

Sommaire

-  **De quoi parle-t-on ?**
-  **Intérêts, points de vigilance, pistes de discussions et avenir du biocontrôle**
-  **Aujourd'hui, en France**

De quoi parle-t-on ?

D'après l'article L253-6 du Code rural et de la pêche maritime, le « biocontrôle » est défini officiellement comme l'ensemble des méthodes de lutte intégrée comprenant des agents et des produits qui utilisent des mécanismes naturels contre les bioagresseurs. Le biocontrôle fait donc partie de la protection intégrée dont le but est d'encourager les mécanismes naturels de lutte contre le développement des organismes nuisibles et de privilégier la croissance de cultures saines sans perturbation des agroécosystèmes. Elle a pour vocation de limiter les risques pour la santé humaine et l'environnement en se substituant partiellement ou complètement à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques. Par des méthodes préventives, curatives et de contrôles, la protection intégrée cherche un équilibre naturel des populations en maintenant les ravageurs en dessous du seuil de nuisibilité. L'observation et la connaissance approfondie du triptyque plante/bioagresseurs/produits ou auxiliaire est primordiale.

Les produits de biocontrôles sont classés en quatre catégories : macroorganismes, microorganismes, médiateurs chimiques et substances naturelles.

Les macroorganismes

Souvent issus des ordres hémiptères, neuroptères, coléoptères, diptères et hyménoptères, **les macroorganismes** sont d'une grande diversité et peuvent être difficile à identifier. Leur utilisation en méthode de biocontrôle consiste à favoriser leur développement en tant qu'ennemis naturels des ravageurs. Plusieurs interactions antagonistes existent :

-  **Prédateurs** : ils accomplissent leur cycle de développement en consommant plusieurs proies dont ils causent la mort ;
-  **Parasitoïdes** : il s'agit d'organismes, généralement des insectes, qui se développent aux dépens d'un seul hôte, ce qui finit par entraîner sa mort. Cet hôte leur fournit tout ce dont ils ont besoin pour se développer avant de devenir adultes
-  **Parasites** : il s'agit d'organismes qui vivent aux dépens d'un autre organisme (appelé l'organisme hôte) de manière permanente ou pendant une phase de son cycle vital. Les parasites tirent des nutriments ou des avantages de l'hôte et peuvent ainsi lui causer des dommages.

Il existe également la lutte autocide, aussi appelée la technique de l'insecte stérile, qui a pour vocation de limiter la fécondation par un phénomène de compétition : l'accouplement ne donne pas de descendance. Cette technique permet de réduire la population de ravageurs sur de grandes surfaces : plus le ratio mâle stérile / mâle fertile est élevé, plus son éradication est efficace.

L'utilisation d'organismes vivants pour lutter contre les bioagresseurs est une composante majeure du biocontrôle. C'est ce qu'on appelle la lutte biologique. Celle-ci se caractérise par la préservation, la valorisation et l'amplification (lâchers inondatifs) du rôle des organismes auxiliaires indigènes ou par l'introduction et l'acclimatation d'organismes auxiliaires exotiques. En effet, le contexte de changement climatique favorise la prolifération de nouveaux bioagresseurs « exotiques » qui arrivent sans leurs prédateurs. Pour éviter que l'utilisation de produits phytosanitaires apparaisse alors comme l'unique recours, il est possible d'identifier les macroorganismes auxiliaires, ennemis naturels de l'espèce considérée comme nuisible, de les exporter et d'en élever des populations. Les interactions antagonistes

sont analysées et une stratégie de lâchers est définie afin de réguler avec succès les ravageurs. Une fois validée, la solution est déployée sur le terrain.

Via le site internet Herbea (<https://www.herbea.org/fr/>), Solagro promeut la lutte biologique dite par « conservation des habitats » qui consiste à créer et entretenir des infrastructures agroécologiques favorables aux auxiliaires des cultures. Cette pratique constitue un levier majeur pour la réduction des traitements phytosanitaires en agriculture.

