



Protection alternative des plantes dans les grandes cultures et les cultures maraîchères: où en sommes-nous?

Autrices et auteurs

Jan Waespe, Stève Breitenmoser, Floriane Bussereau, Patrice de Werra, Giselher Grabenweger, Josep Massana Codina, Sandie Masson, Tomke Musa, Reto Neuweiler, Cornelia Sauer, Susanne Vogelgsang, Manuel Boss, Judith F. Blom



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Impressum

Éditeur	Agroscope Schwarzenburgstrasse 161 3003 Bern www.agroscope.ch
Renseignements	Jan Waespe jan.waespe@agroscope.admin.ch
Photo de couverture	Arnaud Conne
Téléchargement	www.agroscope.ch/science
Copyright	© Agroscope 2026
ISSN	2296-729X
DOI	https://doi.org/10.34776/as226f
Versions linguistiques	Cette publication est également disponible en allemand: https://doi.org/10.34776/as226g

Exclusion de responsabilité

Les informations contenues dans cette publication sont destinées uniquement à l'information des lectrices et lecteurs. Agroscope s'efforce de fournir des informations correctes, actuelles et complètes, mais décline toute responsabilité à cet égard. Nous déclinons toute responsabilité pour d'éventuels dommages en lien avec la mise en œuvre des informations contenues dans les publications. Les lois et dispositions légales en vigueur en Suisse s'appliquent aux lectrices et lecteurs; la jurisprudence actuelle est applicable.

Sommaire

Résumé	4
Zusammenfassung	5
Summary	6
Riassunto	7
1 Protection intégrée des cultures	9
2 Besoin accru de nouvelles stratégies de protection des cultures	14
3 Possibilités et limites des mesures alternatives	14
3.1 Régulation des adventices	15
3.2 Lutte contre les maladies	19
3.3 Lutte contre les ravageurs	23
3.3.1 Colza	23
3.3.2 Betteraves sucrières	25
3.3.3 Pommes de terre	27
3.3.4 Légumes de plein champ	30
3.3.5 Limaces, oiseaux et souris	32
4 Conclusion	34
4.1.1 Régulation des adventices	34
4.1.2 Lutte contre les maladies	34
4.1.3 Lutte contre les ravageurs	35
4.1.4 Différences entre les grandes cultures et les cultures maraîchères	35
4.1.5 Perspectives	35
5 Remerciements	36
6 Bibliographie	37
7 Liste des figures	45
8 Liste des tableaux	45

Résumé

La **protection intégrée des cultures** est un concept qui combine plusieurs méthodes visant à maintenir les organismes nuisibles en dessous du seuil de tolérance économique. Elle repose avant tout sur des mesures préventives, en particulier dans les domaines de la protection des végétaux, de la sélection végétale et des techniques culturales, comme l'utilisation de semences saines, de variétés robustes ou encore la mise en place de rotations équilibrées. Si des mesures de lutte s'avèrent malgré tout nécessaires, les méthodes biologiques, biotechniques et physiques (c'est-à-dire non chimiques) doivent être privilégiées, à condition qu'elles soient disponibles, efficaces et économiquement viables. Les mesures chimiques ne doivent être prises qu'en dernier recours. Cette publication donne un aperçu des mesures préventives et des moyens de lutte non chimiques contre les mauvaises herbes, les maladies et les ravageurs dans les grandes cultures et les cultures maraîchères de plein champ. Elle décrit le caractère opérationnel de ces approches et leur potentiel ainsi que les projets de recherche en cours.

Le **contrôle des adventices** constitue un élément essentiel de la culture des plantes, car une forte pression des mauvaises herbes peut entraîner une baisse significative des rendements. Cette pression peut être réduite à l'aide de mesures préventives telles qu'une rotation équilibrée des cultures ou l'optimisation des pratiques culturales (travail du sol, choix de la période et de la densité de semis, fertilisation). Dans les cultures, plusieurs méthodes mécaniques et physiques permettent de réguler les adventices. Elles peuvent être très efficaces lorsque les conditions sont favorables, mais leur effet est limité avec les adventices problématiques et lorsque les conditions météorologiques défavorables. De plus, ces méthodes sont souvent plus chronophages que les solutions chimiques. La lutte non chimique contre les adventices représente un défi majeur, surtout dans les cultures peu compétitives comme la betterave sucrière ou les légumes de plein champ. Une combinaison de lutte mécanique et chimique peut être efficace dans ce type de cultures.

Les mesures préventives les plus importantes contre **les maladies** sont l'utilisation de semences saines, de variétés robustes, la mise en place d'une rotation équilibrée des cultures ainsi qu'une bonne hygiène des champs. Ces pratiques permettent, dans une large mesure, d'éviter l'utilisation de fongicides dans les cultures de céréales, de maïs, de colza, de tournesol, de soja, de pois protéagineux et de féveroles, moyennant une légère baisse du rendement. Pour les pommes de terre, les betteraves sucrières et les légumes de plein champ, les mesures préventives, surtout les variétés robustes, peuvent réduire l'utilisation de fongicides, mais aujourd'hui, il n'est souvent pas possible de s'en passer totalement. Les options de lutte non chimiques sont limitées: les traitements physiques des semences (vapeur, eau chaude ou traitement par électrons) utilisés contre les maladies dont les agents pathogènes sont transmis par les semences, présentent un certain potentiel.

Les ravageurs peuvent généralement être maîtrisés de manière suffisante dans les cultures de céréales, de maïs, de tournesol, de soja, de pois protéagineux et de féveroles grâce à des mesures préventives telles que la rotation des cultures et la mise en place de conditions favorables pour les auxiliaires, car les dégâts peuvent en partie être compensés. En revanche, le colza, les pommes de terre, les betteraves sucrières et les légumes de plein champ sont attaqués par des ravageurs susceptibles de provoquer des dégâts importants, ce qui fait que les mesures préventives et non chimiques ne suffisent pas et qu'il faut souvent recourir aux produits phytosanitaires. Certaines approches, comme la rotation des cultures pour les betteraves sucrières ou l'utilisation du *Bacillus thuringiensis* contre le doryphore, se sont avérées efficaces, tandis que les sous-semis dans le colza présentent un certain potentiel. D'autres mesures font encore l'objet de recherches.

Dans les cultures maraîchères, les enjeux sont plus importants que dans les grandes cultures, en raison des **exigences de qualité** élevées imposées par le marché ainsi que par les consommatrices et les consommateurs. En vue de réduire l'utilisation de produits phytosanitaires, il pourrait être utile de revoir les critères de qualité appliqués aux légumes, critères relevant du droit privé, notamment lorsqu'il s'agit d'aspects purement esthétiques qui ne présentent aucun risque au regard du droit alimentaire. Une légère réduction de ces exigences et une certaine tolérance à la présence de ravageurs pourraient aussi être envisagées. En plus, les coûts supplémentaires et les risques accrus en termes de rendement liés aux mesures alternatives de protection des plantes pourraient être compensés par des **prix** plus élevés pour les denrées alimentaires ou par d'autres mesures, de manière à assurer

leur rentabilité. La réussite de l'adoption de telles approches dépend donc directement du marché ainsi que des attentes des consommatrices et des consommateurs.

Plusieurs projets de recherche d'Agroscope et d'autres instituts de recherche étudient comment mettre au point des mesures préventives et non chimiques et les adapter aux conditions de la pratique. Dans son nouveau programme d'activité 2026-2029, Agroscope met encore plus l'accent sur les **effets et l'utilité pour la pratique**; des domaines comme la protection des plantes et la sélection végétale sont renforcés¹. La nouvelle stratégie de l'OFAG «Stratégie pour une protection durable des cultures à l'horizon 2035²» s'inscrit dans la même dynamique. Les deux visent à faire évoluer la protection intégrée des cultures vers une protection moderne et globale.

Zusammenfassung

Der **integrierte Pflanzenschutz** ist ein Konzept, welches verschiedene Methoden kombiniert, um Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadschwelle zu halten. Die breite Basis bilden dabei präventive Massnahmen, vor allem in den Bereichen Pflanzengesundheit, Pflanzenzüchtung und Anbautechniken, wie gesundes Saatgut, robuste Sorten und ausgewogene Fruchtfolgen. Wenn dennoch eine Bekämpfung erforderlich ist, sollen biologische, biotechnische und physikalische (d. h. nicht-chemische Massnahmen) Vorrang haben, sofern diese verfügbar, wirksam und wirtschaftlich sind. Chemische Massnahmen sollen erst als letzte Möglichkeit ergriffen werden. Diese Publikation gibt einen Überblick über die präventiven Massnahmen und die nicht-chemischen Bekämpfungsmöglichkeiten gegen Unkräuter, Krankheiten und Schädlinge im Acker- und Freilandgemüsebau. Die Praxisreife und das Potenzial der Massnahmen werden beschrieben und laufende Forschungsprojekte aufgezeigt.

Die **Unkrautregulierung** ist ein zentraler Bestandteil beim Anbau von Kulturpflanzen, da eine starke Verunkrautung den Ertrag substantiell reduziert. Mit präventiven Massnahmen wie einer ausgewogenen Fruchtfolge und optimierten Anbaumethoden (Bodenbearbeitung, Saatzeitpunkt und -dichte sowie Düngung) kann der Unkrautdruck verringert werden. In der Kultur können die Unkräuter mit verschiedenen mechanischen und physikalischen Methoden reguliert werden. Diese haben bei optimalen Bedingungen eine gute Wirkung, welche jedoch bei Problemunkräutern und ungünstigen Wetterbedingungen begrenzt ist. Zudem sind diese Methoden meistens zeitaufwändiger als chemische Massnahmen. Die nicht-chemische Unkrautregulierung ist eine grosse Herausforderung, insbesondere in konkurrenzschwachen Kulturen wie Zuckerrüben oder Freilandgemüse. Eine Kombination aus mechanischer und chemischer Bekämpfung kann für solche Kulturen zielführend sein.

Die wichtigsten präventiven Massnahmen gegen **Krankheiten** sind gesundes Saatgut, robuste Sorten, ausgewogene Fruchtfolgen und eine gute Feldhygiene. Mit diesen Massnahmen kann der Einsatz von Fungiziden in Getreide, Mais, Raps, Sonnenblumen, Soja, Eiweisserbsen und Ackerbohnen mit einer leichten Ertragsreduktion weitgehend vermieden werden. In Kartoffeln, Zuckerrüben und Freilandgemüse können präventive Massnahmen, insbesondere robuste Sorten, den Fungizideinsatz reduzieren, ein vollständiger Verzicht ist heute aber oft nicht praktikabel. Nicht-chemische Bekämpfungsmöglichkeiten sind in begrenztem Umfang vorhanden: Potenzial haben physikalische Behandlungen von Saatgut mit Dampf, Warmwasser oder Elektronen gegen Krankheiten, deren Erreger über das Saatgut übertragen werden.

Schädlinge können in Getreide, Mais, Sonnenblumen, Soja, Eiweisserbsen und Ackerbohnen mit präventiven Massnahmen wie Fruchtfolge und der Schonung von Nützlingen meistens ausreichend kontrolliert werden, da Schäden in einem gewissen Umfang kompensiert werden. Raps, Kartoffeln, Zuckerrüben und Freilandgemüse werden jedoch von Schädlingen mit einem hohen Schadpotenzial befallen, so dass präventive und nicht-chemische Massnahmen bisher oft nicht ausreichen und der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln häufig erforderlich ist. Einige Ansätze, wie die Fruchtfolge bei Zuckerrüben oder der Einsatz von *Bacillus thuringiensis* gegen Kartoffelkäfer, haben sich als wirksam erwiesen, Untersaaten im Raps zeigen ein Potenzial. Zu weiteren Massnahmen wird noch geforscht.

Die Herausforderungen im Gemüsebau sind aufgrund der hohen **Qualitätsanforderungen** des Marktes und der Konsumentinnen und Konsumenten grösser als im Ackerbau. Mit Blick auf einen reduzierten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln könnte es sinnvoll sein, die privatrechtlich geregelten Qualitätsanforderungen für Gemüse

¹ [Recherche axée sur l'impact et l'utilité pour la pratique](#), communiqué de presse d'Agroscope, 20.1.2026.

² [Stratégie pour une protection durable des cultures à l'horizon 2035](#), Office fédéral de l'agriculture (OFAG), 12.1.2026.

bezüglich rein optischer und lebensmittelrechtlich unbedenklicher Aspekte zu hinterfragen, eventuell zu reduzieren und einen gewissen Schädlingsbesatz zu tolerieren. Zudem könnten die mit alternativen Pflanzenschutzmassnahmen verbundenen Zusatzaufwendungen und höheren Ertragsrisiken durch höhere **Lebensmittelpreise** oder andere Massnahmen ausgeglichen werden, damit sie wirtschaftlich rentabel sind. Die erfolgreiche Umsetzung von alternativen Pflanzenschutzmassnahmen ist somit auch direkt vom Markt und von den Konsumentinnen und Konsumenten abhängig.

Zahlreiche Forschungsprojekte von Agroscope und anderen Forschungseinrichtungen untersuchen die Möglichkeiten, präventive und nicht-chemische Massnahmen zu erarbeiten und praxistauglich zu machen. In seinem neuen Arbeitsprogramm 2026–2029 legt Agroscope einen noch stärkeren Fokus auf **Wirkung und Praxisnutzen**; Bereiche wie Pflanzenschutz und Pflanzenzüchtung werden gestärkt³. Hier setzt auch die neue Strategie des BLW «Strategie für einen nachhaltigen Schutz der Kulturen 2035⁴» an. Beide haben das Ziel, den integrierten Pflanzenschutz zu einem modernen und umfassenden Schutz der Kulturen weiterzuentwickeln.

Diese Publikation ist auf Deutsch verfügbar unter: <https://doi.org/10.34776/as226g>

Summary

Integrated pest management is a concept that combines various methods to keep harmful organisms below the economic threshold. Preventive measures, particularly in the areas of plant health, plant breeding and cultivation techniques, such as healthy seed, robust varieties and balanced crop rotations, form the broad basis for this. If, however, control measures become necessary, biological, biotechnical and physical (i.e. non-chemical) measures should be prioritised, provided that these are available, effective and economically viable. Chemical measures are only to be taken as a last resort. This publication gives an overview of the preventive measures and the non-chemical options for controlling weeds, diseases and pests in arable farming and field vegetable cultivation. Practical applicability and the potential of the measures are described and ongoing research projects are highlighted.

Weed control is a key component in crop cultivation, since heavy weed infestation substantially reduces yield. Preventive measures such as a balanced crop rotation and optimised cultivation methods (tillage, time and density of sowing, fertilisation) can reduce weed pressure. Weeds in the crop can be controlled by various mechanical and physical methods. Given optimal conditions, these methods achieve a good effect, which is, however, reduced by problem weeds and unfavourable weather conditions. Moreover, these methods are usually more time-consuming than chemical measures. Non-chemical weed control poses a major challenge, particularly in non-competitive crops such as sugar beet or field vegetables. A combination of mechanical and chemical control may be advisable for such crops.

The main preventive measures for controlling **diseases** are healthy seed, robust varieties, balanced crop rotations and good field hygiene. With these measures, the use of fungicides in cereal crops, maize, oilseed rape, sunflower, soybean, field peas and broad beans can be largely avoided, with a slight yield reduction as the tradeoff. Although preventive measures can reduce fungicide use in potato, sugar beet and field vegetables, particularly in the case of disease-resistant varieties, completely dispensing with the use of fungicides is often not feasible at present. Non-chemical methods are available to a limited extent: physical treatment of seed with steam, warm water or electrons to control diseases whose pathogens are transmitted via the seed are potentially effective.

Pests in cereal crops, maize, sunflower, soybean, field peas and broad beans can usually be adequately controlled with preventive measures such as crop rotation and the protection of beneficials, since damage can be offset to a certain extent. However, oilseed rape, potatoes, sugar beet and field vegetables are infested by pests with a high damage potential, which means that preventive and non-chemical measures have frequently proven insufficient to date and the use of plant-protection products is often necessary. A number of approaches have proven effective, such as crop rotation for sugar beet or the use of *Bacillus thuringiensis* to control Colorado potato beetle, and undersowings in oilseed rape have shown potential. Further measures are still being researched.

³ [Forschung mit Fokus auf Wirkung und Praxisnutzen](#), Medienmitteilung von Agroscope, 20.1.2026.

⁴ [Strategie für einen nachhaltigen Schutz der Kulturen 2035](#), Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 12.1.2026.

Due to the high **quality demands** of the market and consumers, challenges in vegetable production are greater than in arable farming. With a view to reducing the use of plant protection products, it might be worthwhile to question the private-law quality standards for vegetables in terms of aspects that are purely optical or are non-hazardous in terms of food safety, and perhaps lower these standards and tolerate a certain level of pest infestation. Furthermore, the additional expenditure and higher yield-loss risks associated with alternative plant protection measures could be counterbalanced by higher **food prices** or other measures to render the crops economically profitable. The successful implementation of alternative plant protection measures is thus also directly dependent on the market and on consumers.

Numerous research projects conducted by Agroscope and other research institutions are investigating options for developing preventive and non-chemical measures and their practical applicability. Agroscope's new 2026-2029 Work Programme places an even greater emphasis on **impact and practical benefits**; areas such as plant protection and plant breeding are being strengthened.⁵ This is where the FOAG's new "Strategy for sustainable crop protection 2035"⁶ comes in: Both programmes aim to develop integrated plant protection into a modern and comprehensive crop protection strategy.

Riassunto

La **protezione integrata dei vegetali** è un concetto che combina vari metodi volti a mantenere gli organismi nocivi al di sotto della soglia di tolleranza economica. Si basa soprattutto su misure preventive, in particolare nei settori della salute delle piante, della selezione vegetale e delle tecniche colturali, come l'impiego di sementi sane, di varietà robuste e l'adozione di rotazioni equilibrate. Se tuttavia si rendono necessarie misure di lotta, la priorità va data alle tecniche biologiche, biotecniche e fisiche (cioè non chimiche), purché siano disponibili, efficaci ed economicamente sostenibili. Le misure chimiche devono essere adottate solo come ultima risorsa. La presente pubblicazione fornisce una panoramica delle misure preventive e delle opzioni di lotta non chimiche contro le piante infestanti, le malattie e i parassiti nelle grandi colture e nelle colture orticole in pieno campo. Descrive l'applicabilità pratica di questi approcci, il loro potenziale e i progetti di ricerca in corso.

La **regolazione delle erbe infestanti** è un elemento centrale nella produzione vegetale, poiché una forte infestazione può ridurre sostanzialmente la resa. La pressione delle erbe infestanti può essere ridotta mediante misure preventive come una rotazione colturale equilibrata e pratiche agronomiche ottimizzate (lavorazione del suolo, scelta del periodo e della densità di semina, concimazione). A coltura avviata, le infestanti possono essere controllate per mezzo di diversi metodi meccanici e fisici, la cui efficacia risulta buona in condizioni ottimali, ma limitata in caso di infestanti problematiche e condizioni meteorologiche sfavorevoli. Inoltre, tali metodi richiedono spesso più tempo rispetto alle soluzioni chimiche. La regolazione non chimica delle infestanti è una sfida importante, soprattutto nelle colture poco competitive come la barbabietola da zucchero o gli ortaggi in pieno campo. In questo tipo di colture può essere più appropriata una combinazione di metodi meccanici e chimici.

Le principali misure preventive contro le **malattie** sono l'utilizzo di sementi sane, varietà robuste, l'adozione di rotazioni colturali equilibrate e una buona igiene dei campi. Queste pratiche permettono di evitare in larga misura l'impiego di fungicidi nelle colture di cereali, mais, colza, girasoli, soia, piselli proteici e fave a fronte di una leggera riduzione nella resa. Nel caso di patate, barbabietole da zucchero e ortaggi coltivati in pieno campo, le misure preventive, in particolare la scelta di varietà robuste, possono ridurre l'uso dei fungicidi, ma una rinuncia completa è oggi spesso poco praticabile. Le opzioni di lotta non chimica sono limitate: i trattamenti fisici delle sementi con vapore, acqua calda o elettroni mostrano potenzialità contro quelle malattie i cui agenti patogeni sono trasmessi tramite le sementi.

Generalmente i **parassiti** possono essere controllati adeguatamente nelle colture di cereali, mais, girasoli, soia, piselli proteici e fave adottando misure preventive come la rotazione colturale e la promozione degli organismi utili, che permettono di compensare in certa misura i danni. Tuttavia, colza, patate, barbabietole da zucchero e ortaggi coltivati in campo aperto vengono attaccati da parassiti con un elevato potenziale nocivo; di conseguenza, le misure

⁵ [Research with a Focus on Impact and Practical Benefits](#), Agroscope press release, 20 Jan 2026.

⁶ [Strategy for Sustainable Crop Protection 2035](#), Federal Office for Agriculture (FOAG), 12 Jan 2026.

preventive e non chimiche sono spesso insufficienti e si rende sovente necessario l'impiego di prodotti fitosanitari. Alcune contromisure si sono dimostrate efficaci, ad esempio la rotazione delle colture per la barbabietola da zucchero o l'uso del *Bacillus thuringiensis* contro la dorifora, mentre la sottosemina mostra un certo potenziale per la colza. Ulteriori misure sono ancora in fase di studio.

L'orticoltura presenta maggiori sfide rispetto alla campicoltura, a causa degli elevati **requisiti qualitativi** richiesti dal mercato e da consumatrici e consumatori. Per ridurre l'uso di prodotti fitosanitari, potrebbe essere opportuno rivedere i requisiti di qualità degli ortaggi regolamentati dal diritto privato, soprattutto per quanto riguarda gli aspetti puramente estetici e quelli che non comportano rischi per la sicurezza alimentare, eventualmente abbassandoli e tollerando un determinato livello di presenza di parassiti. Inoltre, i costi aggiuntivi e i maggiori rischi di perdita di resa associati alle misure alternative di protezione dei vegetali potrebbero essere compensati da un aumento nei **prezzi delle derrate alimentari** o da altre misure che ne garantiscano la redditività. Il successo nell'implementazione di misure fitosanitarie alternative dipende quindi anche direttamente dal mercato e da consumatrici e consumatori.

