anti-limace notable, qui capture ses proies (mollusques, vers de terre, insectes, etc.) jusqu'à 250 mètres des haies sous lesquelles il circule.

© O. Renault/ARB ÎdF, A. Mollereau/CBNBP, G. Larrègle, ASCPF, P. Gigou

RESSOURCES POUR ALLER PLUS LOIN

- La rubrique « planter des haies pour la faune sauvage » du site internet du Pôle bocage et faune sauvage de l'Office français de la biodiversité [110].
- La fiche technique « Les haies » du recueil d'expériences « Agriculture et biodiversité, comment améliorer la biodiversité sur votre exploitation ? » de la Ligue pour la protection des oiseaux [98].
- La fiche « Haies et buissons » du guide « Céréaliers et biodiversité : une synergie à réaffirmer » [95].
- La fiche « Les haies » du guide « Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitation agricoles (IBIS) » [111].
- Le guide de préconisations de gestion durable des haies de l'AFAC-Agroforesteries [112].

Cas des bosquets, arbres isolés, trognons et têtards

Éléments ponctuels plutôt que linéaires du paysage, les bosquets, les buissons et les arbres isolés sont plus fréquents dans les paysages d'openfield (Figure 45). Ils présentent plusieurs intérêts : ce sont des marqueurs du paysage, des points de repère pour identifier mares, gouffres, puits. Ils peuvent çà et là avoir une valeur historique. Le long des cours d'eau, leurs racines maintiennent les berges érodées. Ils ont aussi un effet sur le fonctionnement du sol (chute de feuilles mortes, associations avec des mycorhizes : voir la section précédente), être un relai pour les auxiliaires (abri, perchoirs à rapaces et sources de nourriture telles que pollen, nectar, fruits, feuilles, bois, etc.). Par exemple, des mésanges peuvent coloniser un boisement distant d'un kilomètre grâce à un arbre isolé entre deux boisements [98]. Ils peuvent également produire de l'ombrage et du fourrage pour les animaux domestiques, des fruits (noix, châtaignes, pommes, poires, etc.) et/ou du bois d'œuvre/de chauffage. Laissés libres, ils stockent le carbone atmosphérique.



FIGURE 45 Dans ce paysage, bosquets et arbres isolés sont utilisés par diverses espèces pour se déplacer au sein de l'espace agricole. On parle ici de continuités écologiques dites « en pas japonais ». Jeremy Richards / iStockphoto.com



FIGURE 46 Les arbres morts sont source de vie : ils sont favorables aux larves des coléoptères saproxylophages et aux pics qui les consomment, aux mousses, aux lichens, aux champignons saprophytes ou encore aux animaux cavicoles tels que les chouettes ou les chauves-souris, qui nichent dans des cavités naturelles (d'où le terme de « cavicole »). Ce sont plusieurs milliers d'espèces qui dépendent du bois mort, depuis les vertébrés jusqu'aux microorganismes du sol, bactéries et champignons, participant au recyclage de la matière organique [107]. © O. Renault/ARB ÎdF

Il est donc utile de les préserver et de les valoriser en prenant garde à leur état sanitaire et en maintenant un enherbement à leur pied (comme la bande enherbée au pied d'une haie). Le désherbage chimique est à proscrire. L'arbre mort est également un élément du paysage fondamental pour certaines espèces (Figure 46). Il doit être maintenu s'il n'est pas dangereux (par exemple lorsqu'il est situé à proximité d'un chemin où une branche morte pourrait tomber sur un passant. Dans ce cas, il peut être conservé mais taillé en chandelle, c'est-à-dire que le houppier de branches est retiré pour ne conserver que le tronc.)

Certaines essences peuvent être taillées en têtard (Figure 47). C'est le cas du saule, mais aussi du chêne, du frêne ou encore du charme.



FIGURE 47 La taille d'un arbre en têtard, réalisée tous les dix à quinze ans, permet de produire du bois (de chauffage, principalement) ou traditionnellement de l'osier pour les saules. Elle provoque aussi un développement intéressant du tronc de l'arbre, créant une cavité en son sein qui se verra occupée par de nombreuses espèces dont les auxiliaires cités dans ce document. © O. Renault/ARB ÎdF

Cas des ripisylves

Les ripisylves (du latin *Ripa* : rive/bord et *Sylva* : bois/forêt), sont les bandes boisées que l'on trouve en bordure de rivière. On les appelle aussi forêts riveraines. Elles présentent plusieurs propriétés intéressantes : en premier lieu, à l'instar des haies et des bandes enherbées, elles absorbent les effluents en provenance des parcelles cultivées (reliquats azotés ou produits phytosanitaires), contribuant à l'amélioration de la qualité des milieux aquatiques. En outre, elles freinent de manière très efficace l'érosion des sols en cas de fortes précipitations tout en jouant un rôle important d'amortissement des inondations en cas de crue des cours d'eau. Leurs racines maintiennent les berges, et les arbres qui les constituent sont aussi d'efficaces dispositifs brise-vent, à l'instar des haies. Leurs feuilles enrichissent le sol et leurs racines l'aèrent en profondeur (d'où l'effet tampon intéressant dû à l'infiltration de l'eau lors des épisodes de crue). Les ripisylves sont aussi particulièrement intéressantes pour la biodiversité (Figure 48).

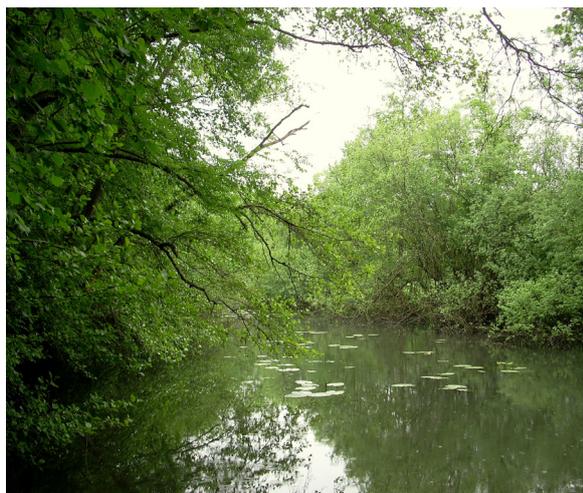


FIGURE 48 Les ripisylves sont des hauts lieux d'accueil pour la biodiversité : leurs racines fournissent des refuges, abris et sites d'alimentation pour de nombreuses espèces d'insectes aquatiques, de poissons, etc. L'ombrage fourni par les arbres crée aussi des zones plus fraîches pour la faune aquatique.
© M. Zucca/ARB ÎdF

Les ripisylves sont schématiquement des haies bordant un cours d'eau. Les préconisations d'implantation et d'entretien sont par conséquent les mêmes que ci-dessus.

Il peut être intéressant de percer quelques « trouées » au sein des arbres, de manière à créer des secteurs plus lumineux et plus chauds. La gestion des embâcles liés à la chute de bois mort est réalisée en partenariat avec les syndicats de rivière, les établissements publics d'aménagement et de gestion des eaux (EPAGE) ou les cellules d'assistance technique à l'entretien des rivières des Départements. Souvent, ces embâcles ne posent pas de problème, au contraire : ils augmentent l'hétérogénéité des milieux naturels, créent des zones calmes, ou des remous, accueillant des espèces aux besoins écologiques diversifiés.

RESSOURCES POUR ALLER PLUS LOIN

- La réglementation sur les cours d'eau, sur le site départemental de l'eau de Seine-et-Marne [113].

Cas des vergers et des vignes

Vergers et vignes bénéficient également de l'action des auxiliaires cités dans le présent document : organismes du sol qui améliorent sa fertilité, pollinisateurs qui assurent la fructification et prédateurs qui régulent les ravageurs.

L'accueil de ces auxiliaires dépend beaucoup de la présence d'espaces-refuges végétaux. L'enherbement des pieds d'arbre et des ceps est intéressant pour accueillir ces espèces, au même titre que les bandes enherbées évoquées dans la section « Bords de champs, bandes enherbées, jachères fleuries » p.35. Elles abritent et nourrissent les populations d'araignées, d'insectes prédateurs et d'oiseaux qui seront par conséquent déjà présents en abondance suffisante dès les premières attaques de ravageurs.



A.



B.

FIGURE 49 Insectes parasitoïdes, chauves-souris et oiseaux insectivores réduisent les dégâts des arthropodes et autres vers des fruits [114]. **A.** La chouette Chevêche d'Athéna affectionne les vergers disposant d'arbres à cavités dans lesquels elle chasse insectes et petits rongeurs. **B.** L'Isodonte mexicaine est une guêpe qui paralyse ses proies avant de les glisser dans un tube creux (tige creuse, trou de mur) afin d'y pondre ses œufs. Elle bouche ensuite le tube avec des herbes sèches. Les proies, généralement des orthoptères, sont utilisées par les larves de la guêpe pour se développer. Les adultes se nourrissent de nectar et participent donc à la pollinisation. © M. Plancke, B. Honoré

Pour favoriser certains de ces prédateurs, il peut être intéressant de disposer dans ou autour de la parcelle des nichoirs pour les oiseaux tels que mésanges, rouges-gorges, ou chouettes chevêches, pour les chauves-souris [115] ou des hôtels à insectes (bûches percées de trous, par exemple) favorables aux guêpes parasitoïdes (Figure 49).

En outre, l'enherbement stimule aussi le travail de la faune du sol et réduit les risques d'érosion, *a fortiori* dans les parcelles pentues.

La présence d'arbres/de haies (Figure 50) autour des parcelles favorise aussi ces auxiliaires, tout en tamponnant les variations extrêmes de température : canicule estivale et gel hivernal. Ainsi, les fruits sont moins sensibles aux aléas climatiques que l'on sait de plus en plus fréquents.



FIGURE 50 La vigne sauvage, considérée comme l'ancêtre de nos vignes cultivées, est une liane protégée qui pousse dans les forêts alluviales. La présence d'arbres en vigne n'est donc pas négative. Les vrilles peuvent même s'appuyer sur les branches des arbres pour s'élever vers la lumière. Le mélange vigne/arbres fruitiers demande un entretien particulier, mais s'avère tout à fait intéressant, notamment pour résister aux gels tardifs. © C. Parisot

RESSOURCES POUR ALLER PLUS LOIN

- Pour des retours d'expérience d'agriculteurs (ressources : vidéo des interventions, présentations Powerpoint et fiches techniques), voir la journée « Biodiversité cultivée et spontanée au service de la vigne » [116] ainsi que la journée « Vergers maraichers » [117] du programme MOBIDIF.
- Le guide technique « Favoriser la biodiversité dans ses vignes » de la Ligue pour la protection des oiseaux [118].
- Le guide CARABE (Condensé de mesures Agricoles Régionalisées pour pArtager des expériences en faveur de la Biodiversité En viticulture) élaboré par les membres du Groupe Technique National Agrifaune, qui vise à recenser les mesures agricoles et les initiatives locales en faveur de la biodiversité en viticulture [119].

