



HAL
open science

Projet Cassis : Approche pluridisciplinaire pour des mesures agro écologiques

Marie-Charlotte Anstett, Maxime Duchet-Annez, Cyrielle Denis

► **To cite this version:**

Marie-Charlotte Anstett, Maxime Duchet-Annez, Cyrielle Denis. Projet Cassis : Approche pluridisciplinaire pour des mesures agro écologiques. Bourgogne-Franche-Comté Nature, 2022. hal-03875508

HAL Id: hal-03875508

<https://hal.science/hal-03875508v1>

Submitted on 23 Dec 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Figure 1. Bourdons visitant des fleurs de cassis.

Projet Cassis : Approche pluridisciplinaire pour des mesures agro-écologiques

Maxime DUCHET-ANNEZ¹, Cyrielle DENIS² & Marie-Charlotte ANSTETT^{1*}

Résumé

La disparition des pollinisateurs sauvages entraîne une chute drastique du service écosystémique associé, menant à des pertes importantes de rendement agricole. La production de cassis « Noir de Bourgogne » pourrait potentiellement être triplée, si les populations de pollinisateurs sauvages étaient restaurées. Nous examinons ici différentes mesures agro-écologiques bénéfiques aux pollinisateurs ainsi que des tests expérimentaux en cours. Nous discutons des possibilités pratiques de mise en œuvre de ces mesures par les cassiculteurs ainsi que des verrous techniques toujours existants. Le retour à un équilibre agro-écologique ou la pollinisation redevient un service écosystémique gratuit pour l'agriculture, demande l'intégration de multiples mesures agro-écologiques ainsi que la révision en profondeur de tout le système de culture.

Mots-clés : pollinisation, *Ribes nigrum*, abeilles sauvages, cassis, agro-écosystème.

The Blackcurrant Project : Multidisciplinary approach for agro-ecological measures

Abstract

The decline of wild pollinators leads to a drastic drop in the associated ecosystem service, resulting in significant losses in agricultural yields. The production of blackcurrant "Noir de Bourgogne" could potentially be tripled, if populations of wild pollinators were restored. Various agroecological measures beneficial to pollinators are discussed here, as well as ongoing experimental tests. We discuss the practical possibilities of implementing these measures by blackcurrant growers as well as the technical locks that still exist. The return to an agroecological equilibrium for which pollination becomes again a free ecosystem service for agriculture, requires the integration of multiple agroecological measures as well as a thorough revision of the entire cropping system.

Key words : pollination, *Ribes nigrum*, wild bees, blackcurrant, agroecosystem.

¹ CRC UMR CNRS 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne Franche-Comté - 6 boulevard Gabriel - 21000 Dijon, France - Marie-Charlotte.Anstett@u-bourgogne.fr - maxime.duchet-annez@u-bourgogne.fr

² Chambre d'agriculture de Côte d'Or - 1 Les Coulots - 21110 Bretenière, France - cyrielle.denis@cote-dor.chambagri.fr

* Auteur pour correspondance

Introduction

La perte de biodiversité

La crise de l'Holocène, aussi appelée la 6^e extinction de masse, a commencé au XX^e siècle et est en accélération constante depuis les années 1950 (IPBES, 2019). Aujourd'hui plus de 28 % des espèces étudiées par la liste rouge mondiale sont menacées (Liste rouge mondiale version 2021.3). Les causes de cette crise de la biodiversité sont clairement identifiées depuis la fin du XX^e siècle (KEARNS *et al.*, 1998) il s'agit de : i) la perte et la fragmentation des habitats, ii) la pollution, iii) la surexploitation des ressources, iv) l'invasion d'espèces exotiques envahissantes et v) le changement climatique.

Ces différents facteurs agissent sur les tailles des populations et leur fragmentation, le taux de déclin, l'aire de répartition géographique, etc. et mènent à une probabilité d'extinction croissante des espèces. Cette probabilité d'extinction est encore majorée par la perte de diversité génétique induite par les petites tailles de populations et les goulots d'étranglement (HEDRICK & KALINOWSKI, 2000). Cette perte de biodiversité est particulièrement criante dans les élevages et les cultures (KHOURY *et al.*, 2022), où la sélection d'un petit nombre de génotypes a entraîné une importante perte de diversité génétique (KENENI *et al.*, 2012), réduisant les capacités d'adaptation du vivant.