Les microorganismes

Les microorganismes (bactéries, virus, champignons, protozoaires) sont utilisés pour limiter le développement de certains agents pathogènes du fait de leurs interactions antagonistes. Par exemple, dans le cadre de la lutte contre les adventices, certains microorganismes sont capables de provoquer des maladies ou encore d'inhiber la croissance ou la germination. Leur efficacité est souvent liée à la production de métabolites aux structures et aux activités variées. Plusieurs modes d'action existent et sont parfois combinés :

-  L'antibiose : production de métabolites secondaires toxiques pour le bioagresseur cible ;
-  L'hyperparasitisme : destruction via la colonisation des organes du bioagresseur après pénétration dans ses cellules (le microorganisme est un parasite du bioagresseur) ;
-  Compétition nutritive et spatiale : inhibition du développement par leur capacité à utiliser les nutriments ou l'espace nécessaire à la survie du bioagresseur ;
-  Interférence avec le pouvoir pathogène : effet direct en dégradant certaines enzymes obligatoires d'infection ou effet indirect en modifiant le milieu, ce qui empêche la mise en place des bioagresseurs ;
-  Modification des propriétés de la surface des feuilles de la plante : gêne le processus d'attachement, de croissance ou d'interférence du bioagresseur avec la plante ;
-  Induction de la résistance de la plante hôte : déclenchement d'un mécanisme de défense de la plante hôte grâce à la reconnaissance d'un éliciteur du microorganisme.

Les médiateurs chimiques

Les médiateurs chimiques régulent le comportement de nombreux organismes. Ils constituent des signaux de communication intraspécifique (phéromones) ou interspécifique (allomone, kairomone ou synomones). Il s'agit souvent d'une approche complémentaire à d'autres méthodes telles que l'usage de plantes de services attractives ou répulsives. Les médiateurs chimiques peuvent être issus de la synthèse chimique par reproductions des composants phéromonaux naturels.

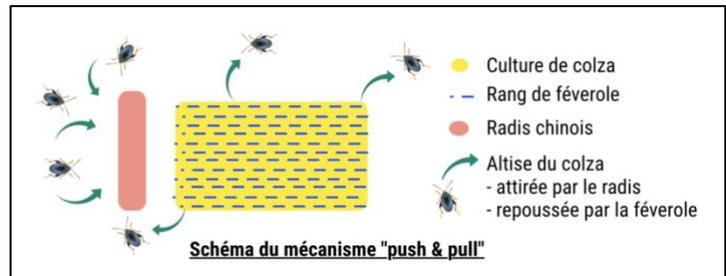
On recense cinq types de **phéromones** :

-  Agrégation : ils attirent les individus sur un site de nourriture ;
-  Sexuelle : ils attirent les individus du sexe opposé pour la reproduction ;
-  Alarme : ils préviennent les individus de la présence d'un danger ;
-  Piste : ils signalent le chemin à suivre à leur congénère vers un site de nourriture ;
-  Hiérarchie : ils peuvent être source de changements physiologiques (par exemple chez les ouvrières si la reine d'abeille en diffuse).

Les substances allélochimiques correspondent à des médiateurs chimiques interspécifiques (allomones, kairomones et synomones). Ces médiateurs ont des effets d'attractifs ou de répulsifs alimentaires.

Prenons l'exemple de l'association oignon-carotte qui illustre une protection mutuelle avec un effet répulsif : la carotte repousse la mouche de l'oignon (*Delia antiqua*) et l'oignon repousse la mouche de la carotte (*Psila rosae*).

Le « push & pull » sur la culture de colza est une autre stratégie de lutte contre la grosse altise du colza qui combine répulsif et attractif alimentaire : de la féverole est associée au colza pour son effet répulsif sur l'altise tandis que les zones hors de la parcelle de colza sont enrichies avec du radis chinois pour son effet attractif de l'altise.



Les substances naturelles

Les substances naturelles sont souvent source d'inspiration pour les produits de synthèse. Elles regroupent des molécules variées plus ou moins spécifique à une cible. Toutefois, leur commercialisation nécessite de nombreuses recherches avant d'être autorisée : identifier les molécules, comprendre leur mode d'action, leur spécificité, identifier les effets non intentionnels, définir leur formulation et en mettre au point la production.

Intérêts, points de vigilance, pistes de discussions et avenir du biocontrôle

Intérêts

A ce jour, 54 % des usages de produits phytosanitaires peuvent être couverts par des techniques de biocontrôle, toutes filières confondues. Le biocontrôle dispose donc d'un très fort potentiel de développement. De plus, contrairement aux pesticides chimiques, on observe moins de phénomène de résistance des ravageurs face aux méthodes employées en biocontrôle. Effectivement, le biocontrôle se traduit généralement par la combinaison de plusieurs actions empêchant le développement d'une résistance. Par exemple, un insecte ne peut pas développer de résistance envers ses prédateurs. Toutefois, il faut rester prudent car la généralisation des produits de biocontrôle, tels que les agents microbiens et les substances naturelles, pourrait conduire à l'apparition de formes de résistance.