MARES, MOUILLÈRES ET POINTS D'EAU

Les mares sont des plans d'eau de petite surface, de moins de 1 000 m² en général (il n'existe pas de définition officielle de la mare dans la législation française). Elles ne comprennent pas d'ouvrages d'entrée et de sortie, à la différence des étangs (Figure 51). Les mouillères sont des mares particulières, issues de l'accumulation d'eau de pluie au sein des parcelles agricoles. Elles dépendent uniquement des conditions météorologiques et sont par définition temporaires.



FIGURE 51 Les zones humides telles que les mares abritent une biodiversité particulièrement riche. Leurs bordures enherbées accueillent les espèces déjà évoquées à maintes reprises dans le présent document, mais leurs berges humides et leurs fonds hébergent d'autres espèces dotées d'un large spectre de préférences écologiques, depuis les espèces végétales appréciant seulement d'avoir les pieds mouillés que l'on retrouve plutôt en haut de berge (Iris des marais, joncs, Menthe aquatique), jusqu'aux espèces enracinées en fond de mare qui se développent plutôt au centre (nénuphars). Ces espèces végétales variées favorisent la présence de leurs herbivores associés et des prédateurs de ces derniers (macro invertébrés comme les libellules ou les coléoptères aquatiques, amphibiens, reptiles, oiseaux), qui viennent s'y rafraîchir, s'y cacher, y chasser, s'y reproduire, etc. © A. Lebourg/CBNBP

Créer une mare

Il existe de nombreux guides sur la manière de créer une mare, dont l'excellent guide de la fédération des clubs Connaître et protéger la nature (CPN) [120], et il n'est pas pertinent d'entrer ici dans les détails. De manière générale, le contour des berges d'une mare est le plus sinueux possible afin de maximiser la longueur du contour de la mare, ceci dans le but d'augmenter sa capacité d'accueil de la biodiversité (Figure 52). Les berges sont en pente douce dans l'optique d'accueillir tout le gradient des plantes des milieux humides, depuis celles qui apprécient juste un peu d'humidité jusqu'à celles qui s'enracinent en eau plus profonde. Les pentes douces permettent aussi à la faune aquatique (amphibiens, par exemple) d'entrer et de sortir facilement de la mare lors de ses déplacements ou migrations. Elles offrent enfin la

possibilité aux animaux terrestres malencontreusement tombés à l'eau (hérissons, par exemple) de s'extraire facilement du point d'eau et d'échapper à la noyade. À défaut, il est recommandé d'aménager une rampe de sortie, par exemple sous la forme d'une planchette remontant vers la berge.

La mare comprend idéalement un secteur plus profond au sein duquel se réfugient ses habitants en période de gel ou en période de forte sécheresse et d'évaporation de l'eau. Il est possible d'aménager une mare temporaire, susceptible de s'assécher en été. L'important est qu'elle soit en eau au printemps pour accueillir la reproduction des amphibiens et des libellules.

Il n'est pas souhaitable de planter des espèces végétales, encore moins celles du commerce, qui peuvent se révéler envahissantes (jussie, myriophylle, etc.). En revanche, si l'on « enseme » le point d'eau avec un peu de vase prélevée dans un plan d'eau alentour, les plantes peuvent s'installer plus rapidement, accompagnées de quelques larves d'espèces prédatrices de moustiques.



FIGURE 52 Quelques exemples d'habitants de la mare : **A.** têtards de Crapaud commun et **B.** libellule en mue : les larves de libellules passent plusieurs mois, voire plusieurs années, au fond des points d'eau où elles sont prédatrices d'invertébrés aquatiques et parfois, selon les espèces, de petits alevins et de têtards. Pour leur métamorphose, les larves se hissent sur une tige au-dessus de la surface de l'eau. L'adulte qui émerge de l'exuvie (= l'ancienne enveloppe de la libellule dont on voit deux exemplaires de couleur brune) passe alors de longues minutes à déplier et sécher ses ailes avant de s'envoler. © M. Zucca/ARB ÎdF, B. Honoré

Pour créer une mare, il est également déconseillé d'étanchéifier sa mare à l'aide de plastique car c'est un matériau polluant quand il se désagrège sur le long terme. Il est préférable d'en réaliser une dans un secteur naturellement humide (affleurement de nappe phréatique, point bas collectant les eaux de pluie, restauration d'une ancienne mare comblée), ou éventuellement d'étanchéifier le sol à l'aide d'argile ou de bentonite.

Une clôture permet de limiter l'accès aux animaux susceptibles d'en endommager les berges par piétinement ou d'en polluer l'eau par leurs déjections. Si la mare est prévue pour hydrater les animaux, elle peut être couplée à un abreuvoir équipé d'une pompe à eau activée à l'aide du museau.

Entretien une mare

Les abords de la mare sont gérés comme ceux des fossés et rigoles (voir section précédente). Il peut s'avérer

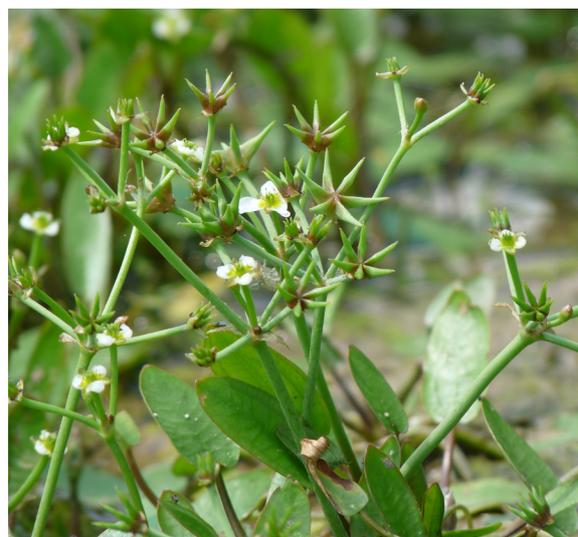


FIGURE 53 L'Étoile d'eau est une plante patrimoniale qui pousse dans quelques mouillères d'Essonne et des Yvelines. Elle est protégée au niveau national et extrêmement rare en Île-de-France. © J. Wegnez/CBNBP

intéressant de laisser pousser un ou quelques arbres sur l'un des côtés de la mare afin de créer des secteurs plus ombragés, accueillant des espèces différentes.

Il est aussi recommandé de maintenir une bande enherbée, fauchée en fin d'été, sur une proportion importante du périmètre de la mare. Celle-ci piège les intrants éventuels, sert d'abri à de nombreuses espèces et évite à tout un chacun de s'approcher trop près du point d'eau et d'en déranger les habitants.

Le curage est à éviter sauf en cas d'envasement très prononcé, lorsque la hauteur de la vase atteint la hauteur d'eau libre (la durée entre deux curages varie entre 15 et 25 ans). Dans ces cas exceptionnels, il est important de ne pas tout curer afin de laisser des cachettes pour les occupants de la mare et surtout afin de ne pas percer la couche qui assure l'étanchéité.

Dans le cas particulier des mouillères, qui résultent du travail de l'agriculteur et qui peuvent accueillir des espèces patrimoniales comme l'Étoile d'eau (Figure 53), il est important de continuer à travailler légèrement le sol en surface afin de maintenir la végétation à un stade pionnier.

RESSOURCES POUR ALLER PLUS LOIN

- Le guide technique de gestion des mares de plaine de l'Office national des forêts [121].
- Les guides « créer une mare » [120] et « Gérer une mare » [122] de la Fédération des clubs Connaître et protéger la nature.
- La fiche « les mares » du recueil d'expériences « Agriculture et biodiversité, comment améliorer la biodiversité sur votre exploitation ? » de la Ligue pour la protection des oiseaux [98].
- Les fiches « mares » du Guide pratique sur la biodiversité dans les fermes bio de « Bio en grand est » [123].
- La fiche « Mares et mouillères » du guide « Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitation agricoles (IBIS) » [111].

LE BÂTI

Depuis les prémices de l'agriculture, des espèces dites « commensales » accompagnent les agriculteurs : animaux d'élevage et domestiques, mais également plantes compagnes des moissons, animaux ravageurs et leur cortège de prédateurs naturels. Certaines de ces espèces ont poussé jusqu'à s'inviter dans les bâtiments agricoles (granges, étables et écuries, hangars, silos, etc.) et d'habitation. C'est le cas du célèbre Moineau domestique (Figure 54), consommateur de graines de céréales, mais aussi d'insectes pour ses poussins, qui niche dans les anfractuosités sous les toits. C'est aussi le cas de l'Hirondelle rustique (aussi appelée Hirondelle de cheminée ou *barn swallow* en anglais – *barn* signifiant « ferme » ; Figure 55), de la Chevêche d'Athéna, du Léopard des murailles, du petit Crapaud accoucheur et de certaines chauves-souris ou araignées, également prédateurs d'insectes. Parmi les insectes, justement,

plusieurs pollinisateurs tels que guêpes ou abeilles solitaires pondent dans les joints en terre des vieux murs, dans les charpentes, les murets de pierre sèche, les ruines anciennes, etc., éléments qui accueillent aussi mousses, lichens, fougères et plantes spécialistes des milieux secs.

Ces espèces se sont adaptées à nos constructions qui imitent leurs milieux naturels d'origine, que sont les rochers et les falaises, ou encore les arbres creux.



FIGURE 54 A. le Moineau domestique, oiseau familier des villes et des campagnes, est en déclin (moins 13 % en 18 ans au niveau national et moins 73 % en 18 ans à Paris) [124].

B. L'Alyte accoucheur affectionne les vieux lavoirs ainsi que les murs et murets de pierres. © J. Birard, T. Kinet

Afin d'accueillir ces auxiliaires, il est recommandé de leur laisser un accès aux combles, aux étables et aux greniers, et de ne pas systématiquement reboucher tous les trous lors du rejointoiement des vieux murs (sous réserve de conserver l'étanchéité du bâtiment). Il est même possible de créer des cavités artificielles lors de la restauration de vieux murs en utilisant un gabarit (tuyau en PVC par exemple) pendant le remontage du mur, gabarit qui



FIGURE 55 La loi interdit strictement la destruction des nids d'hirondelle (peine pouvant atteindre deux ans d'emprisonnement et 150 000 euros d'amende). Dans les cas où leurs fientes causent des salissures sur les façades, une simple planchette fixée à 20 cm sous les nids permet de réduire le désagrément. Les fientes peuvent ensuite être récupérées après le départ des oiseaux pour être utilisées comme engrais organique. Les hirondelles sont favorisées par la création et le maintien de flaques de boue dans lesquelles elles viendront prélever le matériau pour bâtir leur nid. © O. Ricci/ARB IdF

sera retiré au fur et à mesure des travaux. De manière générale, les travaux sur le bâti sont à programmer préférentiellement après l'été, plutôt de septembre à mars.