Avant même la disparition des espèces, la diminution de leurs populations s'accompagne de la perte de services écosystémiques, c'est-à-dire des bénéfices que l'homme obtient grâce aux écosystèmes. Dans le rapport sur l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire, sur 24 services écosystémiques étudiés, 15 d'entre eux avaient subi une diminution générale de leur efficacité depuis les années 1950 (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Les services écosystémiques sont classés en 4 catégories. Les **services de soutien ou de support** sont ceux nécessaires à la production des autres services comme par exemple les cycles de l'eau et du carbone ou la formation des sols. Les **services d'approvisionnement** correspondent aux produits qui sont issus des écosystèmes tels que la nourriture, les combustibles, les matériaux ou les médicaments. Les **services culturels** correspondent aux apports non matériels que les écosystèmes nous apportent, à travers leurs aspects récréatifs, spirituels ou éducatifs. Et pour finir, les **services de régulation** sont les avantages directement assurés par le bon fonctionnement des écosystèmes, comme par exemple la régulation du climat, des inondations, des ravageurs ou encore la pollinisation.

La pollinisation entomophile est un mode de pollinisation dans lequel les insectes assurent le transport du pollen de fleur en fleur permettant ainsi la fécondation des ovules puis la production de graines. Ce mode de pollinisation concerne environ 78 % des plantes sauvages et 84 % des plantes cultivées (POTTS *et al.*, 2015). La chute observée des populations d'insectes (HALLMANN *et al.*, 2017) ne peut qu'entraîner une diminution des services de pollinisation dans les écosystèmes : les plantes se reproduisent plus difficilement, ce qui diminue leur taille de population, et augmente donc leurs probabilités d'extinction locale et totale.

Les écosystèmes agricoles

Dans les écosystèmes « naturels », le manque de pollinisation est donc un problème majeur pour les plantes sauvages, mais qu'en est-il des écosystèmes agricoles ? Les zones agricoles abritent les agro-écosystèmes qui ont été complètement révolutionnés depuis les années 50 et l'industrialisation progressive de l'agriculture. La SAU (Surface Agricole Utilisée) représente 52 % de la surface de la France métropolitaine, en légère baisse depuis le milieu du XX^e siècle puisque la SAU occupait 62,6 % en 1950 (Agreste, 2022). En 1946, la taille moyenne d'une parcelle agricole en France était de 0,33 ha (RIEUCAU, 1962). Traditionnellement, ces parcelles étaient reliées par des chemins, et souvent entourées de haies qui offraient une multitude de sites semi naturels abritant une biodiversité importante (figure 2). Cette biodiversité a co-évolué depuis le Moyen Âge avec les systèmes de cultures locaux et parfois l'introduction de nouvelles cultures comme la pomme de terre (LAWS, 2017). L'apparition de la mécanisation a rendu nécessaire le remembrement agricole, c'est-à-dire le regroupement des petites parcelles pour en former de plus grandes. La taille moyenne d'une parcelle en France est maintenant de 3,09 ha, 10 fois plus qu'en 1946 et peut même augmenter jusqu'à 7,57 ha en moyenne pour les parcelles consacrées à la betterave sucrière (SIRAMIE & MIDDLEL, 2021). Cette augmentation de la taille des parcelles s'est accompagnée de la disparition du bocage, des haies, talus, fossés, mares, chemin etc. qui constituaient avant l'heure une trame verte et bleue naturelle et abritaient de nombreux auxiliaires de l'agriculture. Les espaces semi naturels sont devenus rares et très fragmentés au sein d'une matrice d'immenses parcelles souvent cultivées en assolements simplifiés à une poignée d'espèces. En 2012, 7 classes de culture (blé tendre, blé dur, orge, maïs, Colza, tournesol et prairies temporaires) occupaient 90 % de la sole cultivée (SCHALLER, 2012). L'augmentation de la taille des parcelles, la simplification de la sole et la raréfaction des espaces naturels contribuent à une diminution de l'hétérogénéité des paysages agricoles, de la biodiversité et des services écosystémiques associés (SIRAMIE & MIDDLEL, 2021). La modernisation de l'agriculture s'est aussi accompagnée de l'utilisation intensive d'intrants, engrais et pesticides, qui ont modifié durablement le milieu, la biodiversité des écosystèmes agricoles. Ces modifications ont entraîné une perte de biodiversité importante à tous les niveaux des réseaux écologiques, depuis les organismes du sol (GUNSTONE *et al.*, 2021), jusqu'aux insectes et aux oiseaux... De plus les espèces restantes ont des capacités reproductives diminuées par les intrants comme par exemple une diminution de la résistance du système immunitaire des auxiliaires (HULSMANS, 2016).