Concernant la santé, les produits de biocontrôles sont qualifiés de « moins nocifs » pour les agriculteurs, les riverains, et les consommateurs que leur alternative en produits phytosanitaires. La plupart des produits de biocontrôle sont peu toxiques et peu persistants dans la nature. Ainsi, ils sont moins susceptibles de contaminer gravement et durablement un milieu. Les risques liés à la manipulation, la pulvérisation et l'ingestion sont nettement moindre qu'avec les pesticides chimiques.

Dans le cadre de la lutte biologique par conservation des habitats, l'équilibre des écosystèmes, notamment vis-à-vis des autres organismes bénéfiques (pollinisateurs par exemple), est conservé, voire amélioré. Cette pratique tend à rétablir la biodiversité en recréant des écosystèmes riches, équilibrés dont les populations de ravageurs sont maintenues sous un seuil de tolérance.

Sur le plan réglementaire, le biocontrôle s'inscrit dans les objectifs gouvernementaux (plan Ecophyto 2+ qui vise -50% des produits phytopharmaceutiques d'ici 2025) ou encore européens (Pacte vert pour l'Europe) de réduction de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques. Pour les agriculteurs, le biocontrôle réduit les contraintes liées au dépassement des LMR (Limite Maximale de Résidus), au DAR (Délai Avant Récolte) ou aux délais de rentrée sur sites traités.

Points de vigilance

Les principaux freins à l'usage des produits de biocontrôle sont l'efficacité, le coût de mise en œuvre et la formation des agriculteurs.

Concernant le coût du biocontrôle, les produits eux-mêmes ne sont pas forcément plus chers. Toutefois, entre l'achat du produit, le temps d'observation pour surveiller l'équilibre des populations et le nombre d'interventions nécessaires (au lieu d'une seule application de pesticide), le recours au biocontrôle coûtent souvent plus cher.

A propos de l'efficacité, elle dépend beaucoup de la maîtrise des conditions d'utilisation, souvent complexes et multifactorielles. Les notions d'équilibre et de seuil d'intervention (propre à chaque ravageur et à chaque culture) sont deux notions primordiales à appréhender en biocontrôle. Par exemple, les petites parcelles ne sont pas propices à l'utilisation de la confusion sexuelle. La période d'application constitue un des critères fondamentaux pour atteindre sa cible avec une efficacité optimale. De nombreuses recommandations et exigences spécifiques existent : stade de développement, période d'activité (diurne, nocturne) ou encore cycle d'infestation du bioagresseur. La méthode d'application (matériel, mélanges à effectuer...) et les conditions climatiques (peu de vent, pas de pluie, hygrométrie entre 70% et 90 %) doivent également être rigoureusement respectées. En biocontrôle, il n'y a pas de produit systémique, chaque individu non traité peut reconstituer une population de ravageurs.

Toutes ces exigences techniques nécessitent conseils, accompagnements et formations des agriculteurs qui bien souvent manquent de moyens et de disponibilités pour en bénéficier.

Les produits de biocontrôle sont généralement sans impact majeur, mais leur production et leur utilisation en masse pourraient conduire certains organismes à devenir invasifs avec des effets encore inconnus sur les écosystèmes. L'utilisation d'organismes vivants pouvant se multiplier, se déplacer, coloniser d'autres milieux et créer des interactions positives ou négatives avec des organismes non-cibles rend toute connaissance scientifique ardue. C'est pourquoi il est nécessaire de connaître toutes les cibles et l'agent de biocontrôle afin de ne pas provoquer de proliférations incontrôlées ou impacter des populations non-cibles. Les interactions d'auxiliaires de cultures sont complexes et ont des effets variés sur la biodiversité. Par exemple, les prédateurs généralistes peuvent consommer d'autres prédateurs et les microorganismes peuvent modifier de manière transitoire la biodiversité du milieu.