Les poteaux creux ou certaines cheminées et gouttières peuvent se révéler des pièges mortels pour les oiseaux qui viennent les visiter par curiosité et qui s'y trouvent ensuite coincés, ailes bloquées, incapables de s'en extraire. Les poteaux peuvent être bouchés et les gouttières équipées d'une crépine, dispositif grillagé qui limite par la même occasion leur obturation par les feuilles mortes.

La gestion des espaces verts à proximité des bâtiments agricoles ou d'habitation peut être menée de manière différenciée : une tonte régulière sur les secteurs les plus fréquentés, mais une fauche tardive en fin d'été, avec exportation et compostage des produits de fauche sur les autres espaces, qui sont réservés aux herbes sauvages et à leurs pollinisateurs. Comme précédemment, il n'est pas conseillé d'avoir recours aux engrais ou aux produits phytosanitaires sur ces terrains.

Les refuges pour la faune

Si la gestion écologique des espaces verts offre des « restaurants » pour les auxiliaires, il est aussi possible de leur aménager des « hôtels ». Depuis plusieurs années, on voit fleurir – souvent dans les parcs urbains – des hôtels à insectes (Figure 56). Ces structures ont surtout une utilité pédagogique parce qu'ils ne remplacent pas en qualité et en quantité les habitats naturels qu'ils miment.



FIGURE 56 A. Les hôtels à insectes sont des constructions en bois plus ou moins imposantes, dotées de plusieurs compartiments garnis de différents types de produits végétaux : bûches percées de trous, paille, cônes de pin, tiges creuses, briques perforées, etc. Chacun de ces espaces accueille un type différent d'auxiliaire : abeilles solitaires, perce-oreilles, coccinelles, papillons, etc. **B.** Un mâle d'Osmie cornue attendant l'émergence des jeunes femelles hors d'une bûche percée. © mcdermp / iStockphoto.com - O. Renault/ARB IdF



FIGURE 57 A. Les tas de bois et de branches sont favorables à nombre d'auxiliaires parmi ceux cités tout au long de ce document : invertébrés, reptiles, oiseaux, petits mammifères, etc. B. Tas de pierre utilisé par un Lézard des murailles pour se chauffer au soleil. C. Abeille solitaire creusant un terrier dans une zone sableuse. © O. Renault/ARB IdF, O. Ricci/ARB IdF

Pour favoriser des espèces de plus grande taille, il est intéressant d'installer des tas de bois (Figure 57), de branches et de feuilles mortes (hérissons, belettes, reptiles, amphibiens), des tas de pierre (reptiles), ou encore des nichoirs pour les passereaux (martinets, mésanges, moineaux, rouges-gorges, etc.) et les rapaces (Faucon crécerelle, Chouette chevêche ou Chouette effraie). Ces nichoirs ont vocation à combler le déficit des cavités naturelles dans les secteurs les plus anthropisés (régression des arbres âgés et creux). En absence d'arbres, des piquets peuvent aussi être plantés çà et là à proximité des parcelles pour servir de perchoirs à rapaces diurnes ou nocturnes.

Enfin, des espaces de terre/sable nus peuvent également être aménagés pour accueillir certaines abeilles solitaires.

L'ensemble de ces dispositifs peut être disposé partout où ils ne gênent pas les travaux agricoles. En revanche, s'ils peuvent contribuer à combler le déficit d'habitats naturels, le but est bien de maintenir le plus possible de ces derniers en suivant les autres conseils formulés tout au long de ce guide.

RESSOURCES POUR ALLER PLUS LOIN

- La fiche « Aménagement des bâtiments d'exploitation » du guide « céréaliéristes et biodiversité : une synergie à réaffirmer » [95].
- La fiche « le patrimoine bâti » du recueil d'expériences « Agriculture et biodiversité, comment améliorer la biodiversité sur votre exploitation ? » de la Ligue pour la protection des oiseaux [98].
- Les fiches « bâti » du Guide pratique sur la biodiversité dans les fermes bio de « Bio en grand est » [123].
- La fiche « Bâti agricole » du guide « Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitation agricoles (IBIS) » [111].
- Le guide de gestion écologique des espaces collectifs publics et privés de l'Agence régionale de la biodiversité en Île-de-France [125].
- La plaquette « Refuge pour les chauves-souris - Accueillir les chauves-souris dans les bâtiments et les jardins » de la Société française pour l'étude et la protection des mammifères [126].



#5

CONCLUSION

Humains et biodiversité ne peuvent plus être considérés comme dissociables : l'humain fait partie de la biodiversité et la biodiversité fait partie de l'humain (en témoignent les millions de bactéries qui habitent et protègent notre épiderme, nos muqueuses et nos organes internes contre les agressions extérieures, et qui ont même la capacité d'influencer nos comportements et nos choix). Aussi, l'état et le devenir de la biodiversité sont intimement liés à l'état et au devenir des populations humaines, de leurs activités (notamment économiques) et de leur bien-être. La préservation de la nature dépasse la protection et la gestion des espaces naturels, et elle doit être mise en œuvre partout où c'est possible : à l'échelle régionale (milieux forestiers, urbains, agricoles) comme à l'échelle locale (parcs urbains, jardins, espaces verts d'entreprise, accotements d'infrastructures de transport, parcelles agricoles, etc.)

L'agriculture reposant fortement sur la diversité des espèces et leur diversité génétique, est particulièrement menacée par le déclin de la biodiversité et de ses composantes : maladaptation à l'arrivée de nouveaux pathogènes/ravageurs et au changement climatique, développement de résistances aux pesticides, plafonnement de certains rendements, etc. Dans ce contexte, comme dans d'autres, la solution repose sur la diversité : diversité des races/variétés génétiques, diversité des espèces cultivées (polyculture-élevage, mélanges variétaux, etc.), diversité des pratiques dans l'espace et dans le temps (rotations), diversité des modes de production et de gestion (agriculture de conservation des sols, agriculture biologique, agroforesterie, etc.), diversité des paysages (zones refuges pour la faune et la flore, maintien des éléments du paysage), etc.

Le présent document met en avant un panel de pratiques permettant aux exploitants agricoles de favoriser la biodiversité tout en utilisant les services qu'elle offre gratuitement. Il ne cherche pas l'exhaustivité, loin de là, mais il présente des solutions déjà éprouvées par les agriculteurs d'aujourd'hui. Il est important de noter que ces propositions ne sont pas des solutions toutes faites à répliquer partout à l'identique, mais qu'elles doivent être adaptées au territoire, au sol, au climat. Elles reposent sur la connaissance du terrain, sur celle du fonctionnement biologique des écosystèmes, mais aussi sur ce que d'aucuns nomment le bon sens paysan. Elles ne nécessitent pas forcément une compétence pointue en écologie : on constate en effet que le simple fait de s'interroger et de questionner ses pratiques permet de les faire évoluer dans une direction permettant de satisfaire les trois composantes du développement durable : l'économie, le social et l'environnement.

La concertation et le dialogue avec d'autres acteurs du territoire sont aussi sources de solutions appropriées

pour une évolution des pratiques agricoles. À titre d'exemple, les scientifiques, les agronomes, les écologues et les naturalistes peuvent apporter un éclairage alternatif, notamment sur la prise en compte de la biodiversité pour ce qui concerne les sujets évoqués dans le présent livret. Les enjeux qu'ils portent ne doivent pas forcément être considérés comme prépondérants, mais de niveau égal avec les autres enjeux. Cette approche globale, holistique, systémique, favorise l'imagination de solutions permettant à la fois de mobiliser les services écosystémiques et de préserver la nature ; solutions que l'Union internationale pour la conservation de la nature a précisément nommées « solutions fondées sur la nature » [127].

Pour terminer, il est important d'ajouter que l'ensemble des acteurs de la filière agricole, les collectivités locales et les consommateurs ont un rôle essentiel à jouer pour accompagner les agriculteurs à travers la valorisation sociale et économique de leur production : facilitation de l'accès au foncier et accompagnement financier pour les collectivités, orientation vers les produits de saison et les filières courtes de proximité pour les consommateurs (vente à la ferme, achats de paniers en gare, associations pour le maintien d'une agriculture paysanne – AMAP, etc.). Ce n'est que par une prise de conscience et par une mobilisation collective que l'agriculture sera en mesure de s'adapter aux conditions environnementales qui se profilent dans les prochaines décennies.

RESSOURCES UTILES

Si les agriculteurs sont de plus en plus nombreux à s'engager vers l'agroécologie, certains hésitent encore, freinés par diverses contraintes. Des entretiens menés fin 2020 par des étudiants du master Espaces et Milieux dans le cadre du projet MOBIDIF ont mis en avant quatre freins majeurs limitant l'engagement vers l'agroécologie [128] :

- le manque de formation ;
- le coût de l'évolution vers de nouvelles pratiques ;
- les freins administratifs ;
- le regard des riverains et des pairs.

Les pages qui suivent proposent des ressources techniques et financières concourant à lever les trois premiers types de freins.

L'ACCOMPAGNEMENT TECHNIQUE

La mise en place de nouvelles pratiques est souvent une difficulté parce qu'elle conduit à se distinguer, à ne pas faire comme tout le monde. Il est toutefois possible de se former auprès de ses pairs, ou encore de s'appuyer sur les réseaux associatifs et scientifiques. Le programme MOBIDIF [129], qui a conduit à l'élaboration de ce document, en est un exemple.