Figure 2. Verger de cassis entouré par un paysage diversifié.

Les milieux agricoles intensifs sont donc une matrice inhospitalière pour de nombreuses espèces, où on ne retrouve que très peu de diversité de ressource alimentaire, très peu de sites de nidification et, vu le peu de diversité spécifique, on n’y retrouve également que peu d’interactions entre les espèces.

L’agro-écosystème est un écosystème très simplifié, qui tend depuis les années 1950 vers encore plus de simplification et, en dynamique des populations, un tel écosystème est tout sauf stable. En effet, lorsque survient une perturbation qui peut se répercuter sur le fonctionnement d’un écosystème, les services de régulation devraient être capables de permettre un retour plus ou moins efficace à la stabilité du milieu touché par la perturbation. Or la perte de diversité implique la perte de ces services, comme la pollinisation ou le contrôle des pathogènes et des ravageurs dans les milieux agricoles. Cela explique pourquoi, d’un côté, nous avons des explosions démographiques de maladies ou de ravageurs, même avec l’utilisation de produits phytosanitaires, alors que de l’autre, nous observons des extinctions d’espèces comme c’est le cas pour certains pollinisateurs naturels.

Cas du cassis en Bourgogne

Le cassis (*Ribes nigrum*) est une culture pérenne, c’est-à-dire que les arbustes occupent le sol pendant plusieurs années successives, allant parfois jusqu’à plus de 20 ans. En 2021, elle représente en Bourgogne près de 500 hectares et 75 % de cette superficie est plantée en Noir de Bourgogne, variété utilisée pour faire les crèmes de cassis de Dijon et de Bourgogne. Malgré ses qualités organoleptiques qui la rendent incontournable, le point faible de cette variété est la variabilité et la faiblesse de ses rendements : jusqu’à présent le Noir de Bourgogne était considéré comme autostérile et entomophile, c’est-à-dire qu’il nécessitait une pollinisation par les insectes avec un donneur de pollen pour produire des fruits (figure 1).

Le problème est que l’abondance des pollinisateurs dans les parcelles a diminué de presque 99 % entre les années 1980 et 2018 (ANSTETT *et al.*, 2019). Cette disparition s’est faite de manière progressive et son impact ne s’est pas fait ressentir tout de suite, la diminution de rendement associée étant attribuée à certains aléas climatiques ponctuels (sécheresse, gel, ...). Au cours des 12 dernières années, la Bourgogne a enregistré 9 années avec un rendement inférieur ou égal au seuil de rentabilité. C’est dans ce contexte que le projet « Pérennité et Développement de la filière Cassis en Bourgogne », un Projet Européen d’Innovation (PEI) FEADER avec la région Bourgogne Franche Comté a été mis en place en 2017, piloté par l’association « les acteurs du cassis » qui regroupe tous les intervenants de la filière (producteurs, coopératives et transformateurs). Le but étant de rassembler divers partenaires techniques et scientifiques autour de producteurs et transformateurs motivés, pour trouver des solutions face aux différents problèmes qu’ils rencontrent tout en limitant l’ajout d’intrants. Les différents partenaires ont travaillé sur différentes problématiques comme l’amélioration variétale,

la caractérisation chimique des qualités organoleptiques des baies, la lutte contre les ravageurs (la cochenille *Pseudaulacaspis pentagona*), et le rôle de la pollinisation dans l'élaboration du rendement. Nous développerons ici ce dernier point.