Numerosi progetti di ricerca di Agroscope e di altri istituti sono incentrati su come sviluppare e rendere più applicabili misure preventive e non chimiche. Nell'ambito del suo nuovo programma d'attività 2026-2029, Agroscope si concentra ancora di più su **efficacia e benefici pratici**; saranno quindi rafforzati ambiti quali la protezione dei vegetali e la selezione vegetale⁷. In questo contesto si inserisce anche la nuova strategia dell'UFAG "Strategia per una protezione sostenibile delle colture 2035"⁸. Entrambi i programmi mirano a sviluppare ulteriormente la protezione integrata dei vegetali verso un approccio moderno e globale.

⁷ [Ricerca orientata all'efficacia e all'utilità pratica](#), comunicato stampa di Agroscope, 20.1.2026.

⁸ [Strategia per una protezione sostenibile delle colture 2035](#), Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG), 12.1.2026.

1 Protection intégrée des cultures

Les mesures de protection des cultures visent à garantir une bonne qualité des produits ainsi que des rendements élevés et surtout stables. Les fluctuations annuelles des rendements dues aux conditions météorologiques constituent un défi pour la sécurité alimentaire de la population, compte tenu du changement climatique et de la propagation accrue des organismes nuisibles qui en découle (Ritzel & von Ow 2023). Les phénomènes météorologiques extrêmes se multiplient avec le changement climatique. Ils entraînent des pertes de rendement et de qualité et rendent les rendements agricoles plus incertains (Wuyts *et al.* 2023). Il est donc d'autant plus important de protéger les cultures contre les ravageurs, les adventices et les maladies. La protection intégrée des cultures est un concept qui combine différentes méthodes visant à maintenir les organismes nuisibles en dessous du seuil de tolérance économique. L'accent est mis sur l'utilisation ciblée des facteurs naturels de régulation (Häni *et al.* 2022). Dans un premier temps, des mesures préventives telles qu'une rotation équilibrée des cultures et des méthodes de culture, de fertilisation et d'irrigation adaptées ainsi que l'utilisation de variétés robustes et de semences ou de plants sains doivent réduire au maximum la sensibilité des plantes par rapport aux organismes nuisibles. Dans un deuxième temps, différents outils d'aide à la décision permettent aux exploitantes et exploitants de déterminer le moment opportun pour mettre en place des mesures de lutte. Il faut appliquer en priorité des mesures biologiques, biotechniques ou physiques (c'est-à-dire non chimiques), si elles existent. Ce n'est qu'en dernier recours que des produits phytosanitaires chimiques (PPh) peuvent être utilisés, si nécessaire (Figure 1).

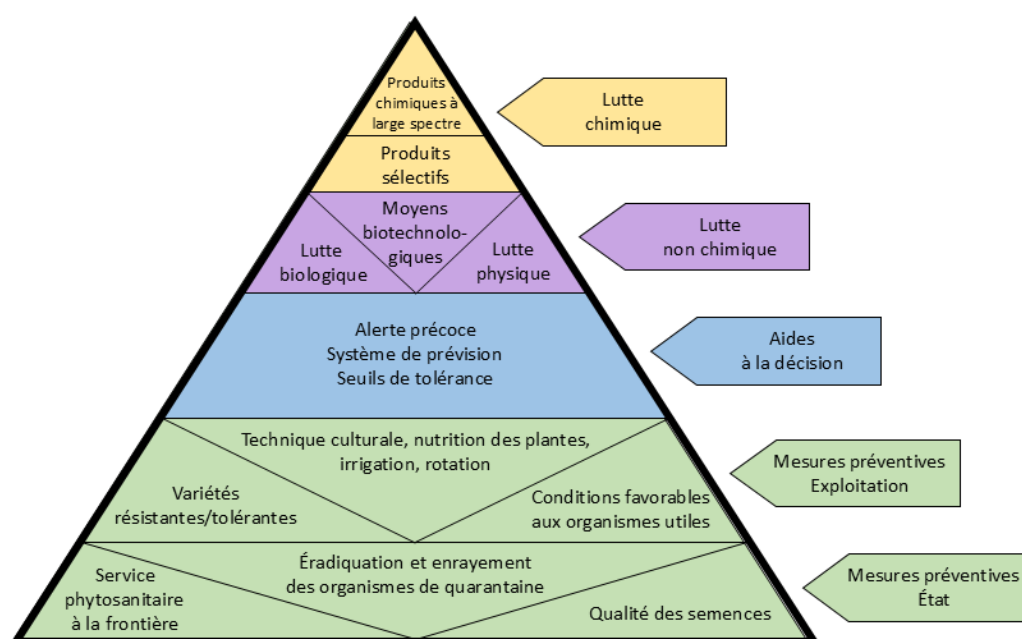


Figure 1 Pyramide de la protection intégrée des cultures.

La mise en œuvre concrète et la combinaison des différentes mesures de la pyramide dépendent de nombreux facteurs tels que la culture, le site, le sol, les conditions météorologiques, la rotation des cultures, mais aussi la stratégie commerciale, la propension au risque et l'équipement de l'exploitation. Il faut aussi noter que les mesures, en particulier celles liées aux techniques culturales, ont aussi un impact sur d'autres facteurs, comme la fertilité du sol, la disponibilité de l'eau ou encore la consommation de carburant. La mise en œuvre de la protection intégrée des cultures consiste à trouver le meilleur compromis possible pour chaque exploitation, en tenant compte des conditions et des objectifs qui prévalent.

Mesures préventives à l'échelle nationale

Avec la mondialisation croissante et l'augmentation des déplacements, le risque d'introduire **des ravageurs et des maladies végétales invasives** augmente. Ceux-ci peuvent causer des dommages considérables aux plantes cultivées. Le Service phytosanitaire fédéral (SPF) a pour mission d'empêcher l'introduction et la propagation des maladies et des ravageurs des plantes (OFAG 2025). La législation phytosanitaire suisse (RS 916.20) a été adaptée

en 2020 à la législation européenne afin de renforcer la protection des cultures contre les nouveaux organismes particulièrement nuisibles. Des dispositions plus strictes ont été introduites pour l'importation de marchandises végétales et les mesures de prévention renforcées (CF 2024). Cependant, en raison de l'augmentation constante du trafic international de marchandises et de personnes, il devient de plus en plus difficile d'empêcher complètement l'introduction de nouveaux organismes nuisibles. Toutefois, il est souvent possible de retarder leur propagation et leur établissement, ce qui permet de gagner du temps pour développer des mesures de lutte efficaces.

Des **semences et des plants** sains, issus de variétés robustes, sont essentiels pour assurer la production végétale (Häni *et al.* 2022; OFAG 2008). Le matériel de base des sélectionneurs, disponible en petites quantités, doit être multiplié sur plusieurs générations jusqu'à ce que des volumes suffisants de semences et de plants soient disponibles pour les exploitations agricoles. Au cours de cette multiplication, des maladies et des graines d'adventices se développent et peuvent donc continuer à se propager, ce qui explique les exigences strictes imposées à la production de semences et de plants. Les agents pathogènes transmis par les semences jouent un rôle important à l'échelle mondiale. Les produits de traitement chimique ont permis d'empêcher très efficacement leur propagation. De plus, ces traitements protègent également contre les maladies qui sont déjà présentes dans le sol. Toutefois, l'offre de produits de traitement efficaces et homologués pour l'agriculture biologique reste très limitée. C'est pourquoi, pour les semences bio et PI, des contrôles sanitaires sont effectués dans le cadre de la certification des semences, en complément des contrôles réalisés sur le terrain (Bänziger *et al.* 2023). Si les semences sont saines, un traitement n'est pas nécessaire, mais elles ne sont pas pour autant protégées contre d'éventuels agents pathogènes qui peuvent déjà être présents dans le sol. Avec la certification obligatoire, la faculté germinative, la santé et la pureté des semences et des plants atteignent un niveau élevé pour les principales grandes cultures et cultures fourragères.

Mesures préventives à l'échelle de l'exploitation

Une **rotation équilibrée des cultures** permet notamment de contrôler efficacement les maladies transmises par le sol (p. ex. le piétin-échaudage ou le piétin-verse pour les céréales) ainsi que certains ravageurs (p. ex. les nématodes ou la chrysomèle des racines du maïs) (AGRIDEA 2023a). La rotation des cultures joue également un rôle décisif dans la gestion des adventices (Häni *et al.* 2022). En Suisse, les rotations de cultures sont relativement équilibrées en raison des exigences PER, ce qui rend les maladies liées à cette pratique moins fréquentes. La rotation **régionale**, également appelée rotation irrégulière, présente un potentiel supplémentaire. Elle tient compte non seulement des cultures précédentes sur la parcelle, mais aussi de celles qui ont été cultivées à proximité de la parcelle lors de l'année écoulée (Häni *et al.* 2022). En principe, la pression des ravageurs mobiles et des maladies augmente avec la surface sur laquelle des plantes hôtes ont été cultivées l'année précédente dans la région. La distance nécessaire entre les surfaces cultivées dépend beaucoup des caractéristiques des maladies et des ravageurs. La mise en œuvre d'une planification des rotations à l'échelle régionale suppose donc une coordination entre les exploitations agricoles.

Les variétés de plantes peuvent présenter des sensibilités différentes aux maladies et parfois aussi aux ravageurs. La sélection **de variétés robustes** a pour objectif de développer des plantes plus résistantes aux maladies (et parfois moins sensibles aux ravageurs) (SGP 1986). La sélection et l'examen des variétés sont la clé d'autres améliorations variétales. Les nouvelles méthodes de sélection peuvent jouer un rôle important à cet égard, car elles permettent une sélection plus ciblée et donc plus rapide de nouvelles variétés robustes (Kümin *et al.* 2023). Cependant, le choix de la variété n'est pas du seul ressort de l'exploitant; il est également fortement influencé par les exigences des transformateurs et du commerce en matière de qualité du produit récolté. Aucune variété ne peut répondre à l'ensemble de ces exigences.

La **technique culturale** joue un rôle central dans la gestion des adventices. Elle permet également d'influencer la propagation et la pression des ravageurs et des maladies. Le travail du sol agit sur la structure, l'humidité et la température du sol et peut donc avoir des effets positifs ou négatifs sur les organismes nuisibles et leurs antagonistes naturels (Bovey *et al.* 1979). En règle générale, ces interactions sont toutefois complexes et difficiles à influencer de manière ciblée. L'hygiène des champs revêt également une grande importance: le broyage et l'enfouissement rapide des résidus de récolte dans le sol sont des mesures importantes pour réduire la propagation des maladies et des ravageurs. Les adventices pouvant servir d'hôtes intermédiaires pour certains agents pathogènes ou ravageurs doivent être éliminées, y compris dans les bandes en bordure de champs (Bovey *et al.* 1979; swiss granum 2022). La préparation du lit de semences, la profondeur et la date de semis sont également des facteurs déterminants. Les cultures à levée rapide restent moins longtemps à un stade vulnérable (Häni *et al.* 2022). Des densités de semis

élevées peuvent accroître la sensibilité aux maladies, tandis que des peuplements trop clairsemés favorisent les adventices et les pertes dues aux ravageurs (Häni *et al.* 2022). La mise en place de certaines cultures maraîchères sur des buttes peut limiter les maladies racinaires et les pourritures transmises par le sol (Sauer *et al.* 2020), les sous-semis peuvent détourner l'attention de certains ravageurs et contribuer à la suppression des mauvaises herbes (Häni *et al.* 2022; Schneider *et al.* 2024; Breitenmoser *et al.* 2020).

Une **fertilisation adaptée aux besoins** des plantes est essentielle à leur bon développement. Si les éléments nutritifs ne sont pas disponibles en quantités suffisantes, des carences physiologiques peuvent apparaître (Bovey *et al.* 1979). Ces carences affaiblissent les plantes qui sont alors moins capables de compenser la pression exercée par les organismes nuisibles. En revanche, une fertilisation excessive, notamment en azote, peut rendre les plantes plus sensibles à certains ravageurs et maladies (Bovey *et al.* 1979) et favoriser la croissance des adventices. Le type d'engrais a une grande influence sur la fertilité du sol. Les engrais organiques comme le fumier ou le compost stimulent le microbiome du sol, ce qui peut contribuer à limiter certains agents pathogènes présents dans le sol. Mais certaines maladies peuvent aussi être favorisées par l'apport de matière organique (Lutz 2024). En particulier, le fumier non décomposé et le compost insuffisamment mûr peuvent attirer les mouches des semis et favoriser des maladies comme la hernie du chou (Häni *et al.* 2022; Schwarz *et al.* 1990) ou contenir des graines d'adventices. L'apport de chaux permet d'augmenter le pH du sol et de réduire l'incidence de maladies transmises par le sol comme la hernie du chou ou la pourriture blanche de l'oignon (Koller *et al.* 2007; Neuweiler *et al.* 2009).

Les plantes bénéficiant d'un **approvisionnement en eau** suffisant peuvent mieux compenser les dommages causés par les ravageurs. En revanche, une humidité excessive des cultures favorise le développement des maladies (Häni *et al.* 2022). Après un arrosage, il est donc important que les feuilles puissent sécher le plus rapidement possible. Pour les cultures en ligne, il est recommandé d'utiliser si possible des techniques d'irrigation telles que le goutte à goutte, qui évitent de mouiller les organes aériens des plantes.

De nombreux ravageurs possèdent dans leur environnement des antagonistes naturels, appelés **auxiliaires**. Différents organismes entomopathogènes (notamment des champignons, des bactéries, des virus et des nématodes) peuvent également réduire les populations de ravageurs et prévenir leur prolifération. Certains auxiliaires présentent un spectre de proies relativement large (p. ex. les oiseaux, les araignées) tandis que d'autres ont un spectre d'hôtes très spécifique (p. ex. les ichneumons). La plupart des auxiliaires dépendent d'habitats diversifiés et pérennes qui leur fournissent des sources alimentaires alternatives et des sites d'hivernage. Ces derniers doivent se situer à une distance accessible des surfaces agricoles (Häni *et al.* 2022). Plusieurs études ont mis en évidence des effets positifs ponctuels (p. ex. des taux de parasitisme) contre certains ravageurs (Büchi 2002; Tschumi *et al.* 2015 et 2016b; Luka & Koller 2019; Luka *et al.* 2021; Albrecht *et al.* 2020; Stöckli *et al.* 2024). Dans les cultures où les exigences qualitatives concernant la présence de ravageurs sont moins strictes et pour les ravageurs qui ne causent des dégâts que lorsqu'ils sont présents en grand nombre et sur une longue période, la régulation naturelle fonctionne généralement bien. Un exemple bien connu est celui de la régulation naturelle des pucerons et des criocères des céréales, qui ne doivent généralement pas être combattus en Suisse dans les grandes cultures. L'utilisation d'abord facultative, puis rendue obligatoire par les PER à partir de 1999, de produits phytosanitaires ménageant les auxiliaires ainsi que les contributions aux paiements directs pour le non-recours aux insecticides, fongicides et régulateurs de croissance dans certaines cultures ont contribué au succès de cette mesure. Cependant, la régulation naturelle atteint ses limites face aux ravageurs capables de provoquer des dommages importants en peu de temps ou dans les cultures maraîchères où la présence de ravageurs est actuellement très peu tolérée. Les habitats naturels ou semi-naturels (comme les bandes fleuries) peuvent en outre offrir un refuge non seulement aux auxiliaires, mais aussi à certains ravageurs (limaces, souris) et à des agents pathogènes de maladies (p. ex. l'ergot de seigle, les rouilles) et favoriser l'apparition d'adventices (Ruchti & Studer 2015; Station d'essais Cultures maraîchères 2025; Häni *et al.* 2022). Plusieurs projets ont également montré que l'établissement réussi et équilibré des mélanges de semences (p. ex. pour les bandes fleuries pour organismes utiles) constituait un défi et que, selon les conditions environnementales, certaines espèces végétales contenues dans ce type de mélanges peuvent dominer. Enfin, certains antagonistes naturels peuvent également être multipliés (industriellement) dans des conditions contrôlées, puis appliqués directement dans les cultures sous forme de produits à base d'organismes antagonistes. Cette approche relève de la lutte biologique et nécessite une autorisation en tant que produit phytosanitaire (voir ci-dessous).

Aides à la décision

Le seuil de tolérance est atteint lorsque le bénéfice attendu d'une méthode de lutte donnée est équivalent à son coût. Dans la pratique, on utilise plutôt le **seuil d'intervention**. Celui-ci anticipe le fait que le seuil de tolérance sera probablement dépassé compte tenu de l'évolution attendue. Il désigne la densité de ravageurs à partir de laquelle il est judicieux de prendre des mesures de lutte. Les seuils d'intervention dépendent de nombreux facteurs variables et sont donc des valeurs indicatives et approximatives (Häni *et al.* 2022). Le groupe de travail sur les seuils d'intervention en grandes cultures (GT SI) élabore ces seuils qui sont régulièrement publiés par AGRIDEA (AGRIDEA 2025d). Pour les adventices, l'application de seuils d'intervention est plus complexe. Les parcelles abritent généralement des communautés composées de plusieurs espèces d'adventices. De plus, celles-ci n'affectent pas seulement les cultures en place au cours d'une année donnée, mais peuvent rester problématiques pendant plusieurs années en raison des stocks de graines présents dans le sol (Masson *et al.* 2021). Il est donc nécessaire de développer des outils d'aide à la décision spécifiques pour la gestion des adventices.

Des **systèmes de prévision** sont disponibles pour certaines maladies et certains ravageurs importants. Ceux-ci modélisent la pression des maladies et des ravageurs sur la base de données météorologiques et d'observations de terrain. Dans les grandes cultures, les modèles de prévision PhytoPRE (mildiou de la pomme de terre) et FusaProg (fusariose des céréales) sont notamment disponibles. En outre, un monitoring des pucerons et de la pyrale du maïs (voir plateforme Agrometeo) est aussi réalisé. Dans le cadre du projet Agrometeo+, la plateforme Agrometeo sera modernisée et tous les systèmes de prévision seront mis à disposition de manière centralisée. Dans les grandes cultures, les services cantonaux informent régulièrement sur la situation phytosanitaire et formulent des recommandations en matière de protection des cultures. Dans les cultures maraîchères, ces informations sont diffusées notamment par la publication Info Cultures Maraîchères d'Agroscope.

Lutte non chimique

Dans la **lutte biologique**, les ravageurs ou, plus rarement, les maladies sont combattus par l'introduction d'organismes vivants (auxiliaires, nématodes, virus, champignons, bactéries). Dans les cultures sous serre (p. ex. pour les tomates, les concombres, les aubergines), cette approche fonctionne bien dans la pratique et a permis de réduire considérablement l'utilisation d'insecticides. Un agent de lutte biologique particulièrement important est le granulovirus *Cydia pomonella* (CpGV), qui agit spécifiquement contre le carpocapse et est utilisé avec succès depuis des décennies dans la production intégrée de pommes. Les guêpes parasitoïdes *Trichogramma* contre la pyrale du maïs, le *Bacillus thuringiensis* contre le doryphore et les champignons du genre *Beauveria* contre le hanneton constituent d'autres exemples d'utilisation réussie d'auxiliaires dans les grandes cultures et les cultures maraîchères de plein champ (Häni *et al.* 2022).

La **lutte biotechnique** repose quant à elle sur l'utilisation de phéromones. La technique de confusion sexuelle basée sur les phéromones joue depuis plusieurs décennies un rôle important dans les cultures pérennes en arboriculture et en viticulture. En revanche, dans les grandes cultures et les cultures maraîchères, les phéromones sont principalement utilisées dans des pièges de surveillance afin de suivre les périodes de vol et d'évaluer la pression d'infestation (p. ex. pour la tordeuse du pois).

La **lutte physique** joue un rôle particulier dans le contrôle des adventices (Häni *et al.* 2022). Outre les outils classiques, différents développements récents permettent, généralement grâce à l'assistance de caméras, de cibler les adventices et de les éliminer par des moyens mécaniques, thermiques, électriques ou encore par laser. Il existe également des méthodes physiques pour lutter contre les maladies et les ravageurs. Les maladies transmises par les semences peuvent être neutralisées à la vapeur, à l'eau chaude (Bänziger *et al.* 2023) ou par radiation (Fraunhofer *et al.* 2022). Les filets permettent de protéger les petites surfaces de culture contre l'arrivée des ravageurs volants et des appareils spéciaux existent pour collecter les doryphores sur les plants de pommes de terre (Häni *et al.* 2022). En outre, un travail intensif du sol peut contribuer à réduire les populations de ravageurs du sol (Schwarz *et al.* 1990), mais cela nécessite beaucoup d'énergie et peut avoir des effets négatifs sur la fertilité des sols (Berner *et al.* 2013).

Lutte chimique

La protection chimique des plantes utilise en priorité des PPh à action sélective qui préservent les auxiliaires. Cette exigence est appliquée autant que possible dans les PER. L'index des produits phytosanitaires⁹ répertorie l'ensemble des PPh autorisés ainsi que leurs conditions et restrictions d'utilisation. Les homologations d'urgence¹⁰, limitées à un an, sont publiées séparément sur le site Internet de l'OSAV. D'autres restrictions s'appliquent également dans le cadre des PER, des programmes de paiements directs ou des labels comme IP-Suisse, Bourgeon Bio Suisse ou Demeter, que les exploitations doivent respecter. Parfois, les détaillants imposent également des exigences supplémentaires (p. ex. en ce qui concerne les résidus multiples). Les PPh obtenus à partir de plantes (p. ex. les pyréthrinés) ou de bactéries (p. ex. le spinosad) sont biologiquement actifs et sont également classés parmi les PPh chimiques. Bien que ces substances soient souvent perçues par le public comme moins risquées en raison de leur origine naturelle, aucune base scientifique ne permet de confirmer cette perception (Ames & Gold 1990 et 1997). Dans cette publication, de tels PPh ne sont pas considérés comme des alternatives à la protection chimique des plantes.