Les associations et experts

À l'échelle francilienne

- Agrof'île : <http://www.agrofile.fr/>
- Le Groupement des agriculteurs bio d'Île-de-France (GAB-idf) : <https://www.bioiledefrance.fr/>
- Terre de lien Île-de-France : <https://www.terrede-liens-iledefrance.org/>
- Les Champs des possibles : <https://www.leschamps-despossibles.fr/>
- Le réseau des AMAP d'Île-de-France : <http://www.amap-idf.org/>
- Le Pôle d'accompagnement des projets en Agriculture Biologique et Solidaire (ABIOSOL), qui associe les trois structures précédentes : <https://devenirpaysan-idf.org/>
- Le Groupement Régional des Centres d'Études Techniques Agricoles (GR CETA) d'Île-de-France : <https://www.grcetaidf.fr/site-vitrine/accueil-public>
- Les collectifs d'agroécologie : <https://collectifs-agroecologie.fr/>
- Hommes et territoires : <http://www.hommes-et-territoires.asso.fr/>
- AGRO-ECO Expert : <https://www.agroeco-expert.fr>
- Terre & cité : <https://terreetcite.org/>
- Le Triangle vert : <http://trianglevert.org/>
- Les associations de protection de la nature – voir la liste sur France nature environnement Île-de-France : <https://fne-idf.fr/>

À l'échelle nationale

- Le réseau CIVAM Campagnes vivantes (centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural) : <http://www.civam.org/>
- La Fédération nationale d'agriculture biologique des régions de France : <http://www.fnab.org/>
- Acta - les instituts techniques agricoles : <http://www.acta.asso.fr/>
- L'entreprise associative Solagro et sa plateforme d'échanges pour la mise en pratique de l'agroécologie (OSAE) : <https://osez-agroecologie.org/pratiques-agroecologiques>. Voir aussi le volet biodiversité du scénario ATERRE2050 et ses 12 leviers d'action pour réduire la perte de biodiversité et développer des solutions fondées sur la nature : <https://afterres2050.solagro.org/2022/11/afterres2050biodiversite/>
- La ligue pour la protection des oiseaux : <https://www.lpo.fr/>
- Noé : <https://noe.org/> - voir notamment les 14 indicateurs de biodiversité agricole pour les filières agro-alimentaires [130].
- La Société nationale de protection de la nature : <https://www.snpn.com/>
- La fondation pour la nature et l'homme : <https://www.fnh.org/>
- L'Association française arbres champêtres et Agroforesteries (Afac-Agroforesteries) : <https://afac-agroforesteries.fr/>
- L'association française d'agroforesterie (AFAF) : <https://www.agroforesterie.fr/>
- Le réseau des fermes d'avenir : <https://fermesdavenir.org/>
- L'association Paysans de nature : <https://www.paysansdenature.fr/>

Les entités administratives

- La Région Île-de-France : <https://www.deveniragriculteuridf.fr/> et <https://www.iledefrance-terredesaveurs.fr/>
- Le Ministère en charge de l'Agriculture et de l'Alimentation : <https://agriculture.gouv.fr>
- La Direction régionale interdépartementale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRIAFAF) : <https://driaaf.ile-de-france.agriculture.gouv.fr/>
- La Chambre d'agriculture de région Île-de-France : <https://idf.chambre-agriculture.fr/>
- Les Parcs naturels régionaux d'Île-de-France : <https://www.iledefrance.fr/espace-media/pnr-idf/#/>
- La Société d'aménagement foncier et d'établissement rural (SAFER) d'Île-de-France : <https://www.safer.fr/>

Les organismes/ressources en lien avec la recherche

- L'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) : <https://www.inrae.fr/>
- L'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech) : <http://www.agroparistech.fr/>

Le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) et son Observatoire agricole de la biodiversité (OAB) : <https://www.vigienature.fr/fr/agriculteurs>

- Le Groupe de Recherche en Agriculture Biologique (GRAB) : <https://www.grab.fr/>
- Le programme Agrifaune : <http://www.agrifaune.fr/>
- Le réseau des fermes DEPHY : <https://agriculture.gouv.fr/les-fermes-dephy-objectif-reduction-des-intrants>
- Le projet AuxiMORE : <https://arena-auximore.fr/>
- Le laboratoire de recherches appliquées Flor'Insectes : <https://florinsectes.fr/>

ACCOMPAGNEMENT FINANCIER

- La Région Île-de-France : le Pacte Agricole 2018-2030 (<https://www.iledefrance.fr/150-millions-deuros-daides-lagriculture-francilienne-avec-le-nouveau-pacte-agricole>), le Plan régional pour une alimentation locale, durable et solidaire, le Plan d'avenir pour l'élevage francilien, le Programme de Développement Rural (mesures agro-environnementales et climatiques), les appels à projet « Pour la reconquête de la biodiversité en Île-de-France », etc.
- Le Ministère en charge de l'Agriculture et de l'Alimentation : <https://agriculture.gouv.fr/>
- La Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt (DRIAAF) : <https://driaaf.ile-de-france.agriculture.gouv.fr/>
- L'Agence Française pour le Développement et la Promotion de l'Agriculture Biologique (Agence bio) : <https://www.agencebio.org/>
- L'agence de l'eau Seine-Normandie : <https://programme-eau-climat.eau-seine-normandie.fr/>
- Eau de Paris, pour les paiements pour services environnementaux : <https://territoires-bio.fr/favoriser-les-conversions-en-bio/paiements-pour-services-environnementaux-eau-de-paris-cree-son-propre-regime-daide-notifie/>

COMPLÉMENTS ET RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Mobiliser la biodiversité pour atteindre la multi performance des exploitations agricoles en Île-de-France. Voir <https://www.arb-idf.fr/article/le-programme-mobidif-mobiliser-et-protéger-la-biodiversité-dans-les-exploitations-agricoles-franciliennes/> (consulté le 15 juin 2023).

[2] Pour visionner le clip : <https://www.arb-idf.fr/article/agriculture-et-biodiversité-cultivons-avec-la-nature-2021/> (consulté le 15 juin 2023).

[3] Voir <http://www.agrofile.fr/mobidif/> (consulté le 15 juin 2023).

[4] Sarrazin, F. et Lecomte, J. 2016. Evolution in the Anthropocene. *Science*, 351, 922 - 923.

[5] <https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment-Fr> (consulté le 15 juin 2023). L'IPBES est souvent décrit comme le « GIEC de la biodiversité ». C'est un organisme intergouvernemental indépendant comprenant plus de 130 États membres de l'Organisation des Nations unies. Il produit régulièrement des rapports à l'attention des décideurs concernant l'état objectif de la biodiversité et des services écosystémiques sur la planète, ainsi que des outils et méthodes pour préserver ce précieux patrimoine naturel.

[6] Comité français de l'Union internationale pour la conservation de la nature. <https://uicn.fr/bilan-13-ans-liste-rouge-france/> (consulté le 15 juin 2023).

[7] Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Voir <http://www.fao.org/pollination/fr/> (consulté le 15 juin 2023).

[8] Schott C. et Billen G. 2012. Agriculture et qualité des eaux dans le bassin de la Seine : une résistible dégradation ? *Pour*, 2012/1 (N° 213), p. 45-52. DOI : 10.3917/pour.213.0045. Voir <https://www.cairn.info/revue-pour-2012-1-page-45.htm> (consulté le 15 juin 2023).

[9] Selon la FAO (l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), depuis le début du siècle dernier, près des trois quarts de la diversité génétique des plantes cultivées ont été perdus. Sur plus de 6 000 espèces de plantes cultivées au niveau mondial, neuf contribuent à elles seules à 66 % de la production : le blé, le riz, le maïs, le manioc, la pomme de terre, la betterave à sucre, le palmier à huile et le soja. Source : FAO. 2019. *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*, J. Bélanger & D. Pilling (eds.). FAO Commis-

sion on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome. 572 p. Voir <https://www.fao.org/state-of-biodiversity-for-food-agriculture/en> (consulté le 15 juin 2023). En ce qui concerne la production animale, toujours au niveau mondial, on recense 7 745 races animales, parmi lesquelles 26 % sont menacées d'extinction à plus ou moins long terme. Voir <https://www.fondationbiodiversite.fr/pourquoi-maintenir-la-diversité-génétique-des-animaux-domestiques/> (consulté le 15 juin 2023).

[10] Selon la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), au niveau mondial, 23 % des terres ont connu une réduction de leur productivité en raison de la dégradation des sols. Voir <https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment-Fr> (consulté le 15 juin 2023).

[11] Des travaux scientifiques très récents démontrent les effets de l'intensification des pratiques agricoles sur les populations d'oiseaux européens. Voir Rigal, S. et al. 2023. Farmland practices are driving bird population decline across Europe. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 120, e2216573120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2216573120>.

D'autres recherches mettent en évidence l'influence de l'agriculture d'après-guerre sur plusieurs autres compartiments de la biodiversité à différentes échelles géographiques : une expertise scientifique collective réalisée par l'INRAE et l'Ifremer a montré qu'au niveau mondial, l'ensemble des milieux terrestres, aquatiques et marins sont contaminés par les produits phytopharmaceutiques. Des impacts directs et indirects de ces substances sont avérés sur les populations d'organismes terrestres, aquatiques et marins. Voir Leenhardt S. et al. 2022. Impacts des produits phytopharmaceutiques sur la biodiversité et les services écosystémiques, Synthèse du rapport d'ESCo, INRAE-Ifremer, 124 p. Résumé disponible à <https://www.inrae.fr/actualites/impacts-produits-phytopharmaceutiques-biodiversité-services-écosystémiques-résultats-expertise-scientifique-collective-inrae-ifremer> (consulté le 15 juin 2023). En Europe, la biomasse d'insectes volants a chuté de plus de 75 % entre 1989 et 2016 dans 63 aires protégées d'Allemagne, probablement en raison de l'intensification des pratiques agricoles pendant ces 27 ans. Voir Hallmann C.A. et al. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12(10) : e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>. (consulté le 15 juin 2023).

En France, le bilan du suivi temporel des oiseaux communs porté par le Muséum national d'Histoire naturelle

et la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) indique un déclin des oiseaux communs depuis 1989. Ce déclin est le plus marqué pour les oiseaux spécialistes des milieux agricoles, dont les populations se sont réduites de presque 30 % en 30 ans. Voir Fontaine B. *et al.* 2020. Suivi des oiseaux communs en France 1989-2019 : 30 ans de suivis participatifs. MNHN- Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation, LPO BirdLife France - Service Connaissance, Ministère de la Transition écologique et solidaire. 46 p : https://www.vigienature.fr/sites/vigienature/files/atoms/files/syntheseoiseaux-communs2020_final.pdf (consulté le 15 juin 2023). En Île-de-France, le nombre d'oiseaux spécialistes des milieux agricoles a décliné de 17 % entre 2002 et 2014, celui des papillons de jour a diminué de 15 % entre 2005 et 2014, et l'abondance des plantes à fleurs de 16 % entre 2009 et 2015. Voir Muratet A., 2016, État de santé de la biodiversité en Île-de-France – Apport du programme de sciences participatives Vigie Nature. Natureparif. 22 p. Dans toutes les sources citées ci-dessus, les causes majeures identifiées sont la destruction/fragmentation des milieux naturels et l'intensification des pratiques agricoles, en particulier l'usage d'insecticides néonicotinoïdes.