Les bactéries du genre *Bacillus* sont dotées de nombreuses propriétés agricoles. Elles aident notamment via la production d'antibiotiques, d'antifongiques et de substances entomopathogènes à la croissance des végétaux, l'activation de leurs défenses naturelles ou encore à leur protection contre différents bioagresseurs. Utilisées sous forme de spores, leur production et leur conservation se révèlent aisées et peu onéreuses. *Bacillus Thuringiensis* (Bt) par exemple, occupe la première place du marché mondial des biopesticides (50 % des parts de marché et 69% des surfaces certifiées en agriculture biologique). Bt se révèle très efficace puisqu'elle tue le ravageur ciblé en 2-3 jours grâce à l'utilisation de toxines. Si leur non-toxicité aiguë a été démontrée sur les organismes non-cibles au cours d'une courte période, leurs effets sur le long terme (toxicité chronique) restent encore à prouver. De plus, leur accroissement dans l'air, l'eau et la nourriture lié à l'augmentation de leur utilisation représente des sources de contaminations potentielles pour les hommes et la faune. Bt est devenue en 2021 la première cause de toxi-infection alimentaire collective (TIAC) en France et 3ème au niveau européen.

C'est pourquoi, bien que souvent répertoriés comme « naturels », les produits de biocontrôle ne sont pas toujours sans risque toxicité vis-à-vis des riverains et des consommateurs. Certains produits (soufre, cuivre, virus, bactéries...) peuvent avoir des effets indésirables s'ils sont ingérés en trop grande quantité par le consommateur. De plus, les résidus de produits issus du biocontrôle peuvent être difficiles à analyser car certains sont d'ores et déjà présents dans l'environnement et les données de contaminations des sols et de l'eau sont quasi inexistantes. À noter que les produits de biocontrôle ne sont pas systématiquement autorisés en Agriculture Biologique.

Discussions

L'impact éco-toxicologique des produits de biocontrôle est encore peu connu au vu de leur diversité et du manque d'études scientifiques. Les produits de biocontrôle, à l'exception des macro-organismes, sont soumis à l'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM). L'AMM vérifie les propriétés physico-chimiques de

la substance, la qualité pharmaceutique, l'efficacité et la sécurité du produit sur ses usages autorisés (culture, dose d'application) et ses profils de risque pour la santé humaine et environnemental (toxicologie, résidus, persistance...). La plupart du temps, les substances naturelles ont une faible écotoxicité et une demi-vie assez courte. Leur persistance est limitée que ce soit dans l'environnement ou sur les produits alimentaires.

Cependant, bien que les molécules des substances utilisées soient présentes dans la nature et souvent faiblement écotoxiques, les risques pour la santé humaine et environnementale ne sont pas exclus. Dans le cadre de l'AMM, **le rapport bénéfice/risque est évalué et pour la même indication, le rapport doit être égale ou plus favorable que les produits déjà disponibles sur le marché. La substance peut tout de même présenter des dangers. C'est le cas de l'abamectine ou encore du Spinosad qui présentent une toxicité équivalente à leurs homologues de synthèse.** L'abamectine est une substance active insecticide et acaricide qui attaque le système nerveux et cause une paralysie puis la mort du ravageur. D'après une étude rétrospective sur cette substance, l'exposition professionnelle chez l'homme à l'abamectine peut être responsable de symptômes allant de la gravité mineure jusqu'au décès. Le Spinosad (insecticide) est autorisé en biocontrôle même s'il est reconnu responsable de toxicité sur les abeilles, la faune aquatique ou encore divers auxiliaires.

Notons aussi que le cuivre en concentration excédentaire a des effets phytotoxiques reconnus sur la croissance et le développement de la plupart des plantes. Cet effet se manifeste notamment par des chloroses et une réduction de la biomasse totale.

Les alternatives aux produits phytopharmaceutiques mettent du temps à se développer. Toutefois, il existe des leviers d'accélération tels que la simplification des procédures d'homologation, l'obtention obligatoire d'un CEPP (certificats d'économie de produits phytosanitaires associés) par tous les utilisateurs ou vendeurs de pesticides et le développement des conseils et formations aux agriculteurs.

Aujourd'hui, en France

Si les premières approches scientifiques de biocontrôle datent du XIX^{ème} siècle, elles ont été délaissées au profit des produits phytosanitaires conventionnels qui avaient des résultats plus efficaces et moins aléatoires. Néanmoins, face à l'impact des pesticides sur l'environnement et la santé humaine et l'interdiction de certaines molécules, les techniques de biocontrôle sont actuellement en plein développement. Le biocontrôle a été reconnu officiellement en 2014 par la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt. En 2022, les produits de biocontrôle représentent 10% du marché de protection des plantes (IBMA France). Selon la BNVD (*ventes au code commune Insee des distributeurs, extraites le 17 mai 2022*), en 2021 on recense 67 999 substances actives dont 24 896 sont des substances actives utilisables en biocontrôle (36%).