La technique d'application des PPh chimiques s'est beaucoup améliorée depuis le début de ce siècle (Wegener 2021). Les buses à injection permettent de réduire considérablement les émissions de PPh dans l'environnement dues à la dérive (OSAV 2024). Par ailleurs, les premiers robots de pulvérisation pour le traitement ciblé de plantes individuelles (spotspraying) sont désormais disponibles et permettent de réduire notablement les quantités de PPh nécessaires (Keller *et al.* 2023; Witsoe *et al.* 2024). Les PPh chimiques ont généralement une efficacité plus rapide et plus marquée que les autres méthodes. En outre, leur utilisation demande peu de main-d'œuvre et est généralement peu coûteuse (Häni *et al.* 2022). Cependant, en raison de leur activité biologique, les PPh peuvent aussi représenter un risque pour la santé humaine et l'environnement. C'est pourquoi ils font l'objet de fortes critiques depuis plusieurs décennies (CF 2017).

⁹ <https://www.psm.admin.ch>

¹⁰ <https://www.osav.admin.ch> > Produits phytosanitaires > Homologation d'urgence

2 Besoin accru de nouvelles stratégies de protection des cultures

Depuis le début de ce siècle, le nombre de substances actives autorisées pour les PPh ne cesse de diminuer (CF 2024). Avec l'introduction de critères d'homologation plus stricts dans l'UE et en Suisse, des centaines de substances actives ont perdu leur autorisation (OSAV 2025a). Soit elles ne remplissent plus les conditions d'homologation, soit les entreprises qui produisent les PPh ne demandent plus le renouvellement de leur autorisation pour des raisons de coûts. De plus, des conditions visant à réduire les risques ont été imposées pour de nombreuses applications ou l'utilisation a été interdite dans certaines cultures (OSAV 2025b). Par rapport aux dernières décennies, le nombre de demandes d'homologation pour de nouvelles substances actives a lui aussi diminué. Cette diminution s'explique principalement par des critères d'autorisation plus stricts et par des exigences plus élevées concernant les dossiers d'homologation. Par ailleurs, les substances actives présentant de nouveaux mécanismes d'action sont rares. Si cette évolution se poursuit, il est probable que seules quelques substances actives resteront disponibles à l'avenir. Ce défi ne concerne pas seulement la Suisse, mais aussi l'UE (Chapelle & Malet 2022). En Suisse, l'utilisation de substances actives a été encore davantage limitée dans le cadre de l'initiative parlementaire 19.475 «Réduire le risque de l'utilisation des pesticides».

Parallèlement, le changement climatique et l'augmentation des températures qui l'accompagne favorisent certains ravageurs, qui peuvent produire davantage de générations par an (Schneider *et al.* 2023) ou apparaître plus tôt dans les cultures. Les ravageurs qui aiment la chaleur peuvent s'établir et se propager (Schneider *et al.* 2021). La réduction du nombre de substances actives a déjà entraîné une augmentation des lacunes dans la protection des cultures (CF 2024), situation qui devrait encore s'aggraver à l'avenir. Les exigences de qualité du commerce ainsi que celles des consommatrices et des consommateurs sont très élevées, en particulier pour les produits destinés à la consommation de produits frais¹¹. Même de petits défauts sur les légumes ou les pommes de terre peuvent faire perdre des récoltes entières aux producteurs. Le retrait des produits phytosanitaires représente un défi de taille pour répondre à ces exigences. L'agriculture dépend du développement de nouvelles stratégies de protection des cultures pour continuer à produire des denrées alimentaires de haute qualité en quantités suffisantes pour la population. Le but n'est pas de renoncer complètement à la protection phytosanitaire chimique, mais d'en réduire encore l'utilisation. L'objectif doit viser le maintien autant que possible des rendements actuels afin d'utiliser de manière optimale les ressources nécessaires telles que les terres, le carburant, l'eau et les engrais. À cet effet, les stratégies alternatives de protection des cultures doivent être aussi fiables et efficaces que possible.

3 Possibilités et limites des mesures alternatives

Le chapitre «La protection intégrée des cultures» décrit les différents éléments de la protection des cultures. Il s'agit à présent d'analyser plus précisément ces éléments et les mesures spécifiques qui les accompagnent. Les possibilités agronomiques actuellement connues sont présentées dans trois chapitres distincts consacrés aux adventices, aux maladies et aux ravageurs. Les mesures déjà connues et opérationnelles y sont présentées de même que celles qui nécessitent encore des recherches supplémentaires. À cette fin, les mesures sont évaluées selon quatre catégories, sur la base de l'état actuel des connaissances. Cette évaluation peut évoluer à l'avenir en fonction des nouveaux développements.

Mesure opérationnelle: La mesure est efficace et prête à être mise en pratique. Sous certaines conditions, les coûts et la charge de travail restent dans des limites acceptables. Pour une mise en œuvre à grande échelle, des expériences supplémentaires sont parfois encore nécessaires afin d'intégrer au mieux ces mesures dans les systèmes de culture. Ce passage de l'expérimentation à la pratique ne doit pas être sous-estimé et prend du temps.

¹¹ <https://www.qualiservice.ch> > Normes de qualité

Mesure opérationnelle, rentabilité faible: La mesure est efficace et techniquement réalisable. Mais pour l'instant, la charge de travail et les coûts sont nettement trop élevés, de sorte qu'aux prix actuels des denrées alimentaires, sa mise en œuvre serait à peine rentable.

Potentiel faible: La mesure ne semble pas assez fiable et/ou apparaît difficile à mettre en pratique à court ou à moyen terme.

Recherches supplémentaires nécessaires: Certains indices laissent penser que cette mesure pourrait être efficace. Toutefois, son efficacité réelle et les modalités de sa mise en œuvre dans la pratique ne sont pas encore clairement établies. Lorsqu'un projet de recherche existe, son nom et sa durée prévue sont mentionnés. D'autres instituts de recherche, en plus d'Agroscope, travaillent également sur ce type de projets. Dans la mesure où ils sont connus, ces projets sont également mentionnés, sans que l'exhaustivité puisse être garantie.

3.1 Régulation des adventices

Les plantes cultivées sont en concurrence avec les adventices qui poussent spontanément. La présence de mauvaises herbes peut vite avoir un impact négatif sur le rendement. Différentes mesures préventives permettent de limiter autant que possible la pression exercée par les adventices (Wirth *et al.* 2024). Une mesure essentielle consiste à mettre en place une rotation équilibrée des cultures, combinant cultures d'automne et de printemps, cultures sarclées et non sarclées et, si possible, une part importante de prairies temporaires (Dierauer 2013). Le travail du sol entre deux cultures (préparation inadéquate du lit de semence, gestion des chaumes, labour) joue également un rôle-clé, en combinaison avec l'adaptation de la date de semis, l'optimisation de la fertilisation (p. ex. fertilisation en ligne) et la densité de semis. Malgré ces mesures préventives, il est souvent nécessaire de lutter contre les mauvaises herbes (Häni *et al.* 2022). Comme alternative à la lutte chimique, il existe différents outils, allant de la herse ou de la sarleuse traditionnelles aux robots autonomes, en passant par les sarleuses modernes guidées par caméra ou GPS (Häni *et al.* 2022; AGRIDEA 2025a). En agriculture, la plupart des cultures sont en principe très compétitives par rapport aux mauvaises herbes. Les cultures sarclées sont toutefois plus sensibles au stade juvénile en raison de l'espacement plus important entre les rangs. À l'exception des betteraves sucrières, ces cultures ferment néanmoins leurs rangs au cours de la période de végétation, ce qui permet d'étouffer les mauvaises herbes par l'ombrage et ainsi de limiter leur développement. En revanche, dans les cultures maraîchères, la plupart des espèces cultivées sont peu compétitives (SGP 1986). Le sol n'est presque jamais entièrement recouvert, ce qui nécessite des interventions régulières contre les adventices tout au long de la culture. La lutte contre les adventices dans les cultures maraîchères et les cultures de betteraves sucrières est donc nettement plus complexe que dans les autres grandes cultures.

Rotation

Une rotation équilibrée des cultures et une alternance entre cultures d'automne et de printemps ainsi qu'entre cultures sarclées et non sarclées rend le développement des adventices difficile. Les prairies temporaires recouvrent le sol pendant une longue période et inhibent efficacement la croissance d'un grand nombre d'adventices. En Suisse, les rotations sont généralement variées et bien structurées. Les prairies temporaires sont très courantes (elles représentent environ 30 % des terres arables en Suisse). Toutefois, leur présence favorise aussi l'apparition de certains ravageurs du sol comme les vers fil-de-fer, les tipules ou les vers blancs (Häni *et al.* 2022).

Mesure opérationnelle

Technique culturale

Labour: Le retournement du sol lors du labour permet d'enfouir les adventices et leurs graines. Les graines à courte durée de vie (comme celles des bromes) sont éliminées efficacement par le labour, tandis que celles à longue durée de vie sont ramenées à la surface lors des labours répétés et sont ainsi incitées à germer. Les mauvaises herbes à racines profondes, comme les chardons ou les liserons, ne sont pas bien éliminées par le labour. Une fois enfouies, elles repoussent à partir de leurs réserves souterraines. La décision de labourer doit donc être mûrement réfléchie compte tenu du temps et des coûts impliqués ainsi que du risque accru d'érosion du sol (DLG 2019).

Mesure opérationnelle

Déchaumage: Le déchaumage stimule la germination des graines d'adventices et les repousses de céréales qui peuvent ensuite être éliminées lors d'un deuxième passage. Les organes de dormance des mauvaises herbes à racines sont amenés à la surface du sol, où ils sèchent et meurent par temps chaud et sec (Dierauer & Grosse 2025). Le déchaumage sert aussi à enfouir la paille, ce qui accélère sa décomposition et à préparer le sol pour la prochaine culture (Anken *et al.* 1993).

Mesure opérationnelle

Faux semis: La préparation du lit de semences stimule la germination des mauvaises herbes, qui sont ensuite éliminées mécaniquement (Dierauer 2013). Cette approche réduit la concurrence pendant la phase de culture, mais demande un investissement supplémentaire en travail et en temps.

Mesure opérationnelle

Bonne préparation du lit de semences et semis dans les délais: Des conditions de croissance optimales favorisent le développement rapide des cultures et réduisent ainsi la prolifération des mauvaises herbes. Un semis plus tardif de céréales s'est avéré très efficace, notamment contre le vulpin des champs (Wirth *et al.* 2024).

Mesure opérationnelle

Densité de semis et fertilisation: Une quantité de semences plus importante permet d'augmenter la compétitivité de la culture dans sa phase juvénile (couverture plus rapide du sol). Une fertilisation ciblée et adaptée aux besoins de la culture augmente sa compétitivité par rapport aux adventices. L'adaptation de la densité de semis nécessite souvent une adaptation parallèle du régime de fertilisation. Si l'engrais est appliqué de manière ciblée dans les rangs des cultures, il bénéficie d'abord à la culture et moins aux mauvaises herbes dans la zone située entre les rangs.

Mesure opérationnelle

Sous-semis: Un sous-semis recouvre rapidement le sol nu entre les rangs de culture et empêche ainsi la levée des adventices. Il présente également d'autres avantages: protection contre l'érosion, réduction du lessivage des éléments nutritifs et de l'assèchement du sol et, en présence de légumineuses, fixation de l'azote (AGRIDEA 2024a). Le défi consiste à trouver l'équilibre idéal entre la culture principale et le sous-semis, afin que celui-ci ne fasse pas concurrence à la culture tout en couvrant bien le sol. Cet équilibre dépend beaucoup des facteurs locaux et des conditions météorologiques, c'est pourquoi il est essentiel d'adapter la culture de manière optimale. Les sous-semis peuvent être intégrés dans les cultures en ligne de colza, de maïs et de tournesol ainsi que dans le blé d'automne (AGRIDEA 2018). Un sous-semis peut être rentable (AGRIDEA 2018; Chamberlin 2024), mais il faut l'éviter en présence de mauvaises herbes problématiques ou lorsque la pression des adventices est élevée (Strickhof 2020; AGRIDEA 2023d; Marti *et al.* 2024). Dans les cultures maraîchères, il est en outre extrêmement difficile de trouver un équilibre entre le sous-semis et la culture (Säle *et al.* 2022).

Mesure opérationnelle

Couverture par des bâches en plastique ou par du paillis: Recouvrir le sol empêche les adventices de recevoir assez de lumière pour germer. Une culture intermédiaire gelée dans laquelle la culture suivante est directement plantée ou semée peut servir de paillis naturel. Dans ce cas, l'effort est limité. En revanche, le paillage de transfert demande beaucoup plus de temps et de matériel et la production de paillis nécessite des surfaces supplémentaires. Les films plastiques sont fréquemment utilisés dans la culture maraîchère. Outre les films en polyéthylène (PE), il existe des films de paillage biodégradables qui sont ensuite incorporés dans le sol (Neuweiler *et al.* 2003; Säle *et al.* 2022). Cependant, leur utilisation est controversée en raison des apports supplémentaires de matériaux et des incertitudes concernant leur dégradabilité (Säle *et al.* 2022; BLE 2023).

Mesure opérationnelle

Cultures et variétés compétitives

Les cultures qui poussent rapidement et couvrent vite le sol privent les adventices de lumière et freinent leur croissance. Les céréales et le colza sont en principe des cultures très compétitives (Häni *et al.* 2022). Pour les cultures peu compétitives avec un développement initial lent, comme les betteraves sucrières, les oignons et la doucette, le passage des semis à la plantation présente des avantages à cet égard, car la plante cultivée a une longueur d'avance sur les mauvaises herbes issues de graines. Dans les rangées plantées avec des distances minimales entre les plants de 15 à 20 cm (ex. oignons), il est également possible de désherber la rangée mécaniquement à l'aide d'un système de guidage par caméra (voir ci-dessous). Pour les betteraves sucrières, il est déjà possible d'utiliser une herse-étrille quelques jours après le semis (Charles *et al.* 2025). Au niveau des variétés,

les différences en matière de compétitivité sont moins marquées. Dans le maïs, les différences relatives à la vigueur au départ sont indiquées dans la liste des variétés. Dans d'autres cultures, de telles informations font souvent défaut.

Mesure opérationnelle

Désherbage mécanique

Désherbage mécanique classique: L'élément décisif dans le désherbage mécanique est une intervention précoce au stade des cotylédons. La fenêtre d'intervention optimale est toutefois limitée, car elle dépend des conditions météorologiques et de l'état du sol. Ce n'est que lorsque ces conditions sont favorables que l'on peut atteindre une efficacité comparable à celle de la lutte chimique. Toute intervention mécanique dans le sol favorise la décomposition de l'humus et l'érosion. A cela s'ajoutent le temps de travail supplémentaire et une consommation accrue de carburant (DLG 2019; AGRIDEA 2024b). Dans les parcelles avec des mauvaises herbes problématiques (p. ex. liserons, chardons, rumex, chiendent) et une forte pression des adventices, le désherbage mécanique atteint rapidement ses limites (AGRIDEA 2023c; Keiser *et al.* 2016; Häni *et al.* 2022). Le binage peut avoir un effet positif sur la structure du sol et le développement racinaire (AGRIDEA 2024c). Dans les grandes cultures compétitives comme le blé, le colza et les pommes de terre sur des parcelles appropriées, les légères pertes de rendement et le surcroît de travail peuvent être compensés ou même dépassés grâce aux paiements directs supplémentaires et, le cas échéant, aux primes du marché (Bertschi 2020; Rüesch 2021; Chamberlin 2024). Dans les cultures peu compétitives comme les betteraves sucrières et les cultures maraîchères, le désherbage exclusivement mécanique n'est plus suffisant. Pour les betteraves sucrières, la technique du sarclage entre les rangs complétée par un traitement chimique dans les rangs (traitement en bande) est opérationnelle (voir «Méthode combinée» ci-dessous). Dans les cultures maraîchères à rangs très serrés, comme la doucette et les épinards, le désherbage mécanique entre les rangs n'est que partiellement possible. Dans les rangs, le désherbage doit être effectué à la main, ce qui représente une charge de travail considérable. De plus, le commerce tolère très peu, voire aucune présence de mauvaises herbes dans ce type de légumes à feuilles (Schwarz *et al.* 1990). Le tri manuel des adventices dans les produits récoltés exige un travail important, surtout après une récolte mécanique.

Mesure opérationnelle

Désherbage thermique: Les mauvaises herbes peuvent être éliminées par flambage, rayonnement infrarouge, avec de l'eau chaude ou de la vapeur. Ces méthodes ne sont pas suffisamment efficaces contre les adventices vivaces, car seules les parties aériennes des plantes sont détruites. Elles consomment également beaucoup d'énergie (Häni *et al.* 2022; DLG 2019; Vogel *et al.* 2024). De tels appareils sont aujourd'hui principalement utilisés dans les exploitations maraîchères biologiques (Gelencsér & Dierauer 2021).

Mesure opérationnelle

Désherbage électrique: Le passage d'un courant électrique à travers les plantes et le sol endommage les cellules végétales, qui se dessèchent ensuite. Cette technique est coûteuse en énergie et exige beaucoup de temps. En outre, l'utilisation de la haute tension comporte certains risques, qui nécessitent la mise en place de mesures de sécurité appropriées. Les procédés électriques de destruction des mauvaises herbes ont actuellement un faible rendement à l'hectare et un coût élevé (CF2020). Pour la destruction des fanes de pommes de terre, le procédé a certes été efficace, mais la machine testée s'est avérée inadaptée à la pratique en Suisse en raison de son gabarit et de son poids (Vogel *et al.* 2024).

Potentiel faible

Méthode combinée: Elle associe la lutte mécanique et le traitement chimique. Le sarclage est réalisé entre les rangs, tandis qu'un traitement chimique est appliqué dans les rangs. Cette technique permet de réduire la quantité d'herbicide utilisée jusqu'à 67 % (Keiser *et al.* 2016). Elle est intéressante pour les cultures en rangs peu compétitives telles que la betterave sucrière.

Mesure opérationnelle

Robot de sarclage: Les appareils modernes équipés d'une caméra et d'un GPS ou les robots autonomes permettent de sarcler à proximité des plantes. Depuis 2025, leurs coûts d'acquisition élevés sont partiellement pris en charge par la Confédération et les cantons. Les coûts d'investissement élevés et les rendements limités à l'hectare limitent jusqu'à présent l'utilisation des robots de sarclage principalement aux cultures maraîchères (DLG 2019). Leur utilisation n'est par ailleurs possible que dans les cultures où les rangs ne sont pas trop serrés. Les adventices résiduelles à proximité immédiate des plantes cultivées doivent encore être éliminées à la main.

Mesure opérationnelle; les outils sont toutefois chers et à peine rentables pour beaucoup d'exploitations actuellement.

Système avec reconnaissance individuelle des plantes: Différents systèmes, qui peuvent reconnaître les mauvaises herbes individuellement et les traiter de manière ciblée, sont désormais disponibles sur le marché. Les premières machines appliquant des produits phytosanitaires de manière localisée ont déjà été commercialisées (p. ex. par Ecorobotix). Jusqu'à présent, les appareils utilisés dans la pratique sont surtout des appareils portés. Il n'existe un réel potentiel d'économie que si la pression des adventices est faible. C'est pourquoi un traitement de surface préalable est souvent nécessaire de manière à ne traiter ensuite que certaines mauvaises herbes (p. ex. foyers de chardons, liserons ou rumex dans les prairies). Les expériences faites jusqu'à présent ont montré que ces appareils atteignent parfois leurs limites dans la pratique, mais que le traitement ciblé des mauvaises herbes problématiques fonctionne (station d'essais Cultures maraîchères 2025). Le potentiel de tels appareils réside surtout dans le traitement précis des jeunes cultures avec des insecticides et des fongicides, car ceux-ci peuvent être appliqués de manière ciblée et en petites quantités. Depuis 2025, la Confédération et les cantons participent aux frais d'acquisition. Des appareils équipés d'un laser pour un désherbage précis sont également testés (p. ex. modèle de Catterra), mais leur vitesse de travail est encore très lente (station d'essais Cultures maraîchères 2025).

Mesure opérationnelle, rentabilité faible; les outils sont chers, la plupart ont un faible rendement à l'hectare et ne sont donc pas vraiment une option pour la plupart des exploitations pour le moment.

Tableau 1 Résumé des mesures phytosanitaires préventives et non chimiques contre les adventices

Mesures préventives	Rotation des cultures	Mesure opérationnelle Une rotation équilibrée des cultures et une alternance entre cultures d'automne et d'hiver ainsi qu'entre cultures sarclées et cultures récoltées par battage permettent de lutter contre les adventices. Les prairies temporaires recouvrent le sol pendant une longue période et empêchent la croissance de nombreuses adventices, mais elles favorisent également les organismes nuisibles, tels que les vers fil-de-fer.
	Labour	Mesure opérationnelle Le retournement du sol lors du labour permet d'enfouir les adventices et leurs graines. Les graines d'adventices à courte durée de vie sont éliminées, tandis que celles à longue durée de vie sont ramenées à la surface lors des labours répétés et leur germination est ainsi favorisée.
	Déchaumage	Mesure opérationnelle Le déchaumage permet de lutter contre les adventices à graines et à racines. La germination des graines d'adventices et des repousses de céréales est stimulée, et les plantules peuvent être éliminées lors d'un deuxième passage. Les organes racinaires meurent à la surface du sol lorsque les conditions météorologiques sont favorables.
	Faux semis	Mesure opérationnelle La préparation du lit de semence stimule la germination des mauvaises herbes, qui sont ensuite éliminées mécaniquement.
	Bonne préparation du lit de semence et semis dans les délais	Mesure opérationnelle Des conditions de croissance optimales favorisent le développement rapide des cultures et réduisent ainsi la prolifération des mauvaises herbes.
	Densité de semis et fertilisation	Mesure opérationnelle Une quantité de semences plus importante permet d'augmenter la compétitivité de la culture dans sa phase juvénile (couverture plus rapide du sol). Une fertilisation ciblée et adaptée aux besoins de la culture augmente sa compétitivité par rapport aux adventices.
	Sous-semis	Mesure opérationnelle Un sous-semis recouvre rapidement le sol nu entre les rangs de culture et empêche ainsi les adventices de pousser. Il peut être mis en place dans les cultures de colza, de maïs, de tournesol et de céréales.
	Couverture par des bâches en plastique ou par du paillis	Mesure opérationnelle Si l'on recouvre le sol, les adventices ne reçoivent pas assez de lumière pour germer. Les films de paillage sont utilisés dans la culture maraîchère, mais leur utilisation est controversée en raison de la consommation élevée de matériaux et de la dégradation des films sur le sol.
	Cultures et variétés compétitives	Mesure opérationnelle Les cultures qui poussent rapidement et couvrent vite le sol privent les adventices de lumière et freinent leur croissance. Dans le cas des betteraves sucrières et de certaines cultures maraîchères, il peut être avantageux de passer des semis à la plantation. Il y a peu de différences entre les variétés.

non chimiques	Désherbage mécanique classique	Mesure opérationnelle Dans des conditions optimales, l'efficacité du désherbage mécanique est similaire à celle du désherbage chimique. Non recommandé dans les parcelles présentant des adventices problématiques et des sols riches en graines d'adventices.
	Désherbage thermique	Mesure opérationnelle Les mauvaises herbes peuvent être éliminées thermiquement par flambage, avec de l'eau chaude ou de la vapeur. Utilisation principalement dans les exploitations maraîchères biologiques. Rendement faible, consommation d'énergie élevée et efficacité limitée contre les adventices vivaces.
	Désherbage électrique	Potentiel faible La tension électrique qui traverse les plantes et le sol endommage les cellules végétales, qui se dessèchent ensuite. Cette technique est coûteuse en énergie, exige beaucoup de temps et comporte certains risques liés à l'utilisation de la haute tension. Rendement faible et coûts élevés.
	Méthode combinée	Mesure opérationnelle Combinaison de la lutte mécanique et chimique: sarclage entre les rangs avec un traitement chimique simultané dans le rang. Il est possible de réduire la quantité d'herbicide utilisée jusqu'à 67 %. Cette technique est intéressante pour les cultures en rangs peu compétitives telles que la betterave sucrière.
	Robot de sarclage	Mesure opérationnelle Les appareils modernes équipés d'une caméra et d'un GPS ou les robots permettent de sarcler à proximité des plantes. Leur utilisation n'est possible que dans les cultures en rangs où l'espacement entre les plantes n'est pas trop étroit. Les adventices résiduelles à proximité immédiate des plantes cultivées doivent être éliminées à la main.
	Systèmes avec reconnaissance individuelle des plantes	Mesure opérationnelle, rentabilité faible Les caméras détectent les adventices et les traitent de manière ciblée (avec des produits phytosanitaires ou thermiquement). En règle générale, des traitements de surface sont nécessaires au préalable afin de réduire la pression des adventices. Le rendement en termes de surface est faible, sauf si le traitement ne vise que des mauvaises herbes spécifiques (par exemple, des foyers de chardons, de liserons ou de rumex dans les prairies). Le potentiel de ces appareils réside principalement dans le traitement précis des plantes cultivées avec des insecticides et des fongicides.

3.2 Lutte contre les maladies

Les maladies sont causées par des champignons, des oomycètes, des bactéries, des virus et des phytoplasmes (Bovey *et al.* 1979). Les champignons et les oomycètes ont généralement besoin d'humidité pour infecter les plantes. C'est pourquoi toutes les mesures qui favorisent le séchage des plantes et réduisent l'humidité de l'air dans leur environnement permettent de diminuer les risques d'infection (Bovey *et al.* 1979). Dans les systèmes de culture protégés (serres), les possibilités de contrôle sont nettement plus nombreuses qu'en plein air. Les mesures préventives jouent un rôle central: utilisation de semences saines et de variétés robustes, rotation équilibrée des cultures, fertilisation adéquate, technique culturale adaptée (p. ex. densité de semis) et irrigation raisonnée. Les virus et les phytoplasmes sont principalement transmis par des insectes vecteurs (p. ex. cicadelles, pyrales et pucerons). Ces maladies ne peuvent pas être traitées directement, seules les populations de vecteurs peuvent être combattues (Bovey *et al.* 1979). Les mesures de lutte alternatives associées sont donc traitées dans le chapitre «Régulation des ravageurs».

Rotation des cultures

Contre les maladies transmises par le sol lors de la rotation des cultures, la mesure la plus efficace consiste à pratiquer une rotation des cultures variée et équilibrée (Häni *et al.* 2022; Schwarz *et al.* 1990). Dans les grandes cultures, les maladies classiques liées à la rotation sont en principe maîtrisées. Dans les cultures maraîchères, la situation est plus complexe, car la plupart des groupes de cultures maraîchères exigent une rotation longue avec plusieurs années de pause entre les cultures (Schwarz *et al.* 1990) et certaines familles de plantes (p. ex. les crucifères) sont largement représentées. Dans les zones de cultures maraîchères classiques, la pression exercée par les maladies transmises par voie aérienne (p. ex. le mildiou) est souvent élevée, ce qui peut entraîner une contamination précoce des nouvelles plantations. Un exemple classique est la proximité des cultures d'oignons d'automne et de printemps (Koller *et al.* 2007). Une rotation régionale des cultures pourrait atténuer certains de ces problèmes, mais elle reste difficile à mettre en œuvre, car elle nécessite une coordination entre les exploitations.

Mesure opérationnelle

Variétés robustes

La culture de variétés robustes, lorsqu'elles existent, est une mesure efficace et économique pour lutter contre les maladies (Bovey *et al.* 1979). Dans le blé et d'autres céréales, l'introduction de nouvelles variétés robustes fait depuis

longtemps partie des objectifs de sélection. Les variétés robustes existent donc et sont demandées par le marché. Dans le maïs, le colza, le tournesol et le soja, il existe également des variétés robustes qui permettent de renoncer aux fongicides. Dans les betteraves sucrières, il existe depuis longtemps des variétés résistantes au virus qui cause la rhizomanie, qui entraînait autrefois des pertes importantes. Depuis 2022, il existe également des variétés tolérantes à *la cercosporiose* en Suisse (Peter 2023). De nouvelles pommes de terre tolérantes *au Phytophthora*¹² ont été ajoutées à la liste des variétés ces dernières années (Schwärzel *et al.* 2024). Pour les légumes aussi, plusieurs variétés robustes sont disponibles. Comme aucun examen variétal n'est effectué en Suisse en raison du renouvellement rapide des variétés et de la grande diversité des cultures maraîchères, il est difficile d'estimer la robustesse de chaque variété de légumes. Dans le cadre de l'examen variétal en grandes cultures, des variétés prometteuses sont continuellement testées. De plus, depuis 2020, l'OFAG soutient des projets dans le domaine de la sélection végétale et de l'examen variétal. Ces projets sont répertoriés sur le site Internet «Stratégie Sélection végétale 2050¹³» de l'OFAG. Les agents pathogènes peuvent toutefois venir à bout des résistances. En outre, de nouveaux défis se présentent à l'agriculture (p. ex. changement climatique, enjeux liés à l'efficacité de l'azote). La sélection et l'examen de nouvelles variétés constituent donc un processus continu.

Mesure opérationnelle; variable selon la culture et la maladie; le choix de la variété dépend beaucoup du marché.

Technique culturale

Mesures d'hygiène au champ: Le broyage et l'enfouissement rapide des résidus de récolte constituent une mesure importante pour réduire la propagation de maladies telles que les fusarioses et l'ergot (AGRIDEA 2021; swiss granum 2022). Les mauvaises herbes qui servent d'hôtes intermédiaires pour certains agents pathogènes devraient être éliminées, même dans les bandes en bordure de champs (Bovey *et al.* 1979). Dans les céréales, la lutte contre les mauvaises herbes ainsi qu'une hygiène accrue en bordure de champs sont des mesures importantes contre l'ergot de seigle (swiss granum 2022).

Mesure opérationnelle

Mélanges variétaux dans les céréales: Les mélanges de variétés de céréales peuvent être plus résistants que les variétés cultivées en pur tout en apportant une stabilité et une augmentation du rendement (Wuest *et al.* 2021; Stefan *et al.* 2025). Les transformateurs préfèrent toutefois les variétés cultivées en pur, car elles facilitent la production industrielle.

Mesure opérationnelle

Culture mixte ou en bandes: Deux cultures différentes peuvent être cultivées soit en mélange, soit en bandes. Sur le plan agronomique, la culture mixte présente des avantages. Ainsi, dans les cultures mixtes, l'avoine, le lin ou la caméline servent de tuteur aux cultures protéiques, ce qui limite le risque de verse en cas de fortes précipitations et facilite la récolte (Blatter *et al.* 2022; Dierauer *et al.* 2017). La culture en bandes permet d'éviter les défis liés à la séparation des récoltes, mais génère de nouveaux défis techniques (p. ex. labour dans des bandes étroites, contrôle des mauvaises herbes entre les bandes), qui anéantissent en grande partie les bénéfices agronomiques escomptés. Des recherches sont en cours pour savoir si et dans quelle mesure il est possible de lutter contre les maladies et les ravageurs grâce à la culture mixte ou à la culture en bandes.

Recherches supplémentaires nécessaires; le FiBL mène, avec la participation d'Agroscope, un projet intitulé «Culture en bandes - Nouvelles méthodes de lutte contre les ravageurs et les maladies dans l'agriculture biologique» (2022-2026). On peut également citer le projet d'utilisation durable des ressources «Cultures en relais» (2024-2029) et le projet européen LEGENDARY (2024-2028).

Culture sur buttes (cultures maraîchères): Les buttes favorisent un séchage rapide de la couche supérieure du sol, ce qui permet de lutter efficacement contre les maladies racinaires transmises par le sol et les pourritures (p. ex. *Pythium* spp.). Pour certaines cultures maraîchères, comme les salades, la culture sur buttes peut réduire le risque d'infection (Sauer *et al.* 2020).

Mesure opérationnelle

¹² *Phytophthora infestans* est l'agent pathogène du mildiou, la principale maladie des pommes de terre.

¹³ [Stratégie Sélection végétale 2050](#)

Chaulage: Certaines maladies peuvent être supprimées en augmentant le pH du sol. C'est notamment le cas de la hernie du chou (Schwarz *et al.* 1990; Neuweiler *et al.* 2009; Neuweiler & Jossi 2013) et de la pourriture blanche de l'oignon (Koller *et al.* 2007).

Mesure opérationnelle

Irrigation goutte à goutte: L'irrigation goutte à goutte permet d'arroser les plantes sans mouiller le feuillage, ce qui réduit le risque d'infection (Ballmer *et al.* 2012). En plus, cette irrigation ciblée permet d'économiser de l'eau (Wuyts *et al.* 2023). Dans les cultures permanentes, l'utilisation de l'irrigation goutte à goutte est déjà relativement répandue. En revanche, dans les cultures annuelles, il faut installer de nouveaux tuyaux à chaque nouvelle mise en culture. Les coûts d'investissement élevés et l'élimination des tuyaux goutte à goutte constituent des inconvénients importants (Ballmer *et al.* 2012).

Mesure opérationnelle

Lutte non chimique

Traitement physique des semences: Les semences peuvent être traitées à la vapeur, à l'eau chaude ou par rayonnement d'électrons. Il est également possible de renoncer au traitement s'il est prouvé que les semences sont saines (Bänziger *et al.* 2023). Contrairement au traitement chimique, ces traitements ne protègent pas contre les maladies déjà présentes dans le sol. Le traitement à la vapeur n'agit que sur les maladies présentes à la surface des semences (p. ex. la pourriture des neiges et la carie du blé). En 2021, la Fenaco a mis en service une installation de traitement à la vapeur et propose des semences de céréales traitées sous le nom de «Thermosem». La société Sativa Rheinau AG dispose également d'une installation à vapeur chaude et commercialise des semences de légumes traitées de cette manière, notamment pour les carottes, la doucette, le céleri et les chénopodiacées. Le traitement à l'eau chaude agit en revanche aussi contre les maladies à l'intérieur des semences (p. ex. le charbon nu). Ce traitement est toutefois très énergivore (séchage post-traitement) et donc difficile à mettre en œuvre logistiquement pour de grandes quantités. Il n'est donc pas rentable dans les conditions actuelles (Bänziger *et al.* 2023). Le traitement par électrons est actuellement testé dans le cadre du projet sur l'utilisation durable des ressources Rés0sem et, à l'automne 2025, la coopérative de sélection de semences de Dürdingen a décidé d'acquérir un tel appareil (Schweizer Bauer 2025).

Mesure opérationnelle; la mise en œuvre de différents traitements alternatifs des semences est étudiée dans le projet d'utilisation durable des ressources Rés0sem (2021-2026).

Stockage au froid des pommes de terre¹⁴: Un abaissement de la température de stockage à 4 °C ou 6 °C permet de retarder la germination des tubercules. Certaines variétés réagissent toutefois à ces basses températures par une formation accrue de sucres réducteurs. C'est un problème pour les variétés destinées à la fabrication de frites et de chips, car les sucres réducteurs provoquent un brunissement des pommes de terre lors de la friture et favorisent la formation d'acrylamide (Visse-Mansiaux *et al.* 2020). La transformation de l'amidon en sucres réducteurs peut être partiellement inversée par un reconditionnement, consistant à maintenir les tubercules à une température plus élevée (12 °C) avant de les faire frire. Dans les essais variétaux, les variétés destinées aux frites et aux chips sont testées depuis plusieurs années pour déterminer leur aptitude au stockage à froid et au reconditionnement (De Vrieze *et al.* 2025).

Mesure opérationnelle

Rayonnements ultraviolets C: Les rayons UV-C ont un effet désinfectant et peuvent stimuler les mécanismes de défense de la plante. Il existe déjà sur le marché des robots émettant des rayons UV-C, mais leur efficacité doit encore être étudiée plus en détail. Sous la direction de la ZHAW (Haute école zurichoise de sciences appliquées), un projet a été mené sur le traitement aux UV-C des jeunes plants de fraises contre la pourriture grise. Agroscope teste actuellement un robot UV-C pour traiter les fraisiers en serre et sous tunnel (dans le cadre du projet SmartBerry). Des essais pratiques ont également été menés sur d'autres cultures, notamment la vigne (Revue UFA 2022). À ce jour, les recherches portent principalement sur les applications en serre. Une utilisation dans les cultures maraîchères en plein champ n'est pas prévue pour l'instant.

Potentiel faible pour les grandes cultures et les cultures maraîchères; la technique continue à être étudiée dans les fraises: SmartBerry (2026-2029).

¹⁴ La germination des tubercules de pomme de terre n'est pas une maladie. Cependant, comme on utilise des PPh pour empêcher la germination, cette mesure est également décrite ici.

Traitement biologique: Divers produits à base de champignons ou de bactéries sont homologués pour lutter contre certaines maladies. On peut citer par exemple *Bacillus amyloliquefaciens* contre la pourriture grise et la sclérotiniose sur les salades et d'autres cultures maraîchères, ou encore *Coniothyrium minitans* contre la sclérotiniose sur les grandes cultures et les cultures maraîchères. En principe, leur efficacité est moins fiable et dépend davantage des conditions météorologiques que celle des produits chimiques. C'est pourquoi certaines applications ne sont autorisées qu'en serre ou avec une efficacité partielle. Agroscope étudie d'autres pistes de traitements biologiques dans le cadre de différents projets. Le développement des produits phytosanitaires biologiques jusqu'à l'homologation reste un processus long et coûteux.

Mesure opérationnelle; certains PPh contenant des organismes sont autorisés. Dans différents projets, d'autres organismes sont étudiés pour une utilisation potentielle dans la protection des plantes: BioYeast (2026-2029), ProMet (2026-2029), MILDIPOS (2026-2029), Sagropia (2024-2028).

Tableau 2 Résumé des mesures phytosanitaires préventives et non chimiques contre les maladies

Mesures préventives	Rotation des cultures	Mesure opérationnelle Une rotation équilibrée des cultures permet de lutter contre de nombreuses maladies du sol. Une rotation régionale des cultures permet en outre de réduire la pression exercée par les maladies propagées par voie aérienne.
	Variétés robustes	Mesure opérationnelle La culture de variétés robustes est une mesure efficace et économique pour lutter contre les maladies. La disponibilité de variétés robustes varie selon les cultures et le choix des variétés dépend également fortement du marché.
	Mesures d'hygiène au champ	Mesure opérationnelle Les adventices vectrices de maladies sont éliminées, les restes de récolte sont soigneusement enfouis dans le sol. Ces mesures empêchent la transmission à la culture.
	Mélanges variétaux dans les céréales	Mesure opérationnelle Les mélanges de variétés de céréales peuvent être plus résistants que les variétés cultivées en pur. Cependant, les transformateurs préfèrent les variétés pures.
	Culture mixte ou en bandes	Recherches supplémentaires nécessaires Deux cultures différentes peuvent être cultivées soit en mélange, soit en bandes. Sur le plan agronomique, la culture mixte en particulier présente des avantages (p. ex. augmentation de la robustesse), tandis que les bénéfices en termes de prévention des maladies et des ravageurs font l'objet d'études plus approfondies > culture en bandes – Nouvelles méthodes de lutte contre les ravageurs et les maladies dans l'agriculture biologique (2022-2026), projet sur une utilisation durable des ressources «Cultures en relais» (2024-2029), projet européen LEGENDARY (2024-2028)
	Culture sur buttes (culture maraîchère)	Mesure opérationnelle Les buttes favorisent un séchage rapide de la couche supérieure du sol et des cultures. Cela permet de lutter efficacement contre les maladies racinaires transmises par le sol, la pourriture et les agents pathogènes hydrophiles responsables des maladies foliaires.
	Chaulage	Mesure opérationnelle Certaines maladies peuvent être supprimées en augmentant le pH du sol.
	Irrigation goutte à goutte	Mesure opérationnelle Dans les cultures permanentes, l'utilisation de l'irrigation goutte à goutte est relativement répandue, mais pour les cultures annuelles, elle représente un investissement important.
Lutte non chimique	Traitement physique des semences	Mesure opérationnelle Les semences peuvent être traitées physiquement à la vapeur, à l'eau chaude ou par irradiation électronique. Ce traitement n'est pas efficace contre les maladies déjà présentes dans le sol.
	Stockage au froid des pommes de terre	Mesure opérationnelle Une température de stockage plus basse (4 °C ou 6 °C) permet de retarder la germination des tubercules. La transformation de l'amidon en sucres réducteurs peut être partiellement inversée par un reconditionnement. Dans les essais variétaux, les variétés de frites et de chips sont testées depuis plusieurs années pour déterminer leur aptitude au stockage à froid et au reconditionnement.
	Rayonnements ultraviolets C	Potentiel faible Les rayons UV-C ont un effet désinfectant. Cette technique fait l'objet d'études approfondies dans le domaine des fraises > SmartBerry (2026-2029). Son utilisation dans les cultures maraîchères en plein champ n'est toutefois pas prévue pour l'instant.
	Traitement biologique	Mesure opérationnelle Divers produits à base de champignons ou de bactéries sont autorisés pour lutter contre certaines maladies spécifiques et sont particulièrement efficaces en serre. La recherche se poursuit pour trouver d'autres micro-organismes potentiels > BioYeast (2026-2029), ProMet (2026-2029)

3.3 Lutte contre les ravageurs

Les plantes peuvent être attaquées par des ravageurs appartenant à différents groupes d'animaux: insectes, nématodes, acariens, limaces, oiseaux et rongeurs. La plupart des ravageurs appartiennent au groupe des insectes (Bovey *et al.* 1979). Leur développement et leur propagation dépendent de différents facteurs environnementaux tels que la température, l'humidité ou encore le type de milieu. C'est pourquoi leur présence peut varier considérablement d'une région ou d'une année à l'autre (Bovey *et al.* 1979). Les prévisions sur les ravageurs, l'observation régulière des parcelles et l'application de seuils de tolérance constituent les piliers fondamentaux de la lutte contre les ravageurs.

En Suisse, l'usage d'insecticides chimiques est quasiment inexistant dans les cultures de maïs et de soja. Leur emploi nécessite en effet une autorisation spéciale délivrée par les cantons, qui n'est accordée que pour quelques centaines d'hectares de maïs (Rapport agricole 2024). La participation aux programmes de paiements directs visant à renoncer aux insecticides et aux fongicides atteint 65 %¹⁵ pour les céréales, 86 % pour les tournesols et 80 % pour les féveroles et les pois protéagineux (données OFAG 2024). En principe, renoncer à ces produits entraîne une légère baisse de rendement (Mack *et al.* 2023; swiss granum 2024), mais celle-ci peut généralement être compensée, voire dépassée, par les paiements directs supplémentaires et les primes de label (Zorn *et al.* 2023). Pour ces cultures, les mesures alternatives ne sont donc pas abordées en détail ici. Grâce à la protection intégrée des cultures, les ravageurs n'y causent généralement pas de pertes importantes. La situation est en revanche très différente dans d'autres cultures où les ravageurs représentent un défi nettement plus important. Malgré des contributions plus élevées, la participation aux programmes visant à renoncer aux insecticides¹⁶ y est nettement plus faible: 23 % pour le colza, 47 % pour les betteraves sucrières, 16 % pour les pommes de terre, 23 % pour les légumes annuels de plein champ et 24 % pour les légumes de conserve de plein champ. Les insecticides sont aujourd'hui principalement utilisés dans ces cultures. Les sections suivantes présentent donc les mesures alternatives aux insecticides chimiques pour ces cultures.

3.3.1 Colza

Les ravageurs constituent le principal défi de la culture du colza (Marti *et al.* 2024). De nombreux insectes peuvent endommager cette culture, mais les trois principaux ravageurs sont l'altise du colza (*Psylliodes chrysocephala*), le charançon de la tige du colza (*Ceutorhynchus napi*) et le méligèthe du colza (*Brassicogethes aeneus*) (Breitenmoser *et al.* 2022).

Rotation des cultures

Les ravageurs du colza sont très mobiles et s'attaquent à différentes crucifères (Häni *et al.* 2022). C'est pourquoi même une rotation des cultures à l'échelle régionale est difficile à mettre en œuvre de manière efficace.

Potentiel faible

Variétés robustes

De légères différences entre les variétés de colza ont été observées en ce qui concerne leur attrait pour certains ravageurs. Mais le classement varie selon le ravageur. Les variétés à croissance vigoureuse, en particulier les hybrides, compensent mieux les dégâts causés par les altises du colza (Baux *et al.* 2024). Le projet CAPRI (2025-2029) poursuivra l'étude de la tolérance des variétés face aux ravageurs. D'autres mesures, comme le sous-semis et la fertilisation, font aussi partie du projet.

Recherches supplémentaires nécessaires: CAPRI (2025-2029)

Technique culturale

Semis: De bonnes conditions de germination aident le colza à se développer rapidement et à devenir plus résistant aux dégâts causés par l'altise du colza. Cela nécessite un lit de semence fin et une humidité suffisante. Un semis précoce (mi-août) permet aux plantes d'être déjà bien développées quand l'altise du colza arrive et de mieux compenser les dégâts (Häni *et al.* 2022). Par conséquent, cette stratégie permet souvent de renoncer au traitement contre les coléoptères adultes au stade cotylédon (Breitenmoser *et al.* 2020). Un traitement avec un régulateur de

¹⁵ Les exploitations bio peuvent elles aussi s'inscrire à ces programmes et sont prises en compte dans les statistiques.

¹⁶ Pour le colza, les betteraves sucrières et les légumes de conserve cultivés en plein champ, il est également nécessaire de renoncer à l'usage de fongicides.

croissance ou un fongicide peut toutefois s'avérer nécessaire pour éviter la montaison précoce et améliorer la résistance aux conditions hivernales (AGRIDEA 2023b).

Mesure opérationnelle

Sous-semis: Un sous-semis réduit les dégâts causés par l'altise du colza adulte, mais pas ceux causés par les larves (Breitenmoser *et al.* 2020; Schneider *et al.* 2024). L'ajout de fêveroles dans le sous-semis permet aussi de réduire les dégâts causés par les larves de l'altise du colza pendant l'hiver ainsi que ceux causés par le charançon de la tige du colza et le méligèthe du colza (Breitenmoser *et al.* 2022; Magnin *et al.* 2025). L'efficacité contre le charançon de la tige du colza et l'altise du colza semble être légèrement meilleure avec des fêveroles de printemps sensibles au gel (Magnin *et al.* 2025). Le défi majeur du sous-semis réside dans la gestion de la concurrence pour les éléments nutritifs et la lumière. Cet équilibre dépend de la densité de semis, de la date du semis et de la composition du sous-semis, mais aussi des conditions météorologiques. Une optimisation de ces différents facteurs reste nécessaire.

Mesure opérationnelle; les liens entre ces éléments et la meilleure façon de les mettre en pratique sont toujours à l'étude, notamment la densité de semis idéale pour les fêveroles: CAPRI (2025-2029), E(P)PIC (2026-2029), COMPERE (2026-2029).

Bandes de navettes: Les bandes en bordure de parcelles composées de navettes à floraison précoce, utilisées comme plantes-appâts, peuvent intercepter une partie des méligèthes du colza (Büchi 1995; Schneider *et al.* 2024). On a également observé un attrait légèrement plus fort pour les altises du colza, mais les effets sont nettement plus faibles (Schneider *et al.* 2024). Dans un projet d'une durée de trois ans mené par la HAFL, ces bandes en bordure et les traitements ciblés sur ces zones n'ont toutefois guère donné de résultats et leur rentabilité a été jugée critique, notamment parce que les bandes ne sont pas récoltées (Marti *et al.* 2024).

Recherches supplémentaires nécessaires; CAPRI (2025-2029)

Colza de printemps au lieu de colza d'automne: Le colza de printemps n'est semé qu'au printemps; ce qui permet d'éviter les dégâts causés par les altises du colza. De plus, les dégâts causés par les charançons de la tige du colza sont également nettement moins importants. En revanche, l'infestation par le méligèthe peut être massive en raison de la floraison tardive. De nos jours, le colza de printemps est très peu cultivé. Son rendement est inférieur d'environ 30 % à celui du colza d'automne (Sinaj *et al.* 2017).

Potentiel faible

Fertilisation

La fertilisation soufrée peut influencer la teneur en glucosinolates du colza, qui jouent un rôle important dans l'interaction entre les ravageurs et les plantes (Schäfer-Kösterke & Ulber 2014). Le projet CAPRI (2025-2029) cherche à déterminer si la fertilisation soufrée peut réduire les infestations de ravageurs.

Recherches supplémentaires nécessaires; CAPRI (2025-2029)

Conditions favorables aux auxiliaires

Des résultats intéressants montrent que le méligèthe du colza est parasité et mangé (Büchi 2002). On ne sait toutefois pas si cet effet est suffisant pour avoir une pertinence agronomique. Dans le projet PestiRed d'utilisation durable des ressources, les pertes de récolte étaient élevées malgré la présence de bandes fleuries pour organismes utiles (Zorn *et al.* 2023). De manière générale, il semble difficile de réguler efficacement, à l'échelle d'une parcelle, les ravageurs du colza capables de provoquer d'importants dégâts en peu de temps uniquement à l'aide d'auxiliaires. Ces derniers peuvent tout au plus jouer un rôle dans la régulation des populations de ravageurs à plus large échelle spatiale et temporelle.

Recherches supplémentaires nécessaires; projet d'utilisation durable des ressources PestiRed (2020-2027), Auxi-GEN (2022-2027; OCAN, UniGE, Agroscope), Microhyménoptères (2023-2026; FRIJ, UniNE, Agroscope)

Lutte physique

Le kaolin est une poudre minérale dont l'utilisation est autorisée contre le méligèthe du colza avec une efficacité partielle. Il forme une barrière physique et exerce un effet dissuasif. Les méligèthes du colza évitent donc les plantes traitées au kaolin. En cas d'infestation importante, deux à trois traitements sont nécessaires (Jossi *et al.* 2014). Son utilisation est autorisée en agriculture biologique et dans le cadre du programme de paiements directs visant à renoncer aux produits phytosanitaires.

Mesure opérationnelle

Tableau 3: Résumé des mesures phytosanitaires préventives et non chimiques contre les ravageurs du colza

Mesures préventives	Rotation des cultures	Potentiel faible Les ravageurs du colza sont mobiles et ont parfois plusieurs habitats et différentes plantes hôtes.
	Variétés robustes	Recherches supplémentaires nécessaires De légères différences entre les variétés ont été observées en termes de sensibilité aux ravageurs du colza. > CAPRI (2025-2029).
	Semis	Mesure opérationnelle Un semis précoce et de bonnes conditions de croissance favorisent le développement de plantes vigoureuses, mieux à même de compenser les dégâts. Dans la plupart des cas, il est ainsi possible de renoncer à un traitement contre les altises du colza adultes au stade cotylédon (dégâts aux feuilles).
	Sous-semis	Mesure opérationnelle Un sous-semis réduit les dégâts causés par l'altise adulte du colza. Le sous-semis de fêveroles réduit également les dégâts causés par les larves de l'altise du colza, les charançons de la tige du colza et les méligèthes du colza. La mise en œuvre optimale dans la pratique fait l'objet d'études complémentaires. > CAPRI (2025-2029), E(P)PIC (2026-2029), COMPERE (2026-2029)
	Cultures de navettes en bandes	Recherches supplémentaires nécessaires Les bandes de navettes fleurissent plus tôt que le colza et servent à détourner l'attention des méligèthes. L'utilisation de bandes de navettes en combinaison avec d'autres mesures fait l'objet d'études complémentaires. > CAPRI (2025-2029).
	Colza de printemps au lieu de colza d'automne	Potentiel faible Le colza de printemps n'est semé qu'au printemps, ce qui permet d'éviter en grande partie les dégâts causés par les altises du colza et les charançons de la tige du colza. En raison de sa floraison tardive, le méligèthe du colza cause des problèmes plus importants. Le rendement est nettement inférieur à celui du colza d'automne (-30 %).
	Fertilisation	Recherches supplémentaires nécessaires La fertilisation soufrée peut influencer la teneur en glucosinolates du colza, qui jouent un rôle important dans l'interaction entre les ravageurs et les plantes. > CAPRI (2025-2029).
	Auxiliaires	Recherches supplémentaires nécessaires Les auxiliaires peuvent être favorisés par des éléments tels que les bandes semées pour organismes utiles. Des études sont en cours pour déterminer si celles-ci peuvent avoir un effet agronomique significatif contre les ravageurs du colza. > Projet d'utilisation durable des ressources PestiRed (2020-2025), Auxi-GEN (2022-2027), Microhyménoptères (2023-2026).
Lutte non chimique	Kaolin (poudre de roche)	Mesure opérationnelle Le kaolin est autorisé contre le méligèthe du colza et a une efficacité partielle. Son action est de nature physique. Le méligèthe du colza évite les plantes qui ont été traitées au kaolin.

3.3.2 Betteraves sucrières

Le syndrome des basses richesses (SBR) et le jaunissement viral peuvent entraîner d'importantes pertes de rendement, notamment en raison de la baisse de la teneur en sucre des betteraves sucrières (Schaerer *et al.* 2019; Häni *et al.* 2022; Bovey *et al.* 1979). Le SBR est causé par la bactérie «*Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*». Sa transmission se fait principalement par la cicadelle des roseaux (*Pentastiridius leporinus*), bien que d'autres cicadelles puissent aussi être vectrices. Ces insectes peuvent en plus transmettre le stolbur («*Candidatus Phytoplasma solani*»), responsable de dégâts déjà massifs en Allemagne (LfL 2023). Les premières traces de cette bactérie ont été détectées en Suisse (Debonneville *et al.* 2025). Le jaunissement viral est, quant à lui, transmis par les pucerons (principalement *Myzus persicae*), qui acquièrent les virus sur des plantes hôtes infectées avant de contaminer d'autres cultures. Depuis sa découverte en Suisse en 2019 (Germann & Breitenmoser 2020), le nouveau charançon (*Lixus juncii*) cause lui aussi de plus en plus de dégâts (Brabant *et al.* 2024). Comme il n'existe pas de mesures de lutte directes contre les cicadelles, il est d'autant plus important de trouver et de mettre en œuvre des stratégies préventives. Les betteraves sucrières peuvent être attaquées par de nombreux autres ravageurs, dont l'importance est toutefois moindre. Il n'est donc souvent pas nécessaire d'intervenir (Häni *et al.* 2022; CBS 2025). L'importance de certains ravageurs pourrait néanmoins s'accroître avec le changement climatique.

Rotation

Lorsqu'aucune céréale d'automne n'est mise en place après la récolte des betteraves sucrières et qu'une jachère noire est maintenue jusqu'à la culture de printemps (p. ex. maïs, soja), le vol des cicadelles peut être fortement réduit (Storelli & Keiser 2022). En revanche, la jachère noire n'est pas une solution optimale en termes de fertilité du sol,

de lessivage des éléments nutritifs et d'érosion. Le semis d'un engrais vert après une récolte très précoce des betteraves a également permis de réduire le vol des cicadelles, mais de manière moins marquée que la jachère noire (Storelli & Keiser 2022). Dans la pratique, cette option reste difficile à mettre en œuvre, car la récolte des betteraves intervient généralement tard dans l'année. De plus, on sait encore peu de choses sur les plantes hôtes potentielles de la cicadelle et donc sur la composition idéale d'un éventuel engrais vert. La distance par rapport aux parcelles de betteraves de l'année précédente joue aussi un rôle, car les cicadelles se déplacent peu. La mise en œuvre de telles mesures nécessite une coordination à l'échelle régionale, possible dans certaines conditions, comme l'ont montré les expériences menées dans le Chablais (Storelli & Keiser 2022; Peter 2025a). La phacélie est un réservoir du jaunissement viral et devrait être éliminée avant le semis lorsqu'elle est présente aux abords de la parcelle (ITB 2024).

Mesure opérationnelle

Variétés robustes

Depuis 2022, le Centre betteravier suisse (CBS) tient une liste spécifique de variétés robustes pour les zones touchées par le SBR. La sélection et l'examen des variétés visent également à mettre au point des variétés tolérantes au jaunissement viral et au charançon de la betterave *Lixus juncii* (Peter 2025b).

Recherches supplémentaires nécessaires; le but est d'optimiser l'examen variétal pour les sites fortement touchés par le SBR et d'intégrer la sensibilité au charançon *Lixus*: SP-ZR-SBR (2024-2028) et SP-ZR-*Lixus* (2025-2027) (Projets du CBS avec participation d'Agroscope).

Technique culturale

Semis: Un semis précoce et de bonnes conditions de levée favorisent un développement rapide des betteraves sucrières et améliorent leur tolérance aux dégâts causés par les altises (Häni *et al.* 2022). À cet effet, il faut un lit de semence fin, des températures assez élevées et suffisamment d'humidité après le semis.

Mesure opérationnelle

Stratégie push and pull avec des plantes compagnes:

Contre le puceron *Myzus persicae* (vecteur du jaunissement viral): il est recommandé de semer du blé tout autour du champ de betteraves sucrières et de l'avoine entre les rangs de betteraves. Le blé attire *M. persicae* (effet «pull»), tandis que l'avoine a plutôt un effet répulsif (effet «push»). L'avoine, utilisée comme sous-semis, doit être détruite au stade foliaire 6 des betteraves sucrières (au moyen d'herbicides ou par sarclage), sinon elle ferait concurrence aux betteraves. Les premiers résultats sont prometteurs, mais doivent encore être confirmés (Brabant *et al.* 2025).

Contre le charançon *Lixus juncii*: les chercheurs étudient la possibilité d'utiliser une plante-appât (p. ex. épinards, bettes) pour détourner le charançon des betteraves sucrières («pull»).

Recherches supplémentaires nécessaires; E(P)PIC (2026-2029), MALI (2026-2030)

Irrigation: Dans les cultures bien irriguées, les galeries creusées par le charançon *Lixus juncii* atteignent nettement moins souvent le collet des racines, ce qui permet d'éviter la plupart des dégâts. Les périodes d'irrigation optimales et les intervalles les plus adaptés doivent encore être définis (Brabant *et al.* 2024).

Recherches supplémentaires nécessaires; Projet CBS SP-ZR-*Lixus* (2025-2027)

Conditions favorables aux auxiliaires

Les auxiliaires peuvent avoir un effet régulateur sur les pucerons. On ne sait pas si cela suffit pour empêcher la transmission du jaunissement viral (Brönimann *et al.* 2022; Studer *et al.* 2025). La question est de savoir si les auxiliaires peuvent réduire les populations de pucerons assez rapidement pour empêcher la transmission du jaunissement viral. Les auxiliaires peuvent aussi réduire les populations du charançon *Lixus juncii* (ITB 2022). Les espèces présentes en Suisse ainsi que leur fréquence sont actuellement étudiées afin d'évaluer leur potentiel.

Recherches supplémentaires nécessaires; MALI (2026-2030)

Lutte biotechnique et physique

Phéromones: Il est prévu de développer des produits à base de phéromones pour lutter contre le charançon *Lixus juncii*. Ceux-ci seront utilisés dans des pièges dans le cadre d'un monitoring. Leur potentiel pour une capture massive fait également l'objet d'études.

Recherches supplémentaires nécessaires; MALI (2026-2030)

Répulsifs: Certaines substances, comme le kaolin, pourraient avoir un effet répulsif sur les charançons ou les pucerons de la betterave. Différentes substances sont actuellement à l'étude.

Recherches supplémentaires nécessaires; MALI (2026-2030). FertiCrop (2026-2029)

Tableau 4 Résumé des mesures phytosanitaires préventives et non chimiques contre les ravageurs des betteraves sucrières

Mesures préventives	Rotations des cultures	Mesure opérationnelle Le vol des cicadelles (SBR) peut être considérablement réduit si les betteraves sucrières sont mises en jachère jusqu'à la culture de printemps. La pression peut également être réduite en augmentant la distance par rapport aux parcelles de betteraves sucrières de l'année précédente.
	Variétés robustes	Recherches supplémentaires nécessaires Depuis 2022, il existe une liste distincte des variétés tolérantes au SBR. L'examen variétal doit être optimisé pour les sites fortement infectés par le SBR et la sensibilité au charançon <i>Lixus juncii</i> doit être prise en compte. > SP-ZR-SBR (2024-2028), SP-ZR-Lixus (2025-2027)
	Semis	Mesure opérationnelle Un semis précoce et de bonnes conditions de levée favorisent le développement de plantes vigoureuses, mieux à même de compenser les dégâts causés par l'altise de la betterave.
	Stratégie push-and-pull avec des plantes compagnes	Recherches supplémentaires nécessaires Stratégie push-and-pull contre les pucerons (jaunisse virale) avec des semis de blé et d'avoine autour des betteraves sucrières ou entre les rangées de betteraves sucrières. > E(P)PIC (2026-2029) Stratégie push contre le charançon <i>Lixus juncii</i> avec des plantes appâts. > MALI (2026-2030)
	Irrigation	Recherches supplémentaires nécessaires Les galeries creusées par le charançon <i>Lixus juncii</i> atteignent nettement moins souvent le collet des racines dans les cultures bien irriguées. Les périodes d'irrigation optimales sont à l'étude. > SP-ZR-Lixus (2025-2027)
	Auxiliaires	Recherches supplémentaires nécessaires Les auxiliaires peuvent avoir un effet régulateur sur les pucerons et le charançon <i>Lixus juncii</i> . > MALI (2026-2030)
Lutte non chimique	Phéromones	Recherches supplémentaires nécessaires Des pièges à phéromones doivent être développés pour lutter contre le charançon <i>Lixus juncii</i> . Ceux-ci seront utilisés soit pour la surveillance soit pour la capture massive. > MALI (2026-2030)
	Répulsifs	Recherches supplémentaires nécessaires Une étude examine si certaines substances (par exemple le kaolin) ont un effet répulsif sur le charançon <i>Lixus juncii</i> ou sur les altises de la betterave. > MALI (2026-2030), FertiCrop (2026-2029)

3.3.3 Pommes de terre

Le ravageur classique de la pomme de terre est le doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*). Il peut causer des pertes de récolte considérables en se nourrissant des fanes (Häni *et al.* 2022). Les vers fil-de-fer (*Agriotes* spp.), qui s'attaquent aux tubercules et nuisent ainsi à la qualité des pommes de terre, causent également d'importants dégâts, ce qui peut entraîner de fortes baisses de prix, voire un refus de livraison. Depuis le retrait du fipronil en 2014 et l'impossibilité d'utiliser de l'avoine traitée au fipronil comme précédent cultural, il n'existe plus de méthodes efficaces pour lutter contre les vers fil-de-fer (Bussereau *et al.* 2024). Dans la production de plants de pommes de terre, le virus Y de la pomme de terre (PVY), transmis par les pucerons, peut causer des pertes massives (Dupuis *et al.* 2017). En 2024, de grandes quantités de pommes de terre plants ont dû être éliminées en raison d'une infection virale (Bauernzeitung 2024). On sait désormais que la bactérie «*Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*», responsable du SBR chez les betteraves sucrières et transmise par la cicadelle, peut également infecter les pommes de terre. Les cicadelles peuvent en outre transmettre le stolbur («*Candidatus Phytoplasma solani*»). Une telle infection réduit la tenue à la cuisson des pommes de terre, ce qui constitue un problème majeur pour la production de frites et de chips (HAFL & Agroscope 2025). Comme il s'agit d'un phénomène récent, des bases doivent d'abord être établies.

Rotation

Les trois espèces d'Elateridae les plus nuisibles en Suisse (*Agriotes linaetus*, *A. obscurus* et *A. sputator*) (Jossi *et al.* 2008), connues sous le nom de vers fil-de-fer à leur stade larvaire, pondent leurs œufs à la fin du printemps (mi-mai à mi-juin) dans le sol, de préférence dans les prairies temporaires. Une part importante de prairies temporaires dans la rotation des cultures augmente donc le risque de dégâts causés par les vers fil-de-fer. Ce risque peut être réduit de 50 % à moins de 8 % si les pommes de terre ne sont cultivées que trois ans après la rompie (swisspatat

2022). Par ailleurs, la pression d'infestation par le doryphore diminue si aucune pomme de terre n'a été cultivée l'année précédente sur les parcelles voisines (Häni *et al.* 2022).

Mesure opérationnelle

Variétés robustes

Il existe des différences entre les variétés quant à la sensibilité aux divers virus, qui sont indiquées dans la liste des variétés recommandées. Les variétés tolérantes au PVY, en particulier, vont gagner en importance à l'avenir, car il existe peu de mesures efficaces pour limiter la transmission de ce virus dans la production de plants. On sait qu'il existe des différences entre les variétés de pommes de terre en ce qui concerne la sensibilité aux vers fil-de-fer (Jonasson & Olsson 1994; Lorenzo *et al.* 2025). Comme pour la betterave sucrière, il est également possible de trouver des variétés tolérantes à la bactérie «*Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*».

Mesure opérationnelle; pour les virus.

Recherches supplémentaires nécessaires pour les vers fil-de-fer et «Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus»: Lutte intégrée contre le ver fil-de-fer en Suisse - WORMRID (2024-2028); causes des tests de cuisson insuffisants pour les pommes de terre de transformation (2024-2027).

Technique culturale

Travail du sol: Un déchaumage superficiel à la fin de l'été, quelques jours après des précipitations, fait remonter les vers fil-de-fer à la surface, où ils se dessèchent (swisspatat 2022). L'efficacité de cette pratique reste toutefois limitée. Elle doit être combinée à d'autres mesures et appliquée de manière systématique pendant plusieurs années (Guyer *et al.* 2020).

Mesure opérationnelle

Cultures dérobées et plantes compagnes: Certaines plantes (comme le lin ou le sarrasin) semblent exercer un effet attractif ou répulsif sur le doryphore ou les vers fil-de-fer. Une stratégie de type «push-and-pull» pourrait être mise au point sur cette base. De plus, de premiers essais indiquent que la décomposition du sorgho et de la moutarde brune dans le sol peut réduire les populations de vers fil-de-fer. Des études sont encore nécessaires pour déterminer si ces approches peuvent être mises en pratique.

Recherches supplémentaires nécessaires: E(P)PIC (2026-2029), Lutte intégrée contre le ver fil-de-fer en Suisse - WORMRID (2024-2028)

Paillage: Les pucerons peuvent transmettre le virus Y de la pomme de terre (PVY), ce qui pose un problème croissant dans la production de plants. Recouvrir les jeunes cultures de pommes de terre avec de la paille améliore la protection d'au moins 20 % (Dupuis *et al.* 2017). Lorsque le feuillage se développe, la paille perd en efficacité et il faut alors protéger les plants au moyen de traitements à base d'huile.

Mesure opérationnelle

Conditions favorables aux auxiliaires

Les auxiliaires ont un effet régulateur sur les pucerons dans les cultures de pommes de terre (Tschumi *et al.* 2016a). Dans les cultures de pommes de terre destinées à la consommation ou à la transformation industrielle, une lutte contre les pucerons n'est généralement pas nécessaire (Häni *et al.* 2022). En revanche, pour la production de matériel végétal sain et certifié (pommes de terre plants), il faut empêcher autant que possible la transmission de virus par les pucerons. Il est peu probable qu'une régulation naturelle puisse éviter la transmission des virus, car celle-ci intervient dès les premières infestations (Dupuis *et al.* 2017). Certains auxiliaires (araignées, punaises prédatrices, carabes) se nourrissent aussi de doryphores (Bioaktuell 2021), mais leur contribution réelle ne peut pas encore être quantifiée.

Mesure opérationnelle contre les pucerons dans les pommes de terre destinées à la consommation et à la transformation industrielle.

Potentiel faible contre les pucerons vecteurs de virus dans les pommes de terre plants

Lutte biologique

Bacillus thuringiensis (bactéries): Les préparations à base de *B. thuringiensis* sont efficaces contre les jeunes larves du doryphore (1,5 à 3 mm). L'efficacité diminue à mesure que les larves grandissent, d'où l'importance d'une détection et d'un traitement précoces. Il est recommandé d'effectuer au moins deux traitements dans un intervalle de 8 à 10 jours. Un traitement unique coûte environ 200 CHF/ha. Les paiements directs de 800 CHF/ha accordés

pour encourager le non-recours aux insecticides peuvent couvrir ces coûts, à condition qu'un traitement chimique ne soit pas nécessaire par la suite.

Mesure opérationnelle

Champignons entomopathogènes: Depuis quelques années, l'OSAV délivre une autorisation d'urgence pour l'utilisation d'Attracap, un produit contenant le champignon *Metarhizium brunneum*. Ce produit biologique est homologué, mais avec une efficacité seulement partielle. Un traitement coûte environ 650 CHF/ha. Des essais menés par Agroscope n'ont pas montré d'efficacité suffisante lors de son application sur les pommes de terre (Bussereau *et al.* 2024). D'autres champignons entomopathogènes ainsi que les conditions optimales de leur utilisation dans la rotation des cultures sont étudiés dans le cadre d'un autre projet mené en collaboration avec la HAFL et le Centre de compétences de Grangeneuve.

Recherches supplémentaires nécessaires: Lutte intégrée contre le ver fil-de-fer en Suisse - WORMRID (2024-2028)

Lutte physique

Des appareils spéciaux permettent de secouer les plantes et de faire tomber les doryphores et leurs larves, puis de les ramasser. Plus une variété de pomme de terre pousse droit et a de petites feuilles, plus cette méthode est efficace (Gelencsér 2024). Mais dans l'ensemble, son efficacité reste incomplète et le coût des appareils est élevé (Häni *et al.* 2022). De plus, le rendement à l'hectare est encore faible.

Mesure opérationnelle, rentabilité faible, les outils sont chers et l'effet incomplet

Tableau 5 Résumé des mesures phytosanitaires préventives et non chimiques contre les ravageurs de la pomme de terre

Mesures préventives	Rotation des cultures	Mesure opérationnelle La culture de pommes de terre seulement 2 à 3 ans après la rompue réduit considérablement le risque de dégâts causés par les vers fil-de-fer.
	Variétés robustes	Mesure opérationnelle pour les virus La sensibilité aux virus est indiquée dans la liste des variétés. Recherches supplémentaires nécessaires Il y a des indices selon lesquels il existe des différences dans la sensibilité au ver fil-de-fer et à <i>Arsenophonus</i> . > Lutte intégrée contre le ver fil-de-fer en Suisse - WORMRID (2024-2028), causes de l'insuffisance des tests de cuisson des pommes de terre destinées à la transformation (2024-2027)
	Travail du sol	Mesure opérationnelle Le déchaumage à la fin de l'été après les précipitations peut décimer les vers fil-de-fer. Son efficacité est toutefois limitée et doit être combinée à d'autres mesures pendant plusieurs années.
	Cultures dérobées et plantes compagnes	Recherches supplémentaires nécessaires Il y a des éléments indiquant que certaines plantes ont des effets attractifs et répulsifs sur les doryphores et les vers fil-de-fer. > E(P)PIC (2026-2029), WORMRID (2024-2028)
	Paillage	Mesure opérationnelle Recouvrir les champs de pommes de terre avec de la paille augmente la protection des jeunes cultures contre la transmission du virus Y de la pomme de terre d'au moins 20 %.
	Auxiliaires	Mesure opérationnelle pour les pommes de terre de consommation et celles destinées à la transformation industrielle Les auxiliaires ont un effet régulateur sur les pucerons, contre lesquels il ne faut généralement pas lutter dans les pommes de terre destinées à la consommation et à la transformation industrielle. Potentiel faible pour les pommes de terre La transmission du virus se produit dès les premières infestations de pucerons, il est donc peu probable que la transmission puisse être empêchée par une régulation naturelle.
	Lutte non chimique	<i>Bacillus thuringiensis</i>
Champignons entomopathogènes		Recherches supplémentaires nécessaires Le produit Attracap, qui contient le champignon entomopathogène <i>Metarhizium brunneum</i> , a jusqu'à présent montré une efficacité moyenne. D'autres champignons entomopathogènes, le moment optimal de l'application et une utilisation sur l'ensemble de la rotation des cultures sont à l'étude. > Lutte intégrée contre le ver fil-de-fer en Suisse - WORMRID (2024-2028)
Ramassage des doryphores et de leurs larves		Mesure opérationnelle, rentabilité faible Des appareils appropriés permettent de ramasser les doryphores et leurs larves. Cependant, leur coût est encore trop élevé et leur efficacité reste insuffisante.

3.3.4 Légumes de plein champ

Les légumes doivent répondre à des exigences de qualité très strictes (Schwarz *et al.* 1990). Même une légère infestation ou quelques dégâts isolés peuvent entraîner la perte de toute la récolte¹⁷. La situation diffère nettement de celles des grandes cultures, où une certaine pression parasitaire peut être tolérée tant que le rendement et la qualité interne ne sont pas significativement affectés (à l'exception des dommages sur les tubercules de pomme de terre). En Suisse, on cultive un grand nombre de légumes différents, chacun présentant ses propres défis. Certaines cultures maraîchères peuvent être produites sans insecticides, du moins sur une partie des surfaces (p. ex. doucette, cucurbitacées, endives, pois, haricots nains, épinards, maïs sucré, céleri-rave). La participation aux programmes de paiements directs visant la renonciation aux insecticides en témoigne: 23 %¹⁸ pour les légumes annuels de plein champ et 24 % pour les légumes de conserve de plein champ. La présence de ravageurs peut varier considérablement d'une région et d'une année à l'autre. Selon l'année et la parcelle, un traitement peut s'avérer nécessaire ou non, mais il est difficile d'y renoncer totalement. Info Cultures maraîchères joue un rôle central en informant régulièrement sur l'apparition des ravageurs et des maladies. Ce service facilite la surveillance des parcelles par les agricultrices et agriculteurs.

Rotation

Les ravageurs typiques de la rotation des cultures, en particulier ceux présents dans le sol (comme les nématodes) sont en principe maîtrisés grâce aux rotations actuelles. Souvent, les exploitations n'ont d'ailleurs guère d'autres options (Schwarz *et al.* 1990). Toutefois, lorsque des plantes de la même famille sont cultivées toute l'année dans une région, la pression des ravageurs peut devenir très élevée. Ainsi, dans les zones où le chou est présent en continu, d'importantes populations de mouches blanches peuvent se développer, entraînant une infestation précoce des nouvelles plantations. Une rotation des cultures à l'échelle régionale pourrait atténuer ces problèmes (Sauer & Guyer 2020), mais la mise en œuvre d'un tel système reste difficile dans le contexte agricole suisse, qui se caractérise par de petites structures.

Mesure opérationnelle

Variétés robustes

Le puceron vert de la laitue (*Nasonovia ribisnigri*) est la principale espèce de puceron présente sur les laitues en plein champ. Il y a une trentaine d'années, des variétés de laitue résistantes à ce puceron ont été introduites en Europe. Elles sont devenues l'un des outils essentiels dans la lutte contre ce ravageur et ont permis de réduire l'utilisation d'insecticides. Depuis 2007, cependant, un nouveau biotype s'est imposé, qui a réussi à contourner cette résistance (Sauer-Kesper *et al.* 2008). Depuis l'automne 2025, de nouvelles variétés de laitue résistantes aux deux biotypes du puceron vert sont disponibles sur le marché.

Mesure opérationnelle contre le puceron vert

Technique culturale

Composter, fermenter ou désinfecter à la chaleur les résidus de récolte ainsi que les déchets de préparation et de tri de manière appropriée: Cette mesure préventive aide à réduire la pression d'infestation de certains ravageurs (p. ex. la mouche blanche) (Schwarz *et al.* 1990). Son efficacité est jugée élevée, mais le surcroît de travail qu'elle implique entre parfois en conflit avec les contraintes de temps liées à la récolte (Säle *et al.* 2022). Le paillage ou l'enfouissement des résidus de récolte est jugé un peu moins efficace (Säle & Neuweiler 2022).

Mesure opérationnelle

Plantation avec paillage transféré ou produit in situ contre les altises et les thrips: La mise en place d'un paillage détourne les ravageurs des cultures. Son efficacité est jugée élevée. Cette mesure ne peut toutefois être appliquée que sur des cultures déjà mises en place. Elle entraîne des coûts de main-d'œuvre élevés et nécessite des surfaces supplémentaires pour produire le paillis qui doit ensuite encore être transféré sur la parcelle (Säle *et al.* 2022; Säle & Neuweiler 2022). Plus la couche de paillis est épaisse, plus le risque d'infestation par des agents de pourriture augmente.

Mesure opérationnelle

Planter les choux pommés profondément et faire des buttes pour lutter contre la petite mouche du chou: Le buttage des jeunes plants favorise la formation de racines latérales, ce qui permet aux plantes de mieux compenser les

¹⁷ www.qualiservice.ch > Normes de qualité

¹⁸ Données 2024 y compris exploitations bio. On ne sait toutefois pas pour quelles cultures maraîchères cette mesure a été mise en œuvre.

dommages (Schwarz *et al.* 1990). L'effet de cette pratique a été jugé modéré (Säle *et al.* 2022; Säle & Neuweiler 2022).

Mesure opérationnelle

Sous-semis contre les altises et la petite mouche du chou: Le recours à un sous-semis de trèfle souterrain rend la recherche d'une plante hôte plus difficile pour la petite mouche du chou. On a observé une réduction de l'infestation pouvant atteindre 70 à 80 % (Schmon *et al.* 2018). La gestion des sous-semis est toutefois extrêmement délicate dans les cultures maraîchères. Un couvert trop développé fait concurrence à la plante cultivée et entraîne rapidement des pertes de rendement importantes (Säle *et al.* 2022). À l'inverse, un couvert trop clairsemé perd pratiquement tout effet protecteur contre les ravageurs.

Potentiel faible: La gestion des sous-semis est extrêmement difficile dans les cultures maraîchères et le risque de baisse de rendement élevé.

Semis: De bonnes conditions de levée permettent aux plantes de franchir rapidement la phase juvénile, souvent critique, ce qui peut contribuer à réduire les dégâts causés par les altises et la mouche du haricot (Schwarz *et al.* 1990). Les semis tardifs permettent également d'éviter certaines générations de ravageurs. Cependant, les dates de semis sont généralement dictées par les exigences du marché ou des transformateurs (Säle *et al.* 2022).

Mesure opérationnelle

Travail intensif du sol pour lutter contre les ravageurs du sol: Un travail intensif du sol permet de réduire considérablement la population de divers ravageurs du sol tels que les noctuelles terricoles ou vers gris, les courtilières, les vers fil-de-fer ou les larves de hanneton (Schwarz *et al.* 1990). Son efficacité est jugée faible (Säle *et al.* 2022). Un travail intensif du sol demande de l'énergie et peut affecter plusieurs composantes de la fertilité du sol (p. ex. vers de terre, érosion, dégradation de l'humus, structure du sol) (Bernier *et al.* 2013; Säle *et al.* 2022).

Potentiel faible

Conditions favorables aux auxiliaires

Les auxiliaires peuvent avoir un effet régulateur sur les ravageurs, mais il est très difficile de mettre en place de manière ciblée des conditions qui leur sont favorables. Les bandes fleuries pour organismes utiles peuvent aussi avoir des effets négatifs: invasion par les mauvaises herbes ou dégâts causés par les rongeurs ou le gibier (Ruchti & Studer 2015; station d'essais Cultures maraîchères 2025). En plus, elles mobilisent des surfaces de production, ce qui représente un défi supplémentaire, surtout dans les cultures maraîchères orientées vers le marché. Compte tenu des exigences de qualité élevées, qui ne permettent de tolérer ni la présence de ravageurs ni celle d'auxiliaires sur les produits récoltés (Luka & Koller 2019), et d'après les expériences faites jusqu'à présent, le potentiel de cette approche reste faible dans les cultures maraîchères. Pour des cultures où les dégâts peuvent être éliminés avant commercialisation (p. ex. le chou pommé), il existe toutefois un certain potentiel (Luka & Koller 2019).

Potentiel faible

Lutte biologique

Steinernema carpocapsae (nématodes entomopathogènes): Il existe des produits homologués contre les vers gris et les courtilières. Leur efficacité est jugée moyenne (Säle *et al.* 2022) et dépend en outre fortement des conditions météorologiques. Ces produits sont très chers.

Mesure opérationnelle, rentabilité faible

Bacillus thuringiensis (bactéries): Il existe des produits homologués contre divers ravageurs, notamment les chenilles. *B. thuringiensis* est très efficace contre les jeunes larves, mais nécessite une détection et une intervention précoces, ce qui constitue un défi majeur dans la pratique.

Mesure opérationnelle

Les autres produits contenant des organismes vivants ne sont généralement autorisés qu'en serre, car en plein champ, leur efficacité est fortement compromise par les conditions environnementales difficilement maîtrisables (p. ex. la température, l'humidité, la culture, le substrat, etc.).

Lutte physique

Filets anti-insectes: Les filets anti-insectes protègent les cultures des ravageurs volants. En revanche, les ravageurs présents dans le sol restent piégés sous le filet (Schwarz *et al.* 1990). Comme ils créent un microclimat plus humide, les filets favorisent l'apparition de maladies et peuvent laisser des marques de pression sur les légumes. Leur

installation demande beaucoup de temps et ils doivent être retirés pour les traitements fongicides et le désherbage. Compte tenu des prix actuels des denrées alimentaires, leur coût est nettement trop élevé (Säle *et al.* 2022). Leur utilisation peut éventuellement s'avérer rentable dans les cultures maraîchères biologiques, où les prix du marché sont plus élevés et où l'on bénéficie de paiements directs.

Mesure opérationnelle, rentabilité faible

Aspersion contre les thrips: Un arrosage régulier des oignons et des poireaux semblent réduire les dégâts causés par les thrips, car le taux de survie des nymphes est réduit dans les sols bien humidifiés (Sauer & Eder 2007). Cet effet est jugé faible (Säle *et al.* 2022; Säle & Neuweiler 2022). De plus, une humidité accrue augmente le risque de maladies.

Potentiel faible

Tableau 6 Résumé des mesures phytosanitaires préventives et non chimiques contre les ravageurs des cultures maraîchères

Mesures préventives	Rotation des cultures	Mesure opérationnelle Dans les régions où l'on cultive le chou, par exemple, la mouche blanche peut devenir un ravageur très nuisible. Une rotation régionale des cultures pourrait atténuer le problème. Cependant, sa mise en œuvre représente un défi dans le contexte de l'agriculture suisse, caractérisée par de petites structures.
	Variétés robustes	Mesure opérationnelle Les variétés de salades résistantes au puceron vert sont très répandues. Cette résistance a depuis été vaincue, mais de nouvelles variétés résistantes sont disponibles sur le marché depuis l'automne 2025.
	Composter, fermenter ou désinfecter à la chaleur les résidus de récolte, les déchets de préparation et de tri de manière appropriée.	Mesure opérationnelle Cette mesure permet de réduire la pression exercée par certains ravageurs (p. ex. la mouche blanche). Le surcroît de travail qu'elle implique est parfois difficile à assumer pendant la période de récolte intensive.
	Plantation avec paillage transféré ou produit in situ contre les altises et les thrips	Mesure opérationnelle Le paillage peut détourner les ravageurs des plantes cultivées. Cette mesure entraîne des coûts de main-d'œuvre élevés et nécessite une surface supplémentaire pour la culture du matériau de paillage.
	Planter les choux pommés profondément et faire des buttes pour lutter contre la petite mouche du chou	Mesure opérationnelle Le buttage des jeunes plants favorise la formation de racines latérales, ce qui permet aux plantes de mieux compenser les dommages. L'effet est considéré comme modéré.
	Sous-semis contre les altises et la petite mouche du chou	Potentiel faible Les sous-semis peuvent détourner les ravageurs des plantes cultivées. Cependant, la gestion des sous-semis est extrêmement difficile dans les cultures maraîchères.
	Semis	Mesure opérationnelle De bonnes conditions de levée aident les plantes à dépasser rapidement le stade juvénile critique.
	Travail intensif du sol	Potentiel faible L'effet est faible et un travail intensif du sol a des répercussions négatives sur la fertilité du sol.
	Auxiliaires	Potentiel faible Les auxiliaires peuvent avoir un effet régulateur sur les ravageurs, mais les favoriser de manière ciblée s'avère très complexe. En raison des exigences élevées en matière de qualité et sur la base des expériences acquises jusqu'à présent, le potentiel dans la culture maraîchère est faible.
Lutte non chimique	<i>Steinernema carpocapsae</i>	Mesure opérationnelle, rentabilité faible Son efficacité contre les vers gris et les courtilières est moyenne et dépend des conditions météorologiques. Le produit est très cher.
	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Mesure opérationnelle Les préparations à base de <i>Bacillus thuringiensis</i> sont efficaces contre les jeunes larves. Il est donc essentiel de détecter et de traiter rapidement les infestations.
	Filets anti-insectes	Mesure opérationnelle, rentabilité faible Les filets protègent les cultures contre les ravageurs volants. Cependant, ils peuvent laisser des marques sur les légumes et favoriser l'apparition de maladies. Leur utilisation est complexe et coûteuse.
	Aspersion contre les thrips dans les oignons et les poireaux	Potentiel faible Les oignons et les poireaux bien irrigués semblent être moins touchés par les thrips, car le taux de survie des pupes est réduit dans les sols bien humidifiés. L'effet est toutefois faible et le risque de maladies est accru.

3.3.5 Limaces, oiseaux et souris

Les limaces peuvent causer d'importants dégâts dans toutes les cultures lorsque les conditions sont humides. Elles posent surtout des problèmes récurrents dans le colza, les betteraves sucrières, le tournesol, le seigle, les pommes de terre et les légumes de plein champ (AGRIDEA 2025b; Schwarz *et al.* 1990). La réduction du travail du sol et une couverture continue du sol favorisent la prolifération des limaces. Il existe peu de mesures préventives. Un lit de semence bien nivelé, fin en surface, peut réduire le risque de dégâts causés par les limaces (Häni *et al.* 2022). Si les limaces prolifèrent, une intervention s'impose. En agriculture biologique, le phosphate de fer III est disponible pour la lutte chimique; dans les PER, il est également possible d'utiliser du métaldéhyde. Comme méthode de lutte biologique, on peut utiliser des nématodes (*Phasmarhabditis hermaphrodita*) contre les limaces grises (*Deroceras* spp.), mais ils n'ont toutefois aucun effet sur les limaces de type *Arion* spp. De plus, les produits contenant des nématodes ont une durée de conservation très courte et sont sensibles à la lumière et à la sécheresse.

Mesure opérationnelle

Les corbeaux et les pigeons causent principalement des dégâts au maïs et aux tournesols, mais les céréales, le soja et les légumes de plein champ peuvent aussi être touchés (AGRIDEA 2025c). Dans la lutte contre les oiseaux, le maïs est la seule culture dont les semences peuvent encore être traitées avec un répulsif chimique. Depuis quelques années, l'OSAV accorde en outre des autorisations d'urgence pour traiter les semences de maïs et de tournesol avec un répulsif à base de poivre. Il existe différentes mesures alternatives, comme les épouvantails, les cerfs-volants, les ballons ou les dispositifs acoustiques visant à effrayer les oiseaux, mais ils s'y habituent vite. Agroscope teste une nouvelle approche visant à limiter cette accoutumance. Grâce à une détection automatique des oiseaux, les signaux sonores dissuasifs ne seraient déclenchés que lorsque cela s'avère nécessaire.

Recherches supplémentaires nécessaires: ETHIC (2026-2030)

Les campagnols et les souris des champs sont surtout des ravageurs des prairies permanentes et des vergers. Dans les grandes cultures et les cultures maraîchères, ils sont gênés par le travail régulier du sol, mais peuvent néanmoins causer des dégâts aux pommes de terre, au colza et aux légumes de plein champ depuis les bordures des parcelles. Il est possible de favoriser la présence de prédateurs naturels comme les rapaces et les belettes, p. ex. en installant des perchoirs, des arbres et des tas de branches. Les souris peuvent être capturées à l'aide de pièges (Häni *et al.* 2022). Des barrières anti-souris peuvent également être utilisées à titre préventif, mais leur mise en place est laborieuse et il est rarement possible de clôturer entièrement une parcelle. C'est pourquoi ce type d'installation n'est efficace qu'associé à une lutte directe contre les souris (Stutz *et al.* 2016).

Mesure opérationnelle

Tableau 7 Résumé des mesures phytosanitaires et non chimiques contre les escargots, les oiseaux et les souris

Mesures préventives	Limaces: éviter les facteurs favorisant la présence de limaces	Mesure opérationnelle Un travail réduit du sol et une couverture continue du sol peuvent favoriser la prolifération des limaces.
	Limaces: lit de semence bien nivelé, fin en surface	Mesure opérationnelle
	Souris: barrières anti-souris	Mesure opérationnelle , mais installation laborieuse
	Souris: favoriser les ennemis naturels	Mesure opérationnelle
Lutte non chimique	Limaces: utiliser des nématodes (<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>)	Mesure opérationnelle Les nématodes s'attaquent aux limaces agrestes (<i>Deroceras</i> spp.), mais n'ont aucun effet sur les limaces du genre <i>Arion</i> spp.
	Oiseaux: épouvantails, cerfs-volants, ballons ou effets acoustiques dissuasifs	Recherches supplémentaires nécessaires Les oiseaux s'habituent rapidement aux mesures d'éloignement. Une nouvelle approche avec une détection automatique des oiseaux est donc à l'étude. > ETHIC (2026-2030)
	Souris: poser des trappes	Mesure opérationnelle

4 Conclusion

Les mesures préventives, qui font partie de la protection intégrée des cultures, forment la base d'une production durable des denrées alimentaires d'origine végétale. Cependant, même lorsque ces mesures sont largement mises en œuvre, des interventions correctives s'avèrent parfois nécessaires dans certaines cultures. Grâce à leur efficacité, leur fiabilité et leur rentabilité, les produits phytosanitaires chimiques se sont imposés depuis le milieu du siècle dernier comme un élément-clé de la lutte contre les ravageurs. Ils ont contribué à répondre à des exigences de qualité plus élevées de la part du marché et des consommatrices et consommateurs, tout en faisant baisser les prix des produits d'origine végétale.

Mais la protection phytosanitaire chimique comporte aussi des risques pour l'environnement et la santé humaine et elle peut entraîner des problèmes agronomiques secondaires (p. ex. dommages causés aux auxiliaires, développement de résistances). Ces constats ont conduit au développement de la protection intégrée des cultures dans les années soixante-dix, dans le but de réduire au maximum le recours aux produits chimiques. D'autre part, les exigences en matière d'homologation des produits phytosanitaires n'ont cessé de se renforcer. Depuis le début de ce siècle en particulier, ces exigences accrues ont entraîné une forte diminution du nombre de substances actives autorisées. Parallèlement, le changement climatique et la mondialisation favorisent l'apparition de nouveaux organismes nuisibles en Suisse. La réduction du nombre de substances actives phytosanitaires disponibles a ainsi créé, ces dernières années, un nombre croissant de lacunes dans la protection des plantes. Cette tendance devrait se poursuivre. Si l'agriculture veut continuer à produire des aliments de qualité, elle devra développer des stratégies de protection des cultures efficaces, reposant sur des solutions spécifiques à chaque combinaison culture-ravageur.

4.1.1 Régulation des adventices

La régulation des adventices est le domaine où l'on dispose du plus grand nombre d'alternatives opérationnelles. Il existe des mesures préventives et en particulier des méthodes mécaniques et physiques efficaces pour lutter contre les mauvaises herbes. Toutefois, renoncer aux herbicides chimiques reste malgré tout la mesure probablement la plus radicale lors de la conversion aux grandes cultures et aux cultures maraîchères biologiques (Bioactualités 2025a, b; Lichtenhahn *et al.* 2002). Les alternatives non chimiques sont plus complexes à mettre en œuvre et atteignent leurs limites en cas d'adventices problématiques, de forte pression des mauvaises herbes et de conditions météorologiques défavorables. Par exemple, dans la production de betteraves sucrières bio, la rentabilité dépend essentiellement, en plus du rendement, du nombre d'heures de travail nécessaires au désherbage mécanique (Dierauer & Jenny 2022). L'absence de désherbage ou un désherbage insuffisant entraîne rapidement des pertes de rendement considérables, en particulier dans les cultures peu compétitives. De plus, certaines cultures maraîchères comme les épinards doivent être exemptes de mauvaises herbes (Schwarz *et al.* 1990), car le tri de ces dernières après une récolte mécanisée exige des efforts considérables. Sur 19 % des terres ouvertes, les producteurs renoncent totalement ou partiellement à l'utilisation d'herbicides dans le cadre des programmes de paiements directs introduits en 2023 (données OFAG 2024). Plus de la moitié de ces surfaces se trouve en agriculture biologique, où les herbicides sont interdits.

4.1.2 Lutte contre les maladies

En Suisse, les céréales, le maïs, le tournesol, le soja, les féveroles et les pois protéagineux sont en grande partie cultivés sans traitements fongicides, mis à part des traitements de semences contre les maladies transmises par les semences et le sol. Aucun fongicide n'est autorisé dans le maïs et le soja (exception faite des traitements de semences dans le maïs). Dans les autres cultures, la participation aux programmes de paiements directs visant le non-recours¹⁹ aux insecticides et aux fongicides est élevée (données OFAG 2024): céréales (65 %), tournesol (86 %), féveroles et pois protéagineux (80 % chacun). Pour le colza, il est aussi possible de se passer des fongicides, mais la faible participation au programme de paiements directs «Non-recours aux produits phytosanitaires» (23 %) est due aux défis posés par les ravageurs (Marti *et al.* 2024). Les principales mesures préventives reposent sur le choix de variétés robustes, l'utilisation de semences saines, une rotation équilibrée des cultures et une bonne hygiène des cultures.

¹⁹ Les traitements de semences sont autorisés.

La multiplication des semences et des plants doit faire l'objet d'une attention particulière. Des semences et des plants sains sont en effet un facteur-clé pour une production durable et performante. C'est pourquoi les exigences imposées à la production de semences et de plants sont très élevées et le non-recours à la protection chimique des plantes représente un défi d'autant plus important. Les entreprises de multiplication des semences peuvent difficilement tolérer la propagation de maladies ou la prolifération de mauvaises herbes, car ces problèmes s'amplifient à chaque cycle de multiplication et finissent par générer des difficultés dans la production agricole en aval.

Pour les pommes de terre, les betteraves sucrières et les légumes de plein champ, les mesures préventives seules ne suffisent souvent pas aujourd'hui. En outre, à part le traitement des semences, les possibilités de lutte non chimique contre les maladies sont très limitées. L'emploi de variétés robustes permet de réduire l'utilisation de fongicides. Cependant, renoncer complètement à ces derniers augmente le risque de voir les agents pathogènes contourner les résistances des nouvelles variétés robustes. L'acceptation de nouvelles technologies de sélection et un cadre réglementaire simple et axé sur la pratique pourraient aider à accélérer et à cibler davantage la sélection de variétés robustes à l'avenir (Kümin *et al.* 2023).

4.1.3 Lutte contre les ravageurs

De nombreux ravageurs ne causent pas de dégâts majeurs dans les grandes cultures. Ils sont généralement suffisamment maîtrisés grâce à des mesures préventives telles que la rotation des cultures et la mise en place de conditions favorables pour les auxiliaires, ce qui permet aux plantes de compenser en grande partie les dommages. Les pucerons, les charançons des céréales ou la chrysomèle des racines du maïs en sont de bons exemples: en Suisse, des interventions contre ces ravageurs sont rarement, voire jamais, nécessaires. Dans notre pays, les céréales, le maïs, les tournesols, le soja, les pois protéagineux et les fèves sont cultivés en grande partie sans insecticides chimiques. Le colza, les pommes de terre, les betteraves sucrières et les légumes de plein champ sont en revanche confrontés à des ravageurs susceptibles de causer des dégâts nettement plus importants (comme le doryphore de la pomme de terre ou le méligèthe du colza). Dans ce cas, les mesures préventives actuellement mises en œuvre dans la pratique sont souvent insuffisantes. Pour les betteraves sucrières et les plants de pommes de terre, une infestation par les pucerons nécessite en outre des mesures spécifiques pour empêcher la transmission de virus. En grandes cultures, des pistes sont actuellement explorées pour développer de nouvelles stratégies préventives. Les expériences menées jusqu'à présent montrent toutefois que les mesures préventives n'ont souvent qu'une efficacité partielle contre les ravageurs. Il faut donc généralement combiner plusieurs mesures. Certaines approches présentent un réel potentiel, comme la rotation des cultures pour les betteraves sucrières, l'utilisation de *Bacillus thuringiensis* contre le doryphore ou encore les sous-semis dans le colza. D'autres mesures font actuellement l'objet de recherches.

4.1.4 Différences entre les grandes cultures et les cultures maraîchères

Alors que les grandes cultures produisent principalement des céréales et des plantes sarclées destinées à la transformation (à l'exception des pommes de terre de consommation), les cultures maraîchères se concentrent sur des produits végétaux souvent destinés à la consommation directe. Autrement dit, les exigences de qualité externes sont globalement moins strictes pour les produits de grandes cultures que pour les légumes et les pommes de terre de consommation et de légers dommages et la présence de ravageurs sont tolérés. De plus, les grandes cultures peuvent, si nécessaire, être déclassées en fourrage, ce qui représente certes une perte financière pour l'exploitation, mais ne se traduit pas par une perte totale. En revanche, les surfaces consacrées aux légumes sont nettement plus petites et leur valeur ajoutée plus élevée, ce qui permet donc de financer des mesures plus coûteuses et plus complexes, telles que le travail manuel ou l'utilisation de robots de sarclage ou la pose de filets.

4.1.5 Perspectives

Les mesures de protection alternative des cultures font l'objet d'un développement constant. Dans l'aperçu présenté ici, certaines de ces mesures ont été classées comme n'étant pas encore applicables dans la pratique, ou seulement de manière limitée, faute de données empiriques suffisantes, ou en raison de coûts encore trop élevés. Dans ce domaine en particulier, il est essentiel de suivre de près les avancées en matière de recherche et développement et de tenir compte des retours d'expérience issus de la pratique afin de pouvoir, le cas échéant, évaluer plus précisément le potentiel de ces approches.

Le succès des mesures alternatives de protection des cultures ne dépend toutefois pas seulement de leur efficacité agronomique, mais aussi de leur coût et de leur acceptation par le marché. Souvent, ces mesures entraînent une hausse des coûts de production et une variabilité accrue des résultats. Il est donc indispensable que les acteurs du commerce participent à la mise au point de solutions innovantes, afin que les facteurs-clés pour le marché, tels que le prix des produits ou les exigences de qualité, puissent également être pris en compte. Dans l'optique d'une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires, il pourrait être judicieux de réexaminer les exigences de qualité régies par le droit privé pour les légumes, notamment en ce qui concerne les aspects purement esthétiques et sans incidence sur la sécurité alimentaire. Une légère tolérance à certains dégâts causés par les ravageurs pourrait ainsi être envisagée. De plus, les coûts supplémentaires et les risques de baisse de rendement liés à ces alternatives pourraient être compensés par une hausse des prix des denrées alimentaires ou par d'autres mesures.

De nombreux projets de recherche menés par Agroscope et d'autres instituts étudient les possibilités d'élaborer et de rendre opérationnelles des mesures préventives et non chimiques pour protéger les cultures contre les adventices, les maladies et les ravageurs. On peut donc s'attendre à ce que de nouvelles connaissances soient prochainement disponibles. Des plateformes visent en outre à renforcer le dialogue et la responsabilité partagée entre les acteurs concernés de la chaîne de valeur en ce qui concerne l'émergence de solutions innovantes pour la protection des cultures.

5 Remerciements

Nous tenons à remercier Eva Reinhard et Christoph Carlen pour leurs nombreuses contributions au cours du processus d'élaboration de cette synthèse et pour leurs commentaires critiques et utiles sur le texte.

6 Bibliographie

- AGRIDEA (2018). Wirtschaftlichkeit im Fokus: Herbizidverzicht mit Hilfe von Untersaaten – Wunschdenken oder eine echte Alternative? Dezember 2018. <https://agridea.abacuscity.ch/de/A~3328~1/Herbizidverzicht-mit-Hilfe-von-Untersaat/Deutsch/Print-Papier>
- AGRIDEA (2021). Fusarien in Gerste und Weizen. Getreide – Krankheiten, Kapitel 2.5.5. August 2021.
- AGRIDEA (2023a). Fiches techniques “Grandes cultures”: Rotation, chapitre 1.0.1-2
- AGRIDEA (2023b). Fiches techniques “Grandes cultures”: Colza – Régulation de la culture, chapitre 6.4.1
- AGRIDEA (2023c). Fiches techniques “Grandes cultures”: Céréales – Désherbage mécanique, chapitre 2.3.3-4
- AGRIDEA (2023d). Fiches techniques “Grandes cultures”: Colza associé, chapitre 6.1.5-6
- AGRIDEA (2024a). Fiches techniques “Grandes cultures”: Maïs - Sous-semis, chapitre 5.2.5-6
- AGRIDEA (2024b). Fiches techniques “Grandes cultures”: Maïs - Désherbage mécanique, chapitre 5.3.1-2
- AGRIDEA (2024c). Fiches techniques “Grandes cultures”: Tournesol – Désherbage mécanique, chapitre 8.3.1-2
- AGRIDEA (2025a). Fiches techniques “Grandes cultures”: Désherbage mécanique, chapitre 1.3.1-2
- AGRIDEA (2025b). Fiches techniques “Grandes cultures”: Ravageurs – Limaces, chapitre G.1.1-4
- AGRIDEA (2025c). Fiches techniques “Grandes cultures”: Ravageurs – Oiseaux, chapitre G.2.1-2
- AGRIDEA (2025d). Bekämpfungsschwellen 2025 für Massnahmen gegen Schadorganismen im Feldbau (ÖLN). Grundlagen – Entscheidungshilfen, Kapitel 1.5.3-9. März 2025
- Albrecht *et al.* (2020). The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecology Letters*, (2020), 1-12. <https://doi.org/10.1111/ele.13576>
- Ames B. N., Gold L. S. (1990). Chemical carcinogenesis: Too many rodent carcinogens. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* Vol. 87, pp. 7772-7776, October 1990. <https://doi.org/10.1073/pnas.87.19.7772>
- Ames B. N., Gold L. S. (1997). Environmental Pollution, Pesticides, and the Prevention of Cancer: Misconceptions. *FASEB J.* Volume 11, Issue 13, November 1997, pages 1041-1052 <https://doi.org/10.1096/fasebj.11.13.9367339>
- Anken T., Heusser J., Sartori L. (1993). Stoppelbearbeitung. Jedes System besitzt spezifische Eigenschaften. FAT-Berichte Nr. 431. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/17858>
- Ballmer T., Hebeisen T., Wüthrich R., Gut F. (2012) Potenzial der Tröpfchenbewässerung im Kartoffelbau bei veränderten Klimabedingungen. *Agrarforschung Schweiz*, 3, (5), 2012, 244-251. <https://ira.agroscope.ch/en-US/publication/29177>
- Bänziger I., Hebeisen T., Amrein D., Vogelgsang S., Sullam K. (2023). 25 Jahre Gesundheitsuntersuchungen von Bio- und IP-Getreidesaatgut an Agroscope: Ein Rück- und Ausblick. *Agrarforschung Schweiz*, 14, 2023, 33-42. <https://doi.org/10.34776/afs14-33>
- Bauernzeitung (2024). Es hat zu wenig Pflanzkartoffeln – und Importe helfen nicht. Publiziert am 18. Januar 2024. <https://www.bauernzeitung.ch/artikel/markt-preise/es-hat-zu-wenig-pflanzkartoffeln-und-importe-helfen-nicht-505509>
- Baux A., Magnin L., Laurent E.-A., Breitenmoser S., Hiltbold I. (2024). Wie tolerant sind welche Rapssorten? *Revue UFA*, 7, (8), 2024, 16-19. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/57775>
- Berner *et al.* (2013). FiBL-Faktenblatt: “Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit”. Faktenblatt Nr. 1576. <https://www.fibl.org/de/shop/1576-bodenfruchtbarkeit>
- Bertschi M. (2020). Mechanische Unkrautregulierung in Winterweizen. <https://www.strickhof.ch/publikationen/mechanische-unkrautregulierung-in-winterweizen-2020/>

- Bioaktuell (2021). Internetseite Bioaktuell: Regulierung des Kartoffelkäfers. (Abgerufen am 2. September 2025) <https://www.bioaktuell.ch/pflanzenbau/ackerbau/kartoffeln/pflanzenschutz/kartoffelkaefer>
- Bioaktuell (2025a). Internetseite Bioaktuell: Unkrautregulierung im Ackerbau. (Abgerufen am 31. August 2025) <https://www.bioaktuell.ch/pflanzenbau/ackerbau/unkrautregulierung>
- Bioaktuell (2025b). Internetseite Bioaktuell: Mechanische Unkrautregulierung im Gemüsebau. (Abgerufen am 31. August 2025) <https://www.bioaktuell.ch/pflanzenbau/gemuesebau/unkraut-gemuese/unkrautregulierung-gemuese-film>
- Blatter A., Wüst S., Vonzun S., Haug B., Meyer M., Messmer M.M., Hiltbrunner J. (2022). Nachhaltige Proteinversorgung mit Mischkulturen in der Schweiz: Erbse und Linse im Fokus. In: Bulletin 32. 2022, 10-11. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/50509>
- BLE (2023). Sind biologisch abbaubare Folien eine gute Alternative? Bundesinformationszentrum Landwirtschaft der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) <https://www.praxis-agrar.de/pflanze/gartenbau/kunststofffolien-im-gartenbau/sind-biologisch-abbaubare-folien-eine-gute-alternative>
- BLV (2024). Weisungen der Zulassungsstelle betreffend die Massnahmen zur Reduktion der Risiken bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. 4. Juni 2024. <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/zulassung-pflanzenschutzmittel/anwendung-und-vollzug/weisungen-und-merkblaetter.html> > Schutz der Oberflächengewässer und Biotope
- BLV (2025a). Zurückgezogene Wirkstoffe (2005-2025). <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/zulassung-pflanzenschutzmittel/zugelassene-pflanzenschutzmittel/zurueckgezogene-pflanzenschutzmittel.html>
- BLV (2025b). Zurückgezogene Kulturen GÜ 2013-2025. <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/zulassung-pflanzenschutzmittel/zugelassene-pflanzenschutzmittel/erneuerung-ueberpruefung.html>
- BLW, ACW, ART (2008). Sorten, Saat- und Pflanzgut in der Schweiz. <https://www.blw.admin.ch/de/sorten-und-saatgut>
- BLW (2025). Pflanzengesundheit. <https://www.blw.admin.ch/de/pflanzengesundheit> (Abgerufen am 19. August 2025)
- Bovey R., Baggiolini M., Bolay A., Bovey E., Corbaz R., Mathys G., Meylan A., Murbach R., Pelet F., Savary A., Trivelli G. (1979) La défense des plantes cultivées : traité pratique de phytopathologie et de zoologie agricole. 7e éd. Lausanne: Payot, 1979.
- BR (2017). Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Bundesrat (BR). September 2017 <https://www.blw.admin.ch/de/aktionsplan-pflanzenschutzmittel>
- BR (2020). Schrittweiser Ausstieg aus der Verwendung von Glyphosat: Zweckmässigkeit und Modalitäten. November 2020. <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20174059>
- BR (2024). Aktionsplan Pflanzenschutzmittel: Zwischenbericht zur Umsetzung 2017-2022. Mai 2024. <https://www.blw.admin.ch/de/aktionsplan-pflanzenschutzmittel>
- Brabant C., Breitenmoser S., Bussereau F., Cornamusaz B. (2024). Der Rüsselkäfer *Lixus juncii* im Zuckerrübenanbau: Situation in der Schweiz und Beobachtungen in Changins. Pflanzenschutztagung Feldbau. 12. Januar, Biel. 2024, 1-17. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/57289>
- Brabant C., Kellenberger S., Demal S., Steinger T., Hiltbold I. (2025). Wirkungen der Begleitpflanzen auf den Vektor der virösen Vergilbung von Zuckerrüben (*Myzus persicae*). In: 12ème Journée Nationale en grandes cultures. 17. Januar, Hrsg. Agroscope, Bienne (CH). 2025. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/58774>
- Breitenmoser S., Steinger T., Hiltbold I., Grosjean Y., Nussbaum V., Bussereau F., Klötzli F., Widmer N., Baux A. (2020). Effet des plantes associées au colza d'hiver sur les dégâts d'altises. Recherche Agronomique Suisse, 11, 2020, 16-25. <https://doi.org/10.34776/afs11-16>

- Breitenmoser S., Hiltbold I., Steinger T., Baux A. (2022). Intercropping Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Has the Potential to Lessen the Impact of the Insect Pest Complex. *Agronomy*, 12, (3), 2022, 1-10. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030723>
- Brönnimann V., Jacot-Ammann K., Jeanneret P. (2022). Nützlinge statt Pestizide im Zuckerrübenanbau: Pilotprojekt 2021. Hrsg. Agroscope, Zürich. 11. Februar, 2022, 23 S. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/51117>
- Büchi R. (1995): Combination of trap plants (*Brassica rapa* var. *silvestris*) and insecticide use to control rape pests. – IOBC/wprs Bulletin 18 (4), 102-121.
- Büchi R. (2002). Mortality of pollen beetle (*Meligethes* spp.) larvae due to predators and parasitoids in rape fields and the effect of conservation strips. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 90 (2002) 255–263. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00213-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00213-4)
- Bussereau F., Breitenmoser S., Tallant M., Riot G., Klötzli F., Schwärzel R., Torche J.-M., Dupuis B., Steinger T. (2024). Kurative Massnahmen gegen Drahtwürmer (*Agriotes* spp.) in Kartoffelkulturen. *Recherche Agronomique Suisse* 15: 138–144, 2024. <https://doi.org/10.34776/afs15-138>
- Chamberlin T. (2024). Rapsanbau ohne Herbizid. www.strickhof.ch > Fachwissen > [Rapsanbau ohne Herbizid](#)
- Chapelle A., Malet J.-C. (2022). Presentation “Availability of active substances in the EU”. Horizontal Expert Group of the MUCF. 4. March 2022. https://minoruses.eu/media/files/resources/Active_Substances_Availability_March_2022.pdf
- Charles R., Cornamusaz B., Lachat B., Stoecklin M. (2025). FiBL-Merkblatt «Zuckerrüben pflanzen». FiBL-Merkblatt Nr. 1807. <https://www.fibl.org/de/infotek/meldung/merkbblatt-anbau-zuckerrueben-jungpflanzen>
- De Vrieze M., de Werra P., Hauser B., Piva L., Visse-Mansiaux M., Gouerou M., Dupuis B. (2025). Schweizer Sortenliste für Kartoffeln 2026. *Agroscope Transfer*, 618, 2025, 1-8. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/61195>
- Debonneville C., Dubuis N., Schumpp O. (2025). First detection of a 'Candidatus Phytoplasma solani'-related strain infecting sugar beet in Switzerland. *New Disease Reports*, 51, (1), 2025, Artikel e70021. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/58926>
- Dierauer H. (2013). Vorbeugende Massnahmen. <https://www.bioaktuell.ch/pflanzenbau/ackerbau/unkrautregulierung/vorbeugende-massnahmen>
- Dierauer H., Clerc M., Böhler D., Klais M., Hegglin D. (2017). FiBL-Merkblatt “Erfolgreicher Anbau von Körnerleguminosen in Mischkultur mit Getreide”. FiBL-Merkblatt Nr. 1670. <https://www.fibl.org/de/shop/1670-koernerleguminosen-mischkulturen>
- Dierauer H., Jenny S. (2022). FiBL-Merkblatt “Biozuckerrüben - Herausforderungen und Chancen des Anbaus”. FiBL Ausgabe Schweiz Nr. 1172. <https://www.fibl.org/de/shop/1172-zuckerrueben>
- Dierauer H., Grosse M. (2025). FiBL-Merkblatt «Reduzierte Bodenbearbeitung - Schutz der Bodenfunktionen für eine bessere Klimaresilienz». FiBL-Merkblatt Nr. 1652. <https://www.fibl.org/de/infotek/meldung/merkbblatt-zur-reduzierten-bodenbearbeitung-ueberarbeitet>
- DLG (2019). Merkblatt “Mechanische Unkrautregulierung – Technik für die Praxis”. DLG-Merkblatt 449, 1. Auflage November 2019. <https://www.dlg.org/mediacenter/dlg-merkblaetter/dlg-merkbblatt-449-mechanische-unkrautregulierung-technik-fuer-die-praxis-1>
- Dupuis B., J. Cadby, G. Goy, M. Tallant, J. Derron, R. Schwaerzel, T. Steinger (2017). Control of potato virus Y (PVY) in seed potatoes by oil spraying, straw mulching and intercropping. *Journal of Plant Pathology*, 66, 2017, 960-969. <https://doi.org/10.1111/ppa.12698>
- Fraunhofer (2022). Medienmitteilung “Desinfektion von Saatgut – sicher und nachhaltig durch Elektronenbehandlung”. Publiziert am 19. Mai 2022.

<https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2022/mai-2022/desinfektion-von-saatgut-sicher-und-nachhaltig-durch-elektronenbehandlung.html>

Gelencsér T., Dierauer H. (2021). FiBL-Merkblatt «Abflammen - Alternative Unkrautregulierung ohne Herbizide». FiBL-Merkblatt Nr. 1155. <https://www.fibl.org/de/infothek/meldung/aktualisiertes-merkblatt-abflammen-alternative-unkrautregulierung-ohne-herbizide>

Gelencsér T. (2024). Alternative Regulierungsmethoden des Kartoffelkäfers: Zwischenbericht 2023 Teil Käfersammeln. FiBL. <https://www.bioaktuell.ch/pflanzenbau/ackerbau/kartoffeln/regulierung-des-kartoffelkaefers>

Germann C., Breitenmoser S. (2020). *Lixus juncii* Boheman, 1835 – confirmation de sa présence en Suisse (Coleoptera: Curculionidae). Entomo Helvetica, 13, 2020, 155-158. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/44189>

Guyer A., Baur B., Grabenweger G. (2020). Drahtwürmer – Möglichkeiten der Regulierung. Agroscope. Merkblatt Nr. 118, 2020, 5 S. <https://link.ira.agroscope.ch/de-CH/publication/44673>

HAFL, Agroscope (2025). Projekt zur Thematik der ungenügenden Backqualität bei Verarbeitungskartoffeln – Erkenntnisse des ersten Projektjahres. <https://www.strickhof.ch/publikationen/ungenuegende-backqualitaet-bei-verarbeitungskartoffeln-1-zwischenbericht/>

Häni F. J., Popow G., Reinhard H., Schwarz A. Voegeli U. (2022). Pflanzenschutz im nachhaltigen Ackerbau. Edition LMZ, 10. Auflage.

ITB (2022). Le charançon de la betterave : un ravageur sous pression. <https://www.itbfr.org/tous-les-articles/article/news/le-charancon-de-la-betterave-un-ravageur-sous-pression>

ITB (2024). La phacélie, espèce hôte des virus de la jaunisse. <https://www.itbfr.org/tous-les-articles/article/news/la-phacelie-espece-hote-des-virus-de-la-jaunisse>

Jonasson T., Olsson K. (1994). The influence of glycoalkaloids, chlorogenic acid and sugars on the susceptibility of potato tubers to wireworm. Potato Research 37, 205-216. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02360510>

Jossi W., Schweizer C., Keller S. (2008). Schnellkäferarten und biologische Bekämpfung der Drahtwürmer. Agrarforschung 15 (2): 76-81, 2008. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2008/02/schnellkaeferarten-und-biologische-bekaempfung-der-drahtwuermer/>

Jossi W., Humphrys C., Dorn B., Hiltbrunner J. (2014). Bekämpfung des Rapsglanzkäfers mit dem Naturstoff Surround. Agrarforschung Schweiz 5 (3): 80–87, 2014. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2014/03/bekaempfung-des-rapsglanzkaefers-mit-dem-naturstoff-surround/>

Keiser A., Jungo B., Bertschi C., Jenni S. (2016). Herbizidreduktion durch eine kombinierte mechanisch – chemische Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben. Schlussbericht. https://www.bfh.ch/dam/jcr:21768160-65b0-400b-9fa5-f04e6eed9779/Schlussbericht_Projekt_Herbizidreduktion_in_Zuckerrueben.pdf

Keller M., Haberey P., Hodel D., Total R., Heitkämper K., Bravin E., Glück S., Collet L., Wyss S., Steiner R., Möri H., Wyssa T., Anken T., Duckert F., Matter R. (2023). Ressourcenschonender, nachhaltiger Pflanzenschutz im Gemüsebau durch kameragesteuerte Pflanzenschutzroboter (2017–2021): Abschlussbericht. Agroscope Science, 151, 2023, 1-41. <https://doi.org/10.34776/as151g>

Koller M., Lichtenhahn M., Six R. (2007). FiBL-Merkblatt "Biologischer Anbau von Zwiebeln". FiBL-Merkblatt Nr. 1436. <https://www.fibl.org/de/shop/1436-zwiebeln>

Kümin M., Oeschger F., Bearth A., Reinhardt D., Romeis J., Soyk S., Studer B. (2023). Neue Züchtungstechnologien: Anwendungsbeispiele aus der Pflanzenforschung. Swiss Academies Communications 18 (2) <https://ira.agroscope.ch/en-US/publication/53073>

LfL (2023). LfL-Newsletter: Zuckerrüben in Not: "SBR" und Stolbur in Bayern auf dem Vormarsch. November 2023. <https://www.lfl.bayern.de/ips/blattfruechte/339679/index.php>

- Lichtenhahn M., Koller M., Dierauer H., Baumann D. (2002). FiBL-Merkblatt "Biogemüsebau: Unkrautregulierung – termingerecht und schlagkräftig". FiBL-Merkblatt Nr. 1027 <https://www.fibl.org/de/shop/1027-gemuese-unkraut>
- Lorenzo F., Stefano B., Isadora B., Valentina C., Fausto G., Bruno P. (2025). Integrated Pest Management of Wireworms in Potatoes: Use of Tolerant Varieties to Implement Damage Prevention. *Insects* 16, 4. <https://www.mdpi.com/2075-4450/16/1/4>
- Luka H., Koller M. (2019). FiBL-Merkblatt "Schädlingsregulierung im Biokopfkohlanbau – Nützlinge fördern, Schädlinge reduzieren". FiBL-Merkblatt Ausgabe Schweiz Nr. 2500. <https://www.fibl.org/de/shop/2500-schaedlingsregulierung-kohl>
- Luka H., Knecht M., Whiting L., Studer M., Luka-Stan A., Forlin L., Cahenzli F. (2021). Blühstreifen und Ackerbegleitflora fördern Nützlinge. *Agrarforschung Schweiz*, 12, 2021, 90-96. <https://doi.org/10.34776/afs12-90>
- Lutz M. (2024). Antagonisten für gesündere Karotten: Einsatz von Antagonisten im Gemüsebau. *Der Gemüsebau*, 2, 2024, 30. <https://link.ira.agroscope.ch/de-CH/publication/56316>
- Mack G., Finger R., Ammann J., El Benni N. (2023) Modelling policies towards pesticide-free agricultural production systems. *Agricultural Systems* 207 (2023) 103642. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2023.103642>
- Magnin L., Hiltbold I., Jullien A., Baux A. (2025). Intercropping mitigates incidence of the oilseed rape insect pest complex. *Pest Management Science* 2025. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2025/08/mischkulturen-zur-schaedlingsbekaempfung-im-rapsanbau/>
- Marti A., Keiser A., Häberli M. (2024). Projekt «Nachhaltiger Rapsanbau» Schlussbericht 2024. Bericht der HAFL (unveröffentlicht)
- Masson S., Chauvel B., Carlen C., Wirth J. (2021). Neue Entscheidungshilfen für eine nachhaltige Unkrautbekämpfung. *Agrarforschung Schweiz*, 12, 2021, 78-89. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/46464>
- Neuweiler R., Bauermeister R., Total R. (2003). Biologisch abbaubare Folien in der Lauchkultur. *Maraîcher (Le) - Der Gemüsebau*, 2003, 15-15. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/3609>
- Neuweiler R., Heller W.E., Krauss J. (2009). Bekämpfung der Kohlhernie durch gezielte Düngungsmassnahmen. *Agrarforschung* 16 (9): 360-365, 2009. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2009/09/bekaempfung-der-kohlhernie-durch-gezielte-duengungsmassnahmen/>
- Neuweiler R., Jossi W. (2013). Merkblatt: «Strategien gegen die Kohlhernie im Anbau von Kohlgewächsen». Agroscope, Wädenswil. September, 2013. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/32442>
- Peter M. (2023). Züchterfolge für die Zukunft des Zuckers. *UFA-Revue*, publiziert am 8. August 2023. <https://www.ufarevue.ch/pflanzenbau/zuechterfolge-fuer-die-zukunft-des-zuckers>
- Peter M. (2025a). Fruchtfolge schlägt Zikade. *UFA-Revue*, publiziert am 6. März 2025. <https://www.ufarevue.ch/pflanzenbau/fruchtfolge-schlaegt-zikade>
- Peter M. (2025b). Vortrag an der 12. Nationalen Ackerbautagung in Biel: Zuckerrübensortenprüfung: gestern, heute, morgen. <https://www.pag.ch/de/translate-to-german-manifestations/translate-to-german-journees-nationales-pag>
- Ritzel C., von Ow A. (2023). Ernährungssicherheit der Schweiz 2023: Aktuelle Ereignisse und Entwicklungen. *Agroscope Science*, 167, 2023. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/54121>
- Ruchti K., Studer C. (2015). Zielkonflikte zwischen Biodiversitätsförderung und Pflanzenschutz. *Agrarforschung Schweiz* 6 (4): 174–177, 2015. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2015/04/zielkonflikte-zwischen-biodiversitaetsfoerderung-und-pflanzenschutz/>
- Rüesch A. (2021). Vergleichsversuche Kartoffeln ohne Herbizide. <https://www.strickhof.ch/publikationen/vergleichsversuche-kartoffeln-ohne-herbizide/>

- Säle V., Korkaric M., Neuweiler R., de Baan L. (2022). Punktesystem für den Pflanzenschutz im Gemüsebau: Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln und deren Risiken durch flexible Anreizsysteme. *Agroscope Science*, 139, 2022, 1-73. <https://doi.org/10.34776/as139g>
- Säle V., Neuweiler R. (2022). Vorbeugende und nicht-chemische Pflanzenschutzmassnahmen für Freilandgemüse. *Agroscope Transfer*, 450, 2022, 1-24. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/50382>
- Sauer C., Eder R. (2007). Merkblatt: Thripse an Zwiebeln (Thrips tabaci, u.a.). <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/2232>
- Sauer-Kesper C., Lucia N., Buser H., Vogler U. (2008). Bedeutung und Verbreitung des neuen Biotyps Nr:1 der Grünen Salatlaus in der Deutschschweiz. *Agrarforschung Schweiz* 2 (10): 462–469, 2011 <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2011/10/bedeutung-und-verbreitung-des-neuen-biotyps-nr1-der-gruenen-salatlaus-in-der-deutschschweiz/>
- Sauer C., Guyer A. (2020). Merkblatt «Die Weisse Fliege (Aleyrodes proletella) an Kohl.». *Agroscope, Wädenswil. Merkblatt Nr. 123*, 2020. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/44666>
- Sauer C., Baur B., Lutz M. (2020). Pilzkrankheiten an Salaten Teil 1: Bodenbürtige Krankheiten und Salatfäulen. *Agroscope Transfer*, 326, 2020. <https://doi.org/10.34776/at326g>
- Schaerer S., Bussereau F., Breitenmoser S., Sostizzo T., Bünter M., Cornamusaz B. (2019). Syndrome Basses Richesses – SBR: Candidatus *Arsenophonus* phytopathogenicus, Candidatus *Phytoplasma solani*, *Pentastiridius leporinus*. *Agroscope, Changins und Wädenswil. Merkblatt Nr. 97*, August, 2019, 2 S. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/41160>
- Schäfer-Kösterke H., Ulber B. (2014). Anfälligkeit von Raps -Resynthesen und -Sorten auf den Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi* Gyll.) Befall – potentielle Resistenzfaktoren. 59. Deutsche Pflanzenschutztagung : September 2014, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Kurzfassungen der Beiträge (2014), S. 357-358. https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00080517
- Schmon R., Sauer C., Vogler U. (2018). Die Kleine Kohlflye (*Delia radicum*): Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten. Hrsg. *Agroscope, Wädenswil. Merkblatt Nr. 91*, 2018, 5 S. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/38929>
- Schneider L., Comte V., Rebetez M. (2021). Increasingly favourable winter temperature conditions for major crop and forest insect pest species in Switzerland. *Agricultural and Forest Meteorology*, 298-299, 108315 (7 pp.). <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108315>
- Schneider L., Comte V., Rebetez M. (2023). Temperatures during the development season are increasingly favourable for polyvoltine pest species in Switzerland. *Agricultural and Forest Meteorology*, 338, 109503 (7 pp.). <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109503>
- Schneider R., Michels O., Ramseier H., Mascher F. (2024). Rapsanbau ohne Pyrethroide. Zollikofen, März 2024 (nicht publizierter Abschlussbericht der HAFL)
- Schwarz A., Etter J., Künzler R., Potter C., Rauchenstein H. R. (1990). Pflanzenschutz im Integrierten Gemüsebau. *Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale*, 1. Auflage
- Schwärzel R., De Vrieze M., Torche J.-M., de Werra P., Musa T., Dupuis B (2024). Schweizer Sortenliste für Kartoffeln 2025. *Agroscope Transfer | Nr. 560 / November 2024* <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/58032>
- Schweizer Bauer (2025). Sie setzt auf innovative Saatgutbehandlung. Artikel im Schweizer Bauer vom 25. Oktober 2025. <https://www.schweizerbauer.ch/artikel/pflanzen/forschung/sie-setzt-auf-innovative-saatgutbehandlung>
- SFZ (2025). Internetseite der Schweizerischen Fachstelle für Zuckerrübenbau > Beratung > Rübenerdfloh. Abgerufen am 29. August 2025 <https://www.zuckerruebe.ch/schaedlinge/ruebenerdfloh/>
- SGP, Schweizerische Gesellschaft für Phytomedizin (1986). Analyse der phytomedizinischen Situation in der Schweiz 1986. *Schweizerische Landwirtsch. Forsch.* 25

- Sinaj S., Charles R., Baux A., Dupuis B., Hiltbrunner J., Levy Häner L., Pellet D., Blanchet G., Jeangros B. (2017) 8/ Düngung von Ackerkulturen: Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD). Agrarforschung Schweiz, 8, (6), 2017, Spezialpublikation, 1-46.
- Stefan L., Strebel S., Camp K.-H., Christinat S., Fossati D., Städeli C., Levy Häner L. (2025). Sortenmischungen im Weizenanbau: vielversprechend in Bezug auf Ertrag, Qualität und Stabilität. Agrarforschung Schweiz. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2025/02/sortenmischungen-im-weizenanbau-vielversprechend-in-bezug-auf-ertrag-qualitaet-und-stabilitaet/>
- Strickhof (2020). Untersaat: Beiträge kompensieren Minderertrag. Strickhof 6. November 2020. <https://www.strickhof.ch/publikationen/untersaat-beitraege-kompensieren-minderertrag/>
- Stöckli S., Bättig D., Albrecht M., Herzog F., Jacot K. (2024). Biodiversitätsförderflächen im Ackerland: Wirkungen auf Biodiversität und Ökosystemleistungen. Agrarforschung Schweiz, 15, 223–236. <https://doi.org/10.34776/afs15-223>
- Storelli A., Keiser A. (2022). Regionale Fruchtfolge gegen Syndrome Basses Richesses (SBR) in Zuckerrüben: Zwischenbericht des Projekts im Chablais. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften. https://www.bfh.ch/dam/jcr:ebf090f1-d61b-44cb-8a50-469734cbf27a/zwischenbericht_SBR-extern-de.pdf
- Studer A., Näpflin L., Jeanneret P., Jacot K. (2025). Enhancing natural enemies in sugar beet fields: The impact of flower strip types and landscape elements. Biological Control 210 (2025) 105879. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2025/11/auswirkung-von-nuetzlingsstreifen-auf-blattlausraeuber-im-zuckerruebenanbau/>
- Stutz C. J., Huguenin-Elie O., Gago R., Suter M., Hebeisen H., Lüscher A. (2016) Können Schermäuse mit Mäusezäunen reguliert werden? Agrarforschung Schweiz 7 (9): 396–403, 2016 <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2016/09/koennen-schermaeuse-mit-maeusezaeunen-reguliert-werden/>
- Swiss granum (2022). Handlungsempfehlungen zur Minimierung von Mutterkorn und Ergotalkaloiden in Getreide. 14. Februar 2022. <https://www.swissgranum.ch/qualitaet/toxine>
- Swiss granum (2024): Medienmitteilung: Schwache Leistung der Winterweizensorten in den swiss granum-Versuchen 2023 / 2024. Publiziert am 29. August 2024. https://www.swissgranum.ch/stories/schwache-leistung-der-winterweizensorten-in-den-swiss-granumversuchen-2023-2024?tx_pandastory_articlelist%5BcurrentPage%5D=2&cHash=3c50abc5583f0605425982e2b796d853
- Swisspatat (2022). Qualitätsmerkblatt Drahtwürmer. <https://www.kartoffel.ch/de/shop/professionelles-zubehor/merkblatt-drahtwuermmer.html>
- Tschumi M., Albrecht M., Entling M.H., Jacot K. (2015). High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. Proc. R. Soc. B 282: 20151369. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.1369>
- Tschumi M., Albrecht M., Collatz J., Dubsky V., Entling M.H., Najar-Rodrigue A. J., Jacot K. (2016a). Tailored flower strips promote natural enemy biodiversity and pest control in potato crops. Journal of Applied Ecology 2016, p. 1169-1176. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2664.12653>
- Tschumi M., Albrecht M., Dubsky V., Herzog F., Jacot K. (2016b). Nützlingsblühstreifen für den Ackerbau reduzieren Schädlinge in Kulturen. Agrarforschung Schweiz 7 (6): 260–267 <https://ira.agroscope.ch/en-US/publication/35952>
- UFA-Revue (2022). Dem Mehltau an den Kragen. Publiziert am 21. November 2022. <https://www.ufarevue.ch/landtechnik