Pour terminer, les premiers résultats de l'observatoire agricole de la biodiversité coordonné par le Muséum national d'Histoire naturelle, basés sur 7 ans de collecte de données par 1 200 agriculteurs sur près de 2 400 parcelles montrent là encore un déclin des insectes volants en corrélation avec l'utilisation d'intrants de synthèse (engrais et produits phytopharmaceutiques), mais aussi que la diminution de ces intrants peut avoir un rôle positif sur l'abondance de ces espèces, de même que la réduction du labour promeut l'abondance des invertébrés du sol. Voir Billaud O. *et al.* 2021. Citizen science involving farmers as a means to document temporal trends in farmland biodiversity and relate them to agricultural practices. *Journal of applied ecology* 58 (2). 261-273. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13746>. Pour un résumé en français, voir l'article sur le site The conversation : <https://theconversation.com/du-tracteur-au-carnet-de-comptage-un-projet-de-sciences-participatives-100-agricole-146882> (consulté le 15 juin 2023).

[12] <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/Pri2213/detail/> (consulté le 15 juin 2023). Une étude de l'INSEE indique une division par quatre du nombre d'agriculteurs entre 1982 et 2019. Elle montre aussi que 55 % des agriculteurs sont âgés de 50 ans et plus en 2019 : voir Chardon *et al.* 2020. Les agriculteurs : de moins en moins nombreux et de plus en plus d'hommes. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4806717> (consulté le 15 juin 2023). Aucun secteur économique n'a jamais connu un déclin aussi marqué, ce qui explique pourquoi plusieurs organisations agricoles estiment que nous faisons face au plus grand plan social de l'histoire.

[13] Altieri M. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74. 19–31.

[14] Une revue scientifique synthétisant 39 études de terrain sur cinq continents a montré que les pollinisateurs autres que les abeilles assurent un service de pollinisation similaire à celui de ces dernières, augmentant même la production de fruits par rapport aux plantes visitées par des abeilles domestiques. Voir Rader R. *et al.* 2016. Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113 (1), p.146–151. Les mêmes résultats ont été trouvés par L.A. Garibaldi *et al.* 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science* 339, p. 1608–1611. Pour un article de vulgarisation en français, voir cette actualité sur le site internet de l'INRAE : <https://www.inrae.fr/actualites/concurrence-alimentaire-entre-abeilles-sauvages-domestiques> (consulté le 15 juin 2023). D'autres travaux scientifiques montrent quant à eux que les abeilles domestiques sont moins efficaces que les abeilles sauvages ordinaires malgré leurs fréquences de visites des plantes plus élevées. Ils concluent que les abeilles domestiques sont des substituts imparfaits des espèces d'abeilles sauvages, dont la conservation est fondamentale pour la pollinisation des plantes. Voir Page M. *et al.* 2021. A meta-analysis of single visit pollination effectiveness comparing honeybees and other floral visitors. *American journal of botany* 108 (11), 2196–2207. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1764> (consulté le 15 juin 2023).

[15] À quoi servent les abeilles ? sur le site internet de l'INRAE : <https://www.inrae.fr/actualites/quoi-servent-abeilles>, (consulté le 15 juin 2023).

[16] Beyou *et al.* 2016. Le service de pollinisation. Evaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques. Commissariat général au développement durable. Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. 46 p.

[17] De Bouville J. 2020. #ScienceDurable – L'agroécologie, l'agriculture de demain ? Fondation pour la recherche sur la biodiversité. Voir <https://www.fondationbiodiversite.fr/sciencedurable-lagroecologie-lagriculture-de-demain/> (consulté le 15 juin 2023).

[18] Torossian C. et Humbert P. 1982. Les fourmis rousses des bois et leur rôle dans l'écosystème forestier. *Revue Forestière Française* 34(1) : 32-41.

[19] Une hirondelle rustique capture de 2 300 à 12 000 insectes par nichée pour nourrir ses jeunes, dont 60 % de diptères (mouches et moustiques) et 30 % d'hémiptères (punaises et pucerons).

Les mésanges font plusieurs couvées dans l'année. Au plus fort de l'activité de nourrissage des poussins, les deux parents peuvent apporter au nid plus de 500 chenilles par jour.

Une pipistrelle, petite chauve-souris commune autour des habitations, peut chasser jusqu'à 600 moustiques par nuit (soit un quart de son poids) – source : guide « Agriculture et biodiversité » de la Ligue pour la protection des oiseaux, 2011 (mis à jour en 2017).

[20] Un renard mange entre 3 000 et 6 000 rongeurs par an. Il a été estimé que chaque renard fait économiser entre 2 400 € à 3 800 € par an à l'agriculture.

[21] Dans une note sur l'intérêt économique de quatre espèces de mustélidés (belette, fouine, putois et martre) présentée en Commission Départementale de la Chasse et de la Faune Sauvage (CDCFS) de l'Eure, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Haute Normandie a estimé en 2010 que le piégeage de ces espèces coûtait près de 105 000 euros à l'agriculture du fait de la protection indirecte de leurs proies. Voir https://cpepesc.org/wp-content/uploads/2020/06/nuisibles-note_dreal-1.pdf (consulté le 15 juin 2023).

[22] Un couple de chouettes effraïes consomme annuellement environ 4 000 proies (souris, lézards, etc.) – source: guide « Céréaliers et biodiversité : une synergie à réaffirmer » de l'Association Générale des producteurs de blé et autres céréales/Office Français de la Biodiversité. 2020, 52 p. Un faucon crécerelle peut prélever jusqu'à 1 500 campagnols par an.

[23] Selon une revue de la littérature scientifique, les populations d'ennemis naturels des ravageurs sont plus importantes et efficaces dans les paysages diversifiés abritant notamment des milieux herbacés (bandes enherbées), des boisements (haies, bosquets) ou d'autres éléments non agricoles du paysage. Voir Bianchi F. J. J. A. *et al.* 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control, *Proceedings of the Royal Society B* 273: 1715–1727.

D'autres travaux scientifiques expérimentaux démontrent aussi un plus grand nombre de bourdons pollinisateurs dans les cultures disposant de bandes fleuries. Voir Meek B. *et al.* 2002. The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity, *Biological Conservation* 106 : 259–271.

[24] Pour tous les détails sur les habitants du sol, consulter le guide « En quête des invisibles du sol » de l'Agence régionale de la biodiversité d'Île-de-France (ARB ÎdF) et de la Fédération Connaître et Protéger la Nature (FCPN). 2018, 56 p. Voir <https://www.arb-idf.fr/nos-travaux/publications/en-quete-des-invisibles-du-sol-2018/> (consulté le 15 juin 2023).

[25] Commission européenne. 2010. L'usine de la vie. Pourquoi la biodiversité des sols est-elle si importante? Office des publications de l'Union européenne - Luxembourg, 20 p. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/17615> (consulté le 15 juin 2023).

[26] Les « ingénieurs des écosystèmes » sont des espèces dont la seule présence et activité a pour effet de modifier significativement leur environnement. Ce concept a été proposé en 1994 par Clive Jones. Il désigne un organisme qui modifie de façon importante son environnement au point d'avoir un impact significatif sur d'autres espèces

qui lui sont proches. Source : Deboeuf De Los Rios, G., Barra, M., Grandin., G. 2022. Renaturer les villes. Méthode, exemples et préconisations. ARB ÎdF, L'Institut Paris Région.

[27] Des chercheurs de l'INRAE ont montré que les vers de terre sont des acteurs importants de la régénération des sols compactés, et que ce processus de régénération dure une ou deux années. Voir Capowiez Y. *et al.* 2012. Role of earthworms in regenerating soil structure after compaction in reduced tillage systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 55:93-103. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.06.013> (consulté le 15 juin 2023).

[28] Voir la série de vidéos sur la page Youtube d'Arthropologia : <https://youtu.be/KGKJTMrZxv8> (consulté le 15 juin 2023).

[29] Thioye B. *et al.* 2020. Les Mycorhizes : réseaux sociaux des écosystèmes terrestres. The Conversation France : <https://theconversation.com/les-mycorhizes-reseaux-sociaux-des-ecosystemes-terrestres-146335> (consulté le 15 juin 2023).

[30] En France, l'érosion hydrique des sols affecte environ 18 % du territoire métropolitain. Plus de 40 % du territoire présenterait une susceptibilité forte et 30 % une susceptibilité modérée aux glissements de terrain et aux écoulements. <https://www.inrae.fr/actualites/lorigine-lagriculture-conservation-problemes-derosion> (consulté le 15 juin 2023).

[31] Henneron L. *et al.* 2015. Fourteen years of evidence for positive effects of conservation agriculture and organic farming on soil life. *Agronomy for Sustainable Development* 35(1):169-181.

Pour d'autres références, voir aussi http://www.gissol.fr/wp-content/uploads/2019/10/Posters_Gis_web_Micro_organisme-2.pdf (consulté le 15 juin 2023).

[32] Pour davantage d'informations sur les couverts d'interculture offrant des bénéfices agronomiques, environnementaux et faunistiques, voir les résultats du programme national Agrifaune : <http://www.agrifaune.fr/gtna/gestiondelentre-culture/>

[33] Les aulnes sont des arbres qui s'associent également à des bactéries fixatrices d'azote, les *Frankia*. Il s'agit d'un autre genre que celui des légumineuses, mais leur fonctionnement est similaire. Il est donc possible, dans les secteurs humides qu'ils affectionnent, de planter des aulnes en bordure de culture et de profiter de leur capacité à enrichir le sol en azote lors de la chute des feuilles.

[34] David *et al.* 2016. Semis direct sous couvert végétal : Définition. Dictionnaire d'Agroécologie, <https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/semis-direct-sous-couvert-vegetal/> (consulté le 15 juin 2023).

[35] <http://www.agrofile.fr/30-novembre-2021-journee-agriculture-bio-de-conservation-des-sols/> (consulté le 15 juin 2023).

[36] <https://www.inrae.fr/actualites/dossier-lagriculture-conservation> (consulté le 15 juin 2023).

[37] <https://www.nuffieldfrance.fr/wp-content/uploads/2021/04/2018-Rapport-MBarbier-ACS-Bio-Fr.pdf> (consulté le 15 juin 2023).

[38] Duffy *et al.* 2017. Biodiversity effects in the wild are common and as strong as key drivers of productivity. *Nature* 549: 261–264. <https://www.nature.com/articles/nature23886> (consulté le 15 juin 2023). Pour une analyse en français, voir Fondation pour la recherche sur la biodiversité. 2018. <https://www.fondationbiodiversite.fr/la-biodiversite-favorise-t-elle-la-productivite-des-eco-systemes/> (consulté le 15 juin 2023).

[39] Tilman D. & Downing J. 1994. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367 (6461): 363–365. <https://www.nature.com/articles/367363a0>. Ces travaux montrent que les prairies les plus diversifiées sont les plus résistantes aux sécheresses et qu'elles récupèrent aussi plus rapidement de ces événements défavorables.