Au cours de ce projet, nous avons démontré que la pollinisation du Noir de Bourgogne par le pollen d'une autre variété augmentait le taux de nouaison, c'est-à-dire le pourcentage de baies formées, et que ces baies étaient également plus grosses et de développement plus homogène (figure 3). Par ailleurs, en simulant une pollinisation en excès avec des colonies de bourdons (*Bombus terrestris*) placées sous des voiles insect-proof avec 10 buissons de Noir de Bourgogne et 1 buisson de la variété donneuse de pollen, le taux de nouaison était multiplié par 2 et le rendement multiplié par 3,5. En l'absence de voile, abeilles domestiques et bourdons sont peu fidèles au cassis : s'ils sont capables de le polliniser ils l'abandonneront facilement pour d'autres fleurs disponibles dans l'environnement et ajouter des ruches ou des nids de bourdons à l'air libre a un effet peu important et très variable sur la production de cassis. Par contre, nous avons testé les qualités de pollinisatrices de deux espèces d'abeilles solitaires (les osmies *Osmia rufa* et *Osmia cornuta*). Des cocons ont été placés dans des parcelles, et du fait de la faible distance de dispersion de ces deux espèces (~100 m), aucun voile n'a été utilisé et ces pollinisateurs ont été laissés en liberté. Nous avons observé une augmentation du rendement de 40 % pour *Osmia rufa* et une augmentation de 18 % pour *Osmia cornuta* (ANSTETT & DUCHET-ANNEZ, *in prep*).

Après ces résultats très forts qui ont convaincu les producteurs, il reste donc à mettre en place des mesures agro-écologiques concrètes et envisageables du point de vue des producteurs, afin de permettre aux insectes pollinisateurs de recoloniser les parcelles de cassis de manière durable. Les principaux freins à cette recolonisation identifiés sont la très faible diversité de ressources alimentaires, la disparition des sites de nidification et la toxicité des produits phytosanitaires.

Les ressources alimentaires

Dans un verger de cassis, la principale ressource alimentaire disponible pour les pollinisateurs est la fleur de cassis. Ces fleurs ne sont disponibles que sur une courte période d'environ 3 semaines (à partir de mi-avril en Bourgogne). L'entre rang est généralement soit retourné (terre nue) soit enherbé avec éventuellement quelques adventices comme les pissenlits (*Taraxacum* sp.). Néanmoins, en dehors de la période de floraison du cassis, les ressources florales sont quasiment inexistantes et les insectes pollinisateurs n'ont donc pas de nourriture disponible au sein de la parcelle. La trop courte durée de floraison et de disponibilité de ressources alimentaire empêche l'installation locale de pollinisateurs et limite leur arrivée dans les vergers de cassis comme précédemment observé (ANSTETT *et al.*, 2019).

Pour une restauration des populations de pollinisateurs, il est indispensable de commencer par restaurer une bonne diversité végétale permettant de fournir une nourriture suffisante en quantité, en qualité, et disponible sur toute la durée de vie des imagos de pollinisateurs (figure 4). En effet, en plus de nectar et de pollen en abondance, les différentes espèces de pollinisateurs ont des besoins nutritifs qualitatifs (type de sucre, d'acides aminés, nature et taux de lipides, etc.) plus ou moins spécifiques qui doivent être respectées pour une bonne reproduction et un système immunitaire efficace leur permettant par exemple résister à certains parasites (HULSMANS, 2016).



Figure 3. Grappe de baies de cassis homogène en taille et en degré de mûrissement.



Figure 4. Verger de cassis en fruit avec un entre rang fleuri (Colombier, Côte-d'Or, France).

Seule une bonne diversité végétale permet d'obtenir une bonne diversité de pollinisateurs. Dans les vergers de cassis, l'implantation de bandes fleuries dans les inter-rangs devrait permettre d'obtenir ces caractéristiques. Les espèces implantées doivent être choisies de façon à obtenir une longue période de floraison, des ressources alimentaires variées et en quantité. Une telle diversité de ressources alimentaires permettrait aux pollinisateurs entrant dans les parcelles de pouvoir y rester et éventuellement de pouvoir s'y reproduire. Ces bandes fleuries formeraient également une continuité écologique entre les alentours des parcelles, plus riches en pollinisateurs sauvages dont certains tels *Andrena fulva* sont bien connus comme pollinisateurs efficaces du cassis (ANSTETT *et al.*, 2019), et l'intérieur des parcelles dépeuplées en pollinisateurs. Des travaux récents (LABONTÉ *et al.*, 2022) montrent que les effets bénéfiques d'une bonne biodiversité sur la pollinisation, supplantent de possibles effets de compétition pour les pollinisateurs. On attend donc que l'abondance de fleurs dans les inter-rangs entraîne une plus grande abondance et une meilleure biodiversité des pollinisateurs ainsi qu'une meilleure pollinisation des fleurs de cassis.