On considère que la part du biocontrôle se situe entre 3 et 5 % des IFT totaux au niveau national. Si l'on prend les traitements effectués, les cultures où les produits de biocontrôle sont le plus utilisés sont la vigne et l'arboriculture (notamment sur les pommes). Les IFT de biocontrôle par culture représentent 51% des IFT pour les vignes en AB contre 14% pour les non AB et 51% pour les pommes en AB contre 16% pour les non AB. Ces chiffres démontrent que les produits de biocontrôle sont utilisés même dans les exploitations en production conventionnelle et que par conséquent ils ont convaincu de leur efficacité.

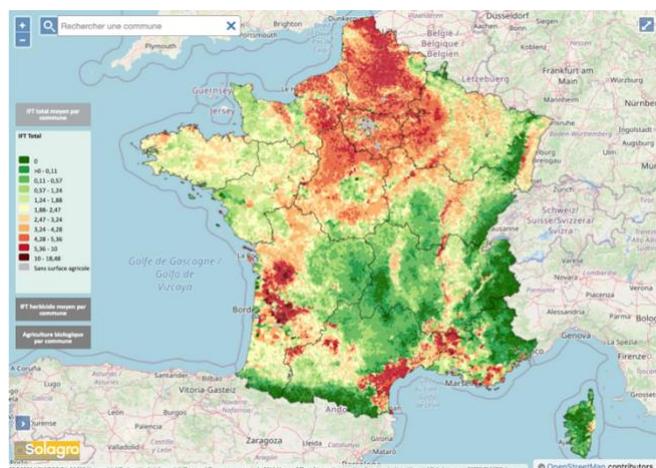
Si on prend la proportion des cultures agricoles qui utilisent des méthodes de biocontrôle, on retrouve un pourcentage de surface traitées correspondant à la colonne du tableau « part du biocontrôle pour les cultures recevant du biocontrôle ». Pour la vigne en AB par exemple, 51% des IFT sont réalisés avec des produits de biocontrôle, soit 1 096 161 ha ayant reçu une dose, ce qui représente 47,6% des surfaces totales traitées (en cumulé : surface*IFT). Ainsi en terme de surfaces traitées avec des produits de biocontrôle (au lieu de pesticides chimiques) :

 la vigne (AB et non AB) représente 1 690 142 ha (surface * IFT de biocontrôle) ;

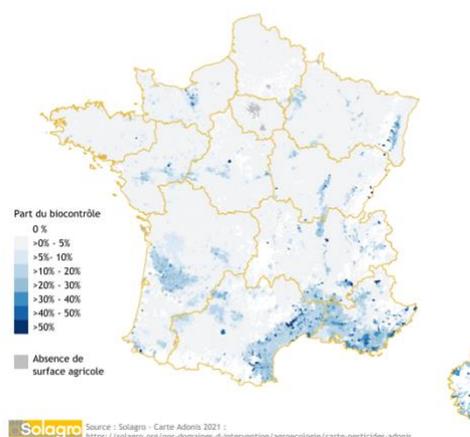
-  la pomme : 263 020 ha ;
-  le colza : 130 975 ha ;
-  la pomme de terre : 128 567 ha.

	IFT total	IFT biocontrôle	Part du biocontrôle dans les traitements par culture	Surface ha (2017/2020)	Somme IFT biocontrôle * surface	Part du biocontrôle pour les cultures recevant du biocontrôle
Colza	6,4	0,1	2%	1 309 752	130 975	5,7%
Pomme de terre	19,8	0,6	3%	214 279	128 567	5,6%
Abricots	9,3	0,7	8%	12 236	8 565	0,4%
Cerises	8,2	0,9	11%	8 063	7 257	0,3%
Bananes	7	0,9	13%	8 465	7 619	0,3%
Clémentines	6	1,6	27%	2 052	3 283	0,1%
Pêches	18,4	2,1	11%	4 721	9 914	0,4%
Pommes non bio	31,5	4,9	16%	20 094	98 461	4,3%
Pommes bio	18,5	9,5	51%	17 322	164 559	7,2%
Prunes	8,3	0,9	11%	14 923	13 430	0,6%
Carotte	7,7	0,4	5%	12 495	4 998	0,2%
Fraise	6,9	0,7	10%	3 335	2 335	0,1%
Melon	7,7	1,2	16%	13 458	16 150	0,7%
Salade	3,9	0,3	8%	22 680	6 804	0,3%
Tomate	10,3	1,3	13%	5 806	7 547	0,3%
Vigne bio	8,1	4,1	51%	608 979	1 096 161	47,6%
Vigne non bio	13,1	1,8	14%	144 874	593 981	25,8%