[40] En 2021, une première étude a compilé les résultats de 5156 expériences menées dans 85 pays. Les auteurs démontrent que le recours à la rotation des cultures, aux cultures associées, aux cultures de couverture, aux mélanges variétaux ou encore à l'agroforesterie permettent une hausse médiane de la production agricole de 14 %, mais également de 51 % de la qualité de l'eau, de 11 % de celle des sols et de 63 % de la lutte contre les maladies et les ravageurs. Voir Beillouin D. *et al.* 2021. Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services, *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.15747> (consulté le 15 juin 2023).

Pour une interprétation des résultats en français, voir <https://www.cirad.fr/espace-presse/communiques-de-presse/2021/diversification-culturelle-agroforesterie> (consulté le 15 juin 2023).

En 2022, une expertise scientifique collective menée par l'INRAE et ses partenaires, basée sur l'analyse de 1 900 publications scientifiques internationales a établi que :

- La diversification végétale des parcelles et des paysages agricoles permet de protéger efficacement les cultures ;
- qu'outre la protection des cultures, cette diversification favorise la biodiversité et les services qu'elle rend aux agriculteurs et à la société : régulation de l'eau et de sa qualité, qualité des sols, stockage du carbone, etc. ;
- que ces solutions agroécologiques vont de pair avec des rendements souvent plus élevés et/ou plus stables d'une année sur l'autre que ceux des systèmes conventionnels ;
- Mais aussi qu'il existe des verrous à lever pour développer leur utilisation par une transformation importante des systèmes de culture aujourd'hui très spécialisés ;
- Que les leviers existent, cependant, en particulier les politiques publiques qui ont un rôle essentiel à jouer. Voir Tibi A. *et al.* 2022. Protéger les cultures en augmentant la diversité végétale des espaces agricoles.

Synthèse du rapport d'ESCo. INRAE (France), 86 p. <https://dx.doi.org/10.17180/awsn-rf06>. Pour un résumé

de ces travaux, voir <https://www.inrae.fr/actualites/augmenter-diversite-vegetale-espaces-agricoles-proteger-cultures> (consulté le 14 juin 2023).

[41] L'augmentation de la biodiversité par le biais de l'augmentation de l'hétérogénéité des cultures a été montrée par des suivis scientifiques réalisés dans huit régions européennes et nord-américaines, dont quatre en France. Ces travaux indiquent que l'augmentation de la diversité des cultures a un effet positif sur la diversité des plantes, des abeilles, des papillons, des syrphes, des carabes, des araignées et des oiseaux. Voir Sirami C. *et al.* 2019. Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116 (33). 16442–16447. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906419116> (consulté le 15 juin 2023).

[42] Justes E. *et al.* 2014. Les processus de complémentarité de niche et de facilitation déterminent le fonctionnement des associations végétales et leur efficacité pour l'acquisition des ressources abiotiques. *Innovations Agronomiques, INRAE*, 40 : 1-24. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01173329/document> (consulté le 15 juin 2023).

[43] Voir <http://www.agrofile.fr/11-et-14-juin-2021-webinaires-cultures-associees/> (consulté le 15 juin 2023).

[44] Chambre d'Agriculture de l'Isère. 2017. Guide technique « Concevoir sa rotation culturale pour réduire l'utilisation d'intrants ». http://www.deveniragriculteur-npdc.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Auvergne-Rhone-Alpes/guide_rotation_culturelle_juin_2017.pdf (consulté le 15 juin 2023).

[45] Arbres fourragers au Sahel, élevage dans les plantations d'arbres en Australie et Nouvelle-Zélande, vignes utilisant les arbres comme tuteurs au Portugal et en Sicile, association entre céréales, élevage porcine et chênes dans la dehesa espagnole, plantations de caféiers ou de cacaoyers sous arbres d'ombrage en Amérique latine, au Cameroun ou au Ghana, jardins agroforestiers d'Indonésie, etc.

[46] La littérature scientifique démontre une abondance plus importante en micro- et macrofaune du sol, en vers de terre, en prédateurs, en parasitoïdes et en pollinisateurs dans les parcelles cultivées en agroforesterie.

- Cardinael R. *et al.* 2019. Spatial variation of earthworm communities and soil organic carbon in temperate agroforestry. *Biology and Fertility of Soils*, Springer Verlag, 55 (2), 171-183. DOI : 10.1007/s00374-018-1332-3.

- Marsden C. *et al.* 2019. How agroforestry systems influence soil fauna and their functions - a review. *Plant and Soil* 453: 29–44. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04322-4> (consulté le 15 juin 2023).

- Staton T. *et al.* 2021. Conserving threatened beneficial insects: bees, wasps and hoverflies in UK silvoarable systems. Conference paper, 5th European agroforestry conference, 225-226. <https://portal.research.lu.se/en/>

publications/conserving-threatened-beneficial-insects-bees-wasps-and-hoverfly (consulté le 15 juin 2023).

[47] S. Boinot. 2019. Influence des linéaires sous-arborés sur les communautés de plantes et invertébrés des systèmes agroforestiers intra-parcellaires. Thèse de doctorat en Ecologie des communautés. Université de Montpellier SupAgro. 192 p.

[48] La base de données du Centre régional des ressources génétiques d'Île-de-France est disponible à l'adresse <http://baserg.comoe.fr/pages/principale/principale.aspx> (consulté le 15 juin 2023). La note rapide de l'Institut Paris Région et la cartographie interactive de répartition des variétés de fruits et légumes sont consultables à l'adresse <https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/la-grande-histoire-des-legumes-et-de-leurs-terroirs-en-ile-de-france/> (consulté le 15 juin 2023).

[49] Mazoyer M. et Roudart L. 2002. Histoire des agricultures du monde, du néolithique à la crise contemporaine. Editions Points, 736 p.

[50] Mignolet C. *et al.* 2012. Transformations des systèmes de production et des systèmes de culture du bassin de la Seine depuis les années 1970 : une spécialisation des territoires aux conséquences environnementales majeures. Innovations Agronomiques, INRA, 22, 1-16.

[51] Metera E. *et al.* 2010. Grazing as a tool to maintain biodiversity of grassland – a review. *Animal Science Papers and Reports* 28 (4), 315-334.

[52] European Environment Agency. 2013. The European Grassland Butterfly Indicator: 1990–2011. 34 p.

[53] Les intérêts de la fauche et du pâturage pour les sauterelles, criquets et grillons, par exemple, sont développés dans la Liste rouge régionale des Orthoptéroïdes d'Île-de-France, Houard X. et Johan H. (coordinateurs) 2021. Agence régionale de la biodiversité en Île-de-France - Office pour les insectes et leur environnement. Paris. 84 p. Voir <https://www.arb-idf.fr/nos-travaux/publications/liste-rouge-regionale-des-orthopteres-phasme-et-mante-dile-de-france/> (consulté le 15 juin 2023).

[54] Le Roux X. *et al.* 2008. Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport d'expertise réalisé par l'INRA. 116 p.

[55] Bretagnolle V. et Tardieu V. 2021. Réconcilier nature et agriculture - Champs de recherche. CNRS Editions. 300 p.

[56] En vallée de la Marne, la superficie des prairies humides est passée de 1051 hectares à 559 hectares entre 2000 et 2008. Voir Barra M. et Zucca M. 2016. Face aux inondations et pluies torrentielles, les solutions fondées sur la nature ! Info presse - Juin 2016, Agence régionale

pour la biodiversité en Île-de-France, 12 p. <https://www.arb-idf.fr/nos-travaux/publications/face-aux-inondations-les-solutions-fondees-sur-la-nature-2016/> (consulté le 15 juin 2023).

[57] En Île-de-France, le panorama de la biodiversité 2019 de l'Agence régionale de la biodiversité souligne que les espaces herbacés liés à des pratiques anciennes de pâturage sur des sols pauvres – les coteaux de la Seine notamment – disparaissent progressivement. Environ 2000 hectares de ces milieux subsistent sous forme de confettis et accueillent une biodiversité extrêmement riche, incluant plus du tiers des plantes menacées de la région. L'abandon progressif du pâturage voit ainsi orchidées, pulsatilles, hélianthèmes, papillons, lézards, couleuvres, pipits se raréfier dans la région.

Les prairies, qui représentent 1,5 % de la superficie régionale, sont de qualité très variable : la plupart sont semées, enrichies en azote pour une croissance plus rapide, régulièrement retournées, fauchées à des dates souvent précoces... Il ne reste probablement que quelques dizaines de prairies anciennes non fertilisées et n'ayant jamais été retournées, qu'il serait nécessaire d'identifier et de protéger par des pratiques adaptées. Voir Zucca M. *et al.* 2019. Panorama de la biodiversité francilienne, ARB îdF/L'Institut Paris Région, Paris. 38 p. https://www.arb-idf.fr/fileadmin/DataStorageKit/ARB/Publications/Panorama_de_la_biodiversite_francilienne__2019_.pdf (consulté le 15 juin 2023).

[58] Une analyse de la biodiversité des prairies suisses montre que l'abondance des invertébrés augmente, parfois massivement, lorsque la fauche est retardée d'un mois (de mi-juin à mi-juillet) et/ou lorsqu'une zone refuge non-fauchée est laissée à chaque coupe sur 10 à 20 % de la surface de la prairie. Voir Humbert J.-Y. *et al.* 2018. Des régimes de fauche alternatifs pour favoriser la biodiversité des prairies. *Recherche Agronomique Suisse* 9 (9): 314–321.

[59] Pour plus d'informations, voir la fiche « 5. Protection de la biodiversité lors des travaux agricoles » de Bontour C. *et al.* 2020. Céréaliers et biodiversité : une synergie à réaffirmer. Association Générale des producteurs de Blé et autres céréales / Office français de la biodiversité. 52 p. Voir <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1131> (consulté le 15 juin 2023).

[60] Voir la fiche « Comment préserver la faune sauvage lors de la fauche des prairies ? » du site internet de FourragesMieux.be : https://www.fourragesmieux.be/Documents_telechargeables/Preserver_faune_sauvage_lors_fauche_prairies.pdf (consulté le 15 juin 2023).

[61] Barraud S. *et al.* 2020. Une agriculture du vivant ; réconcilier la terre et les hommes. Libre & Solidaire Autonomia. 310 p.

[62] Pour plus de détails sur ce type de pâturage, voir le projet POSCIF (pâturage ovin en système céréalier en Île-de-France) piloté par l'association Agrof'Île. Les ob-

jectifs de ce projet visent à réduire la pression adventice au champ, contrôler les couverts permanents, stimuler la croissance et le tallage des céréales et du colza d'hiver, tout en constituant ainsi des alternatives aux interventions chimiques et mécaniques sur les cultures. Voir <http://www.agrofile.fr/poscif/> (consulté le 15 juin 2023).