Pendant, le cassis est décrit comme sensible à la compétition et les espèces choisies ne devront pas entrer en compétition, en particulier dans un contexte d'interdiction des nombreux désherbants dont le très controversé glyphosate (CLAUSING, 2019).

L'ajout de haies pourrait également venir compléter l'apport de ressources alimentaires des bandes fleuries et fournir en plus des sites de nidification pour différents auxiliaires. C'est dans ce but que le programme « Plantons des haies ! » a été mis en place en Bourgogne Franche-Comté. Ce plan de relance vise à multiplier les projets de plantation de haies dans les milieux agricoles en fournissant aux agriculteurs un soutien financier et technique.

Les sites de nidification

Les distances de fourragement des abeilles sauvages (de l'ordre de la centaine de mètre) sont plus restreintes que celles des abeilles domestiques et des bourdons (3-5 km). Après avoir attiré ces pollinisateurs sauvages dans les parcelles grâce à une plus grande diversité de ressources alimentaires, il faut qu'ils puissent s'y établir de manière durable, se reproduire et nidifier afin d'établir une population pérenne de pollinisateurs au sein même des parcelles.

Pour cela, les pollinisateurs ont besoin d'emplacements pour hiberner et pour nidifier. Suivant les espèces, une grande diversité d'emplacements ou de structures peut être utilisée et est généralement abondante dans les milieux naturels. Jadis, les zones de semi naturalité entourant les champs tels les bosquets, haies, bords de chemins ou de parcelles offraient de telles ressources, mais l'agriculture intensive traite ces zones et détruit cette biodiversité et les services écosystémiques associés.

Lors de nos observations dans les parcelles de cassis, 3 genres de pollinisateurs sont particulièrement intéressants pour le cassis : les bourdons, les osmies et les andrènes.

Les bourdons (*Bombus* sp.) sont les plus nombreux. Leurs colonies se retrouvent généralement sous terre, dans des cavités comme d'anciens trous de rongeur. Même s'ils ne sont pas très fidèles à la fleur du cassissier et que leur distance de dispersion pour la récolte de ressources est grande (jusqu'à 3 km), leur impact positif sur le rendement a été montré, ce sont donc des espèces importantes à favoriser. Pour cela, il faudrait par exemple trouver une nouvelle technique de travail du sol plus respectueuse de ces colonies, et ajouter des abris pour que les futures reines de l'année suivante puissent passer l'hiver, protégées et au sec.

Le second genre le plus observé a été celui des osmies (*Osmia* sp.). Elles ont très rapidement colonisé les hôtels à insectes que nous leur avons proposés en 2020. Ce sont des abeilles solitaires maçonnes qui nidifient dans des cavités (trous dans le bois, tiges creuses, ...). Les femelles vont construire une cloison au fond de cette cavité à l'aide de différents matériaux comme de l'argile, y pondre un œuf après y avoir déposé une réserve de nourriture (pollen), puis refermer la cavité par une nouvelle cloison. Elles vont ensuite recommencer cette opération, jusqu'à ce que la cavité soit totalement rebouchée et contienne 10-15 cellules contenant un œuf chacune. Tout comme pour les bourdons, leur efficacité dans la pollinisation des fleurs de cassissier a été montrée, et leur faible distance de dispersion couplée à leur présence dans les parcelles nous indique que ces espèces y sont encore présentes. Il serait donc très intéressant d'installer des aménagements pour favoriser leur reproduction et augmenter leurs populations dans les parcelles. Pour cela, l'ajout d'hôtels à insectes constitués de tiges creuses avec un diamètre suffisamment large (8 à 12 mm), comme des tiges de bambous, serait l'idéal. Mais il est également possible de faire des trous (dans le sens du fil du bois) dans des bûches avec un foret adapté. Chaque trou percé, pouvant ainsi accueillir une bonne dizaine de larves d'Osmies. Il faut cependant protéger les bûches des intempéries, pour que les cavités restent sèches.