SSP – Agreste – Enquête sur les pratiques culturales (en grandes cultures 2021- en arboriculture et en légumes 2018 – en viticulture 2019)



PART DE L'IFT BIOCONTRÔLE PAR COMMUNE



Réalisée par Solagro, la carte Adonis répertorie les IFT moyens par commune sur le territoire français. Sur la carte de gauche, la coloration rouge correspond aux zones où l'utilisation des pesticides est la plus intensive. On peut remarquer qu'il s'agit majoritairement des zones autour de Bordeaux, du bassin méditerranéen et des plaines du Nord de la France. Ces zones géographiques correspondent aux régions viticoles, arboricoles et de cultures industrielles (pommes de terre, betterave...). Avec toutefois une belle marge de progression, il s'agit aussi des cultures les plus sujettes à l'utilisation des méthodes de biocontrôle (cf. tableau précédent). L'amplification des méthodes de biocontrôle dans ces régions apparaît donc comme un véritable levier de réduction des IFT.

Sur la carte de droite, on observe grâce au gradient de couleur bleu la part des produits de biocontrôle en IFT par commune. Les régions où le biocontrôle est le plus utilisé sont celles autour de Bordeaux et du bassin méditerranéen. Cela illustre le tableau précédent où la viticulture et l'arboriculture sont les cultures les plus soumises aux traitements de biocontrôle.

Conclusion

Pour un développement global et fonctionnel des méthodes de biocontrôle, il faut adopter une approche pluridisciplinaire et reconceptualiser les systèmes de cultures. En effet, le biocontrôle ne se substitue pas simplement à la lutte chimique. Il constitue plutôt un des piliers de la transition agroécologique et de l'émancipation des produits de synthèse. Les solutions de biocontrôle doivent être combinées aux autres leviers de la protection intégrée : résistance variétale (mildiou, oïdium, tavelure), biostimulants, matériel de pulvérisation ciblée, méthode de prophylaxie, surveillance des parcelles et utilisation d'outils d'aide à la décision... L'homogénéité des parcelles et la réduction des interfaces avec les réservoirs de biodiversité, accentuent la présence des bioagresseurs. Il faut donc également repenser la construction des paysages agricoles à l'échelle des territoires afin de favoriser les régulations biologiques par conservation des habitats naturels.

Bibliographie :

- ANDRIVON, Didier et SAVINI, Isabelle. Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ? Éditions Quae, 2019.
- BERNARD, Jean-Louis. Biocontrôle en protection des cultures : Périmètre, succès, freins, espoirs. *Biocontrôle en protection des cultures*, 2017, p. 1-206.
- BNVD - ventes au code commune Insee des distributeurs, extraites le 17 mai 2022 (Traitements : OFB, 2022 ; SDES, 2022)
- GALLET, Armel, HACHFI, Salma, BRUN-BARALE, Alexandra, et al. Risques pour la santé et l'environnement liés à l'utilisation des insecticides microbiens à base de *Bacillus thuringiensis*. *Les Cahiers Espace, Environnement, Risques et Résilience*, 2024, no 1.
- LEENHARDT, Sophie, MAMY, Laure, PESCE, Stéphane, et al. Impacts des produits phytopharmaceutiques sur la biodiversité et les services écosystémiques. Éditions Quae, 2023.
- PHYTOMA. Biocontrôle : mode d'emploi, Mars 2024, N°758
- PHYTOMA. La santé des végétaux, Novembre 2022, N°772
- PULCE, Corine, DE LYON, CAPTV, HERMOUET, Christine, et al. Abamectine : étude rétrospective des expositions aux produits phytopharmaceutiques à base d'abamectine. *Recueillies par les Centres Antipoison et de Toxicovigilance (CAPTV) et le Réseau Phyt'attitude de la Mutualité Sociale Agricole (MSA)*, 2012.
- RUSCH, Adrien. Biocontrôle : éléments pour une protection agroécologique des cultures. Éditions Quae, 2020.
- SAUPHANOR, Benoit, SIMON, Sylvaine, BOISNEAU, Catherine, et al. Protection phytosanitaire et biodiversité en agriculture biologique. Le cas des vergers de pommiers. *Innovations agronomiques*, 2009, vol. 4, p. 217-228.