[63] INRAE (2021) Revue Ressources, numéro 1, 88 p. <https://www.inrae.fr/ressources> (consulté le 15 juin 2023).

[64] Butler G. *et al.* 2011. Fat composition of organic and conventional retail milk in northeast England. *Journal of Dairy Science* Vol. 94 (1) ou encore (en français) : <https://www.invitationalafirme.fr/nos-fermes/notre-mode-d-elevage/le-paturage-tournant-dynamique/la-paturage-tournant-dynamique-1469723370097.htm> (consulté le 15 juin 2023).

[65] Voir <http://www.agrofile.fr/11-fevrier-2021-journee-technique-arbres-elevages/> (consulté le 15 juin 2023).

[66] Voir <http://www.agrofile.fr/8-octobre-2021-journee-pastoralisme-francilien/> (consulté le 15 juin 2023).

[67] https://centrederesources-loirenature.com/sites/default/files/fichiers/cahier_technique_paturage_en_vallees_alluviales.pdf (consulté le 15 juin 2023).

[68] https://cbnbp.mnhn.fr/cbnbp/ressources/telechargements/guide_des_prairies_naturelles_de_champagne-ardenne_cenca_cbnbp_scopela_2017.pdf (consulté le 15 juin 2023).

[69] Voir la publication de l'expertise collective Inserm – « Pesticides et effets sur la santé : Nouvelles données ». <https://presse.inserm.fr/publication-de-lexpertise-collective-inserm-pesticides-et-effets-sur-la-sante-nouvelles-donnees/43303/> (consulté le 15 juin 2023).

[70] Une étude impliquant huit pays européens a démontré des effets négatifs constants des herbicides, insecticides et fongicides sur le nombre d'espèces de plantes, de carabes et d'oiseaux nicheurs. Elle prouve aussi un effet négatif des insecticides sur le potentiel de contrôle biologique par les prédateurs des pucerons. Voir Geiger F. *et al.* 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11. 97–105.

[71] Adeux, G. *et al.* 2019. Mitigating crop yield losses through weed diversity. *Nature Sustainability* 2, 1018–1026. Voir le communiqué de presse de l'INRAE en français sur <https://www.inrae.fr/actualites/attenuer-perdes-rendements-maintien-dune-diversite-dadventices> (consulté le 15 juin 2023).

[72] Darwin C. 1859. On the origin of species by means of natural selection. 502 p.

[73] Eaufrance, le service public d'information sur l'eau. 2019. Les substances polluantes des milieux aquatiques, 1. Les nitrates et les phosphates. Voir <https://www.eaufrance.fr/les-substances-polluantes-des-milieux-aquatiques> (consulté le 15 juin 2023).

[74] Pour en apprendre davantage sur les dangers de la pollution à l'azote, voir Alard D. 2019. Nourrir la planète sans l'uniformiser : les dangers de la pollution à l'azote sur <https://www.fondationbiodiversite.fr/nourrir-la-planete-sans-uniformiser-les-dangers-de-la-pollution-a-azote/> (consulté le 15 juin 2023).

[75] La Banque mondiale - <https://donnees.banquemondiale.org> (consulté le 15 juin 2023).

[76] Soenen B *et al.* 2021. Méthode Label Bas-Carbone Grandes Cultures (version 1.0). Ministère de la transition écologique. 133p.

[77] Pour plus d'information sur les produits utilisables en bio, voir le site internet de l'Agence Française pour le Développement et la Promotion de l'Agriculture Biologique (Agence Bio) : <https://www.agencebio.org/decouvrir-le-bio/ses-garanties/> (consulté le 15 juin 2023).

[78] Muneret *et al.* 2018. Evidence that organic farming promotes pest control. *Nature Sustainability* 1, 361–368. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0102-4>. Pour une version courte en français, voir le communiqué de presse sur le site d'INRAE : <https://www.inrae.fr/actualites/lagriculture-biologique-favorise-regulation-bioagresseurs> (consulté le 15 juin 2023).

[79] - Bengtsson J. *et al.* 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance. *Journal of Applied Ecology* 42. 261–269.
- Hole D.G. *et al.* 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122. 113–130.

[80] Bourgeois B. *et al.* 2020. Weed diversity is driven by complex interplay between multi-scale dispersal and local filtering. *Proc. R. Soc. B* 287:20201118. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2020.1118> (consulté le 15 juin 2023).

[81] Pfiffner et Balmer. 2011. Agriculture biologique et biodiversité. Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL. 4 p.

[82] Tschardt T. *et al.* 2021. Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes. *Trends in Ecology & Evolution* 36, 919–930. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.06.010> (consulté le 15 juin 2023).

[83] Une publication ayant passé en revue 24 articles de recherche scientifique a démontré l'intérêt d'aménager une diversité de milieux pour garantir la présence en nombre et l'activité des ennemis naturels des ravageurs des cultures. Selon ses auteurs, l'activité de ces prédateurs est accrue dans 80 % des cas par la présence d'habitats herbacés, dans 71 % des cas par la présence

d'habitats boisés, et globalement dans 70 % des cas par l'hétérogénéité spatiale (=la diversification des éléments semi-naturels) au sein des exploitations. Voir Bianchi et al. 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273. 1715–1727.

[84] Voir le clip vidéo « Les Trames écologiques : des bénéfices multiples pour les humains » sur le site internet de l'Agence régionale de la biodiversité en Île-de-France : <https://www.arb-idf.fr/article/les-trames-ecologiques-des-benefices-multiples-pour-les-humains/> (consulté le 15 juin 2023).

[85] La plateforme Herbea (= habitats à entretenir pour la régulation biologique dans les exploitations agricoles), créée par Solagro, est un site internet pédagogique, collaboratif et gratuit ayant pour objet de promouvoir la lutte biologique par conservation et gestion des habitats dans les exploitations agricoles. Elle comporte un outil interactif qui permet de sélectionner les plantes et aménagements à mettre en place afin de sélectionner les auxiliaires préférentiels pour une culture et une région donnée. Voir <https://www.herbea.org/> (consulté le 15 juin 2023).

[86] Hadrava J. *et al.* 2022. A comparison of wild bee communities in sown flower strips and semi-natural habitats: A pollination network approach. *Insect Conservation and Diversity*, 1–13. <https://doi.org/10.1111/ICAD.12565> (consulté le 15 juin 2023).

[87] Albrecht M. *et al.* 2020. The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecology Letters* (2020) 1–11. <https://doi.org/10.1111/ele.13576> (consulté le 15 juin 2023).

[88] Végétal local® est une marque collective née de la volonté de maîtres d'ouvrages et de gestionnaires d'espaces d'utiliser des plantes sauvages collectées dans leur région. Elle a été créée en 2015 à l'initiative de la Fédération des Conservatoires botaniques nationaux (FCBN), de Plante & Cité et de l'AFAC-Agrofor-esteries. Elle est aujourd'hui propriété de l'Office français de la biodiversité. Végétal local® permet de garantir la provenance locale d'espèces de fleurs sauvages, d'arbres ou d'arbustes dans une région écologique donnée (onze biorégions ont ainsi été définies en France métropolitaine), avec une diversité génétique locale et un renouvellement régulier des semences.

[89] Gadoum *et al.* 2007. Jachères apicoles et jachères fleurées : la biodiversité au menu de quelles abeilles ? *Courrier de l'environnement de l'INRA* n° 54. 57-63. Voir <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01198772/file/C54Gadoum.pdf> (consulté le 15 juin 2023). L'UMR d'Agronomie INRAE-AgroParisTech a testé des mélanges basés sur une liste de 42 espèces permettant d'implanter des bandes enherbées durables dans le

temps, favorables à la biodiversité, à la lutte biologique et ne présentant pas de risque adventice. Les résultats de ces recherches menées en partenariat avec des agriculteurs des Yvelines ont fait l'objet d'une plaquette : voir A. Gardarin. 2023. Des bandes fleurées diversifiées et pérennes, favorables à la biodiversité et à la lutte biologique - Résultats de huit années d'essais en grandes cultures dans le bassin parisien. UMR Agronomie. 5 p. <https://www6.versailles-grignon.inrae.fr/agronomie/Actualites2/Bandes-fleuries> (consulté le 14 juin 2023).

[90] L. Fahrig *et al.* 2015. Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 200. 219–234. Pour une explication en français, voir aussi <https://osez-agroecologie.org/la-taille-des-parcelles-a-un-effet-plus-important-que-l-assolement-ou-les-iae-sur-la-biodiversite-des-champs-168-actu-82> (consulté le 15 juin 2023).

[91] Chabert C. *et al.* 2015. Chardon des champs et faux ennemis. *Seine-et-Marne environnement*. 68 p.

[92] Le long des cours d'eau et des plans d'eau de plus de dix hectares, les bandes enherbées doivent mesurer au minimum cinq mètres de large pour piéger les intrants et préserver la qualité de l'eau. Voir le 5^e programme d'actions nitrates d'Île-de-France : <https://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/le-5eme-programme-d-actions-nitrates-r1475.html> (consulté le 15 juin 2023).

[93] Catalogne C. et Le Hénaff G. (coordinateurs). 2016. Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole. Élaboré dans le cadre du groupe technique Zones tampons. Agence française pour la biodiversité, collection Guides et protocoles, 64 p. Voir http://www.genieecologique.fr/sites/default/files/documents/biblio/guide_zones_tampons_irstea.pdf (consulté le 15 juin 2023).

[94] <http://www.agrofile.fr/7-et-10-janvier-2-webinaires-sur-les-infrastructures-agroecologiques/> (consulté le 15 juin 2023).

[95] Bontour C. *et al.* 2020. Céréaliers et biodiversité : une synergie à réaffirmer. Association Générale des producteurs de Blé et autres céréales / Office français de la biodiversité. 52 p. Voir <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1131> (consulté le 15 juin 2023).

[96] <https://www.civam.org/civam-oasis/ressources/guide-technique-de-la-biodiversite/> (consulté le 15 juin 2023).

[97] Association Régionale pour l'Étude et l'Amélioration des Sols / Chambres d'agriculture de la Seine-Maritime et de l'Eure. Fiche 13- Zone enherbée-Protéger contre l'arrachement, provoquer la sédimentation et favoriser l'infiltration. 4 p. Voir <https://www.areas-asso.fr/wp-content/uploads/2016/11/14-zone-enherbee.pdf> (consulté le 15 juin 2023).

[98] Raspail S. (coordinatrice) et al. 2011. Agriculture et biodiversité, comment améliorer la biodiversité sur votre exploitation ? Ligue pour la protection des oiseaux, 92 p. Voir <https://www.lpo.fr/agriculture-et-environnement/agricultures-et-biodiversite> (consulté le 15 juin 2023).