Des andrènes (*Andrena* sp.) ont également été observées dans les parcelles de cassis, quoique plus rarement. Il semble que le pollinisateur naturel du cassissier sauvage soit une andrène : *Andrena fulva* (FOUNTAIN & HOPSON, 2013) qui est décrite comme spécialiste des *Ribes*, mais qui est aujourd'hui virtuellement absente des parcelles. Aussi appelées abeilles des sables, les andrènes nidifient dans des bandes de terre nues et quelque peu sablonneuses et forment de petits monticules de terre (PAXTON & POHL, 1999) surplombant une galerie verticale avec des chambres de ponte latérales, le tout pouvant être aisément détruit par un travail du sol trop agressif. L'ajout d'aménagements composés de terre sablonneuse ou le fait de laisser de la terre nue sans trop la travailler pourrait servir de sites de nidification propices à ces espèces terricoles. La pulvérisation d'insecticides et autres pesticides sur les nids doit bien sûr être évitée. Une review récente montre que tous les types de pesticides, et pas seulement les insecticides, ont des effets négatifs sur les invertébrés du sol (GUNSTONE *et al.*, 2021).

Modification des pratiques

Depuis le milieu du XX^e siècle, les pratiques agricoles ont évolué de façon continue et à un rythme important (machinisme, engrais, pesticides, ...), ce qui a permis une explosion des rendements et de la production agricole au niveau mondial. Cela a toutefois eu un impact négatif avec la diminution progressive de la diversité (auxiliaires, fleurs, haies, ...) et de ses services écosystémiques bien utiles aux cultures. Aujourd'hui, réinstaller de la biodiversité dans les parcelles de cassis demande au minimum une double modification des pratiques : à la fois sur les couverts végétaux de l'inter-rang et sur le recours aux produits phytosanitaires. Il s'agit là d'une grosse rupture et d'un changement total de direction par rapport à ce qui se faisait depuis les années 1950, ce qui peut être très complexe à mettre en place.

Se passer de solution chimique pour désherber le rang de cassis, c'est-à-dire au pied du buisson, tout en gardant une production rentable est un vrai défi. En effet, la présence d'espèces végétales au pied du cassissier peut entraîner une certaine concurrence et pose problème pour le passage de certaines machines. L'alternative potentielle la plus viable techniquement serait le désherbage mécanique. Cependant il n'existe actuellement, sur le marché de l'agroéquipement, aucun outil adapté au désherbage d'une culture buissonnante comme celle du cassissier. Des outils proches pouvant avoir

un intérêt sont ceux adaptés à la viticulture ou à l'arboriculture, mais ils ont été conçus pour intervenir autour de ceps ou de troncs et leur efficacité est décevante en verger de cassis. Ce manque d'outils adaptés s'explique en grande partie par la taille réduite des surfaces implantées en cassis, il est en effet économiquement plus intéressant pour les constructeurs de développer des outils pour d'autres cultures. Des projets sont en cours pour tenter de développer des solutions autour du désherbage mécanique, et peut être, obtenir un jour un outil adapté aux cultures buissonnantes.

Une telle modification des pratiques est donc difficilement réalisable sur un plan purement technique, et il ne faut pas oublier d'autres conséquences. Passer du désherbage chimique au désherbage mécanique implique un changement d'organisation en terme de temps de travail sur l'année, et surtout un coût supplémentaire de production. En effet, un désherbage chimique n'implique en moyenne que deux passages lors de la période de repos hivernal et coûte en moyenne 150 €/ha/an. Selon des simulations réalisées, passer au désherbage mécanique impliquerait d'effectuer un minimum de 6 passages et coûterait entre 600 et 800 €/ha et par an (simulation prenant en compte l'achat de matériel neuf de base, la main-d'œuvre, l'entretien, le coût en énergie, ...). Cela impliquerait donc toute la filière via une nécessité d'ajuster les prix d'achat par les transformateurs, ce qui se répercuterait également sur le prix du produit final vendu aux consommateurs en bout de chaîne.

Les inter-rangs, c'est-à-dire l'espace qu'il y a entre deux rangs de cassis, sont quant à eux constitués le plus souvent d'un enherbement pauvre en diversité ou d'un sol nu et retourné. Ils sont perçus par les agriculteurs comme un moyen d'assurer la portance des machines. La fonction de support de biodiversité est considérée comme secondaire et est même parfois source de crainte (réservoirs de ravageurs, de semences pouvant envahir les rangs de cassis, ...). Dans les vergers de cassis tels qu'ils ont été conçus, les espèces végétales présentes sur l'inter-rang doivent surtout être résistantes au passage des engins agricoles, être le moins concurrentielles possible et empêcher les espèces considérées comme des adventices de s'installer et de venir coloniser le rang de cassis. Cet enherbement est contrôlé sous le rang par des herbicides (glyphosate). Passer d'un enherbement pauvre ou d'un sol nu à un inter-rang fleuri, avec parfois des espèces considérées comme des adventices par les agriculteurs est donc compliqué. Un tel cahier des charges demande du temps pour l'expérimentation sur le terrain, mais aussi pour la sensibilisation de la profession à cette pratique.

Conclusion : vers un nouvel agro-écosystème ?

La modification des systèmes de culture vers une diminution des espèces cultivées et sauvages présentes dans les agro-écosystèmes a entraîné une diminution des interactions biotiques ce qui a mené à un effondrement des services écosystémiques (pollinisation, protection, etc.) dans les systèmes de culture. Une partie de ces services écosystémiques ont été remplacés par de nouveaux intrants (e.g. insecticides, engrais, herbicides, etc.), mais ceux-ci sont de nouveau toxiques pour la biodiversité restante, aggravant le problème en un cercle vicieux. D'autre part l'homogénéisation des variétés cultivées, pour une mécanisation et une industrialisation plus aisées des produits agricoles, a mené à une baisse du nombre d'espèces cultivées et à une baisse énorme de la diversité génétique de chaque espèce cultivée, les rendant plus sensibles à de nouveaux ravageurs. Enfin de nombreux caractères de résistance (aux pathogènes, aux ravageurs, à la compétition, etc.) ont été abandonnés ou perdus pendant les améliorations variétales, leur utilité ayant été oubliée dans un système agricole à haut niveau d'intrants. L'ensemble du système de production agricole intensif est donc réfléchi dans un contexte pauvre en biodiversité, quasiment « hors sol » ou chaque « problème » est réglé par un nouveau produit à appliquer. Dans le cas du cassis, la perte des pollinisateurs observée dès les années 80 par les agriculteurs n'a été objectivée que par nos travaux. La quantification de la perte de récolte induite par l'absence de pollinisateurs permet de chiffrer l'impact économique sur l'exploitation agricole. Ce coût de la perte d'auxiliaires s'étant installé progressivement, il n'a pas été perçu à sa juste valeur par le monde agricole.

Aujourd'hui limiter les intrants, réinstaller de la biodiversité dans les champs pour aboutir à une agro-écologie plus respectueuse de l'environnement et de la santé humaine devient une priorité sociétale. Néanmoins, il faut s'éloigner d'un point de vue simpliste,

car cela implique une transition complète des systèmes de culture. Si de nombreuses solutions existent d'un point de vue théorique, leur mise en place pratique est extrêmement complexe de par la forte modification des pratiques culturelles qu'elles impliquent. Passer à l'agro-écologie demande une véritable révolution agricole, à l'échelle de l'exploitation mais aussi du paysage. La transformation d'un agro-écosystème intensif vers un véritable agro-écosystème est complexe, longue, et entraîne une prise de risque non négligeable pour les agriculteurs alors même que les filières et les consommateurs ne sont pas forcément prêts à valoriser à leur juste mesure des produits issus d'une agriculture respectueuse de l'environnement.

Remerciements

Les auteurs remercient les producteurs de cassis qui nous ont fait partager leur savoir sur la culture du cassis aujourd'hui et hier et nous ont permis de travailler sur leurs parcelles. Cette étude a pris naissance grâce à l'impulsion de l'association des acteurs du cassis, elle a été financée par le Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural et la Région Bourgogne-Franche-Comté (FEADER RBOU160118CR0260011 « Pérennité et développement de la filière cassis en Bourgogne » 2018-2021 et FEADER RBOU160121CR0260003 2022-2023).

Bibliographie

- Agreste 2022. Memento 2021, l'agriculture, la forêt, la pêche et les industries agroalimentaires.
- ANSTETT M.C., LÉON DE TREVERET M., LOUÛPRE P. 2019. La pollinisation du cassis : État des lieux dans un contexte de changements anthropiques 29, 194-205.
- CLAUSING P. 2019. Glyphosate: The European Controversy-A Review of Civil Society Struggles and Regulatory Failures. *Bus. Hum. Rights J.* 4, 351-356. <https://doi.org/10.1017/bhj.2019.5>
- FOUNTAIN M., HOPSON C. 2013. Pollinating insects in UK perennial crops. *NewsL. East Malling Res. Assoc.*
- GUNSTONE T., CORNELISSE T., KLEIN K., DUBEY A., DONLEY N. 2021. Pesticides and Soil Invertebrates: A Hazard Assessment. *Front. Environ. Sci.* 9, 1-21. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.643847>
- HALLMANN C.A., SORG M., JONGEJANS E., SIEPEL H., HOFLAND N., SCHWAN H., STENMANS W., MÜLLER A., SUMSER H., HÖRREN T., GOULSON D., DE KROON H. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS One* 12, e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- HEDRICK P.W., KALINOWSKI S.T. 2000. Inbreeding Depression in Conservation Biology. *Conserv. Biol.* 31, 139-162.
- HULSMANS E. 2016. The effect of nutrient pollution on food quality of the pollinator *Bombus terrestris* 72.
- IPBES 2019. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES secr. ed. Bonn, Germany. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- KEARNS C.A., INOUE D.W., WASER N.M. 1998. ENDANGERED MUTUALISMS: The Conservation of Plant-Pollinator Interactions. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 29, 83-112. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ECOL.SYS.29.1.83>
- KENENI G., BEKELE E., IMTIAZ M., DAGNE K. 2012. Genetic vulnerability of modern crop cultivars: causes, mechanism and remedies. *Int. J. plant Res.* 2, 67-79.
- KHOURY C.K., BRUSH S., COSTICH D.E., CURRY H.A., DE HAAN S., ENGELS J.M.M., GUARINO L., HOBAN S., MERCER K.L., MILLER A.J., NABHAN G.P., PERALES H.R., RICHARDS C., RIGGINS C., THORMANN I. 2022. Crop genetic erosion: understanding and responding to loss of crop diversity. *New Phytol.* 233, 84-118. <https://doi.org/10.1111/nph.17733>
- LABONTÉ A., TURPIN M., FELTEN E., LAURENT E., MATEJICEK A. 2022. Liens entre la structure des systèmes d'interaction plantes-pollinisateurs et leur fonctionnalité pour la reproduction des plantes sauvages : le cas du bleuet des champs. *Nat. Bourgogne Fr. Comté.*
- LAWSON B. 2017. Fifty plants that changed the course of history. David & Charles.
- Millenium Ecosystem Assessment 2005. Living beyond our means. Natural assets and human well-being-Statement from the Board, Island Pre. ed. Washington DC.
- PAXTON R.J., POHL H. 1999. The tawny mining bee, *Andrena fulva* (Müller) (Hymenoptera, Andreninae), at a south Wales field site and its associated organisms: Hymenoptera, Diptera, Nematoda and Strepsiptera. *Br. J. Entomol. Nat. Hist.* 12, 57-67.
- POTTS S., BIESMEYER K., BOMMARCO R., BREEZE T., CARVALHEIRO L., FRANZÉN M., GONZÁLEZ-VARO, J.P. HOLZSCHUH A., KLEJN D., KLEIN A.-M., KUNIN B., LECOCQ T., LUNDIN O., MICHEZ D., NEUMANN P., NIETO A., PENEV L., RASMONT P., RATAMAKI O., RIEDINGER V., ROBERTS S.P.M., RÜNDLÖF M., SCHEPER J., SØRENSEN P., STEFFAN-DEWENTER I., STOEV P., VILÀ M., SCHWEIGER O. 2015. Status and trends of European pollinators. Key findings of the STEP project.
- RIEUCAU L. 1962. Où en est le remembrement rural en France? *Inf. Geogr.* 26, 161-165. <https://doi.org/10.3406/ingeo.1962.2169>
- SCHALLER N. 2012. La diversification des assolements en France : intérêts, freins et enjeux. *Anal. Cent. d'études Prospect.*
- SIRAMIE C., MIDDLETON E. 2021. Hétérogénéité des paysages agricoles, biodiversité et services écosystémiques.



Maxime DUCHET-ANNEZ

Écologue, il est ingénieur d'étude au CNRS sur le projet Cassis.



Cyrielle DENIS

Ingénierne agronome de formation, elle est conseillère spécialisée sur la culture du cassis à la Chambre d'Agriculture de Côte-d'Or.



Marie-Charlotte ANSTETT

Chargée de recherches au CNRS, elle est écologue spécialisée sur la pollinisation et les interaction entre espèces.