[99] <http://www.agrifauve.fr/gtna/bords-de-champs/developpement-nos-outils/> (consulté le 15 juin 2023).

[100] Selon une estimation de l'AFAC-Agroforesteries et de SOLAGRO, la perte de linéaire de haies est passée de 10 400 km/an entre 2006 et 2014 à 23 571 km/an entre 2017 à 2021, malgré une politique de plantation d'environ 3 000 km/an. Voir le rapport n° 22114 du Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (CGAAER) : de Menthière C. et al. 2023. La haie, levier de la planification écologique. Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire. 116 p. <https://agriculture.gouv.fr/rapport-du-cgaaer-ndeg-22114-la-haie-levier-de-la-planification-ecologique> (consulté le 14 juin 2023).

Voir aussi l'Appel de la haie de l'AFAC-Agroforesteries : <https://afac-agroforesteries.fr/appele-de-la-haie/> (consulté le 14 juin 2023).

[101] Chiron F. et al. 2014. Pesticide doses, landscape structure and their relative effects on farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 185. 153-160.
- Jeliaskov A. et al. 2016. Impacts of agricultural intensification on bird communities: new insights from a multi-level and multi-facet approach of biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 216. 9-22.

[102] Voir notamment Le Duc J.P. et Terrasson F. 1974. Typologie des haies dans la région bocaine du calvados. Muséum National d'Histoire Naturelle, service de la conservation de la nature. Étude réalisée pour le compte de la Direction Départementale de l'Agriculture de Calvados.

[103] En profondeur, la haie peut influencer le stockage de carbone jusqu'à trois mètres des arbres. Le stock additionnel total mesuré sur 90 cm de profondeur varie de 0,8 à 2,2 tonnes de carbone pour 100 mètres linéaires de haie jeune, et de 1,2 à 4,2 tonnes de carbone pour 100 mètres linéaires de haie ancienne. Cela correspond à une augmentation annuelle de stocks de 9 à 13 % localement autour de la haie, soit deux à trois fois l'objectif annuel de croissance de 4 % des stocks de carbone du sol destiné à réduire de manière significative dans l'atmosphère la concentration de CO₂ liée aux activités humaines. Voir Foucaud-Scheunemann C. 2020. Des haies bocagères, pour le climat et l'environnement, <https://www.inrae.fr/actualites/haies-bocageres-climat-lenvironnement> (consulté le 15 juin 2023).
Voir aussi : <https://missionbocage.fr/bocage-absorbe-carbone-lutte-rechauffement-climatique/> (consulté le 15 juin 2023).

[104] Voir le Guide technique pour la conception de haies champêtres utiles en agriculture dans le Cantal de la Mission Haies Auvergne : <https://>

afac-agroforesteries.fr/wp-content/uploads/2015/02/guide-haies-champ%C3%AAtres-cantal-2015.pdf (consulté le 15 juin 2023).

Voir aussi les illustrations très parlantes de la page « fonctions agronomiques de la haie » de l'association PROM'HAIES : <https://www.promhaies.net/association/pourquoiplanter/fonctions-agronomiques,696/> (consulté le 15 juin 2023).

[105] Les mesures naturelles de rétention d'eau (MNRE) englobent de nombreuses actions visant la restauration des propriétés naturelles des écosystèmes pour ralentir le ruissellement de l'eau en surface et augmenter les capacités d'infiltration dans les sols. Les retours d'expérience français mettent en évidence les multiples bénéfices de ces actions, notamment les réponses qu'elles peuvent apporter aux problématiques d'inondation, de sécheresse, de qualité de l'eau, de perte de la biodiversité. Source : portail technique de l'OFB : <https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/notice/les-mesures-naturelles-de-retention-d-eau-ou-mnre-des-actions-multi-benefices-pour-repondre-aux-defi0> (consulté le 15 juin 2023).

[106] Voir le retour d'expérience de la Communauté d'agglomération de Maubeuge Val-de-Sambre : <http://www.capitale-biodiversite.fr/experiences/lutte-contre-lerosion-et-le-ruissellement-des-sols-en-milieu-agricole> (consulté le 15 juin 2023).

[107] Tillon L. 2021. Être un chêne - Sous l'écorce de Quercus. Actes Sud. 320 p.

[108] Le Plan de gestion durable des haies (PGDH) est un outil pratique de gestion des haies destiné à l'agriculteur. Il lui apporte un état des lieux et de connaissance, de planification des travaux d'entretien et de valorisation des haies à l'échelle de son exploitation. Il propose des travaux de gestion et potentiellement d'amélioration des haies existantes, garantissant la pérennité des éléments, voire le développement de ceux-ci. Le diagnostic initial aide l'exploitant à mettre en place une planification de la gestion durable des haies de son exploitation. Source : AFAC-Agroforesterie.

[109] Plus d'information sur le label bas-carbone sur le site du Ministère en charge de l'écologie : <https://www.ecologie.gouv.fr/label-bas-carbone> (consulté le 15 juin 2023).

[110] <http://www.polebocage.fr/-Planter-des-haies-pour-la-faune-.html> (consulté le 15 juin 2023).

[111] Lesage J. (coordinateur). 2009. Intégrer la Biodiversité dans les systèmes d'exploitation agricoles (IBIS). Hommes et Territoires. 96 p. Voir http://www.hommes-et-territoires.asso.fr/images/PDF/Outils/IBIS_Conseil.pdf (consulté le 15 juin 2023).

[112] <https://afac-agroforesteries.fr/guide-preconisation-gestion-durable-haies/> (consulté le 14 juin 2023).

[113] <https://eau.seine-et-marne.fr/fr/reglementation-cours-deau> (consulté le 15 juin 2023).

[114] Une équipe de recherche a démontré que les attaques de la pyrale de la vigne étaient quatre fois plus nombreuses et les applications d'insecticides deux fois plus fréquentes dans les paysages de vignes les moins diversifiés au sein de 400 vignobles espagnols suivis pendant 13 ans. Les chercheurs mettent en avant l'intérêt des habitats refuges précédemment évoqués. Voir Paredes D. *et al.* 2021. Landscape simplification increases vineyard pest outbreaks and insecticide use. *Ecology Letters* 24, 73–83. <https://doi.org/10.1111/ele.13622>. Synthèse disponible en français sur le site de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité : <https://www.fondationbiodiversite.fr/la-simplification-des-paysages-augmente-le-risque-dattaques-de-ravageurs-des-vignobles-et-donc-lutilisation-dinsecticides/> (consulté le 15 juin 2023).

[115] Les chauves-souris ont été identifiées comme des auxiliaires particulièrement intéressants pour les viticulteurs. Voir Charbonnier Y. *et al.* 2020. Les chauves-souris, des auxiliaires possibles de la vigne : Wine not ? *Symbioses*, 38 : 9-16. <http://eliomys.fr/wp-content/uploads/2020/04/Chauves-souris-auxiliaires-de-la-vigne.pdf> (consulté le 15 juin 2023).

[116] <http://www.agrofile.fr/12-novembre-2020-journee-vignes/> (consulté le 15 juin 2023).

[117] <http://www.agrofile.fr/2-fevrier-2021-journee-vergers-maraichers/> (consulté le 15 juin 2023).

[118] Marchadour B. et Guillou E. (coordinateurs). 2021. Favoriser la biodiversité dans ses vignes, guide technique. Ligue pour la protection des oiseaux. 24 p. Voir <https://fr.calameo.com/books/001865595817453340154> (consulté le 15 juin 2023).

[119] http://www.agrifaune.fr/fileadmin/user_upload/National/004_eve-agrifaune/Publications_GTNA_Viticulture/outil-CARABE.pdf (consulté le 15 juin 2023).

[120] <https://www.fcpn.org/boutique/documents-cpn/cahiers-techniques-collections-coffret-ctj/milieux-aquatiques/creer-une-mare/> (consulté le 15 juin 2023).

[121] Arnaboldi F. et Alban N. 2007. La gestion des mares de plaine / Guide technique. Edition Office national des forêts. 207 p.

[122] <https://www.fcpn.org/boutique/documents-cpn/cahiers-techniques-collections-coffret-ctj/milieux-aquatiques/gerer-une-mare/> (consulté le 15 juin 2023).

[123] Ringeisen C. 2020. Guide pratique sur la biodiversité dans les fermes bio. Fiches techniques gestion, aménagement, indicateurs. Bio en grand est. 36 p. Voir

<https://biograndest.org/la-biodiversite-et-les-fermes-bio/> (consulté le 15 juin 2023).

[124] Voir <https://www.vigienature.fr/fr/moineau-domestique-3510> (consulté le 15 juin 2023).

[125] Flandin, J. et Parisot C. 2016, Guide de gestion écologique des espaces publics et privés – ARB-IdF, 188 p. Voir <https://www.arb-idf.fr/nos-travaux/publications/guide-de-gestion-ecologique-des-espaces-collectifs-publics-et-privés/> (consulté le 15 juin 2023).

[126] L'opération « Refuge pour les chauves-souris » est une campagne de conservation des gîtes de chauves-souris dans le bâti et les jardins aujourd'hui portée au niveau national par la SFPEM avec l'appui en région des associations locales ou des groupes chiroptères. Voir <https://www.sfepm.org/operation-refuge-pour-les-chauves-souris.html> (consulté le 15 juin 2023).

[127] Voir <https://uicn.fr/solutions-fondees-sur-la-nature/> (consulté le 15 juin 2023).

[128] Addoun A., Cordier T., Creti I., Elie-Ragobert B., Foucault J., Halaire O., Lagalis R., Massiot É., Veau C., Vialle G., Vincent L., Wasella T. 2020. Identifier les freins, résistances et leviers à la prise en compte de la biodiversité agricole. Mémoire réalisé sous la direction de F. Bouteau et É. Grésillon, Université de Paris, [mémoire non publié], 88 p.

[129] Voir <https://www.arb-idf.fr/article/le-programme-mobidif-mobiliser-et-protéger-la-biodiversite-dans-les-exploitations-agricoles-franciliennes/> (consulté le 15 juin 2023).

[130] <https://noe.org/media/fiches-bio-div-05-02-forte-compression.pdf> (consulté le 15 juin 2023).

Noé propose également un annuaire de naturalistes disponibles pour réaliser des inventaires dans les exploitations agricoles : <https://noe.org/annuaire-naturaliste>.

LES ÉTUDES

DE L'INSTITUT PARIS REGION

En partenariat avec



L'INSTITUT PARIS REGION
ASSOCIATION LOI 1901.

15, RUE FALGUIÈRE - 75740 PARIS CEDEX 15 - TÉL. : 01 77 49 77 49

ISBN 978 2 7371 2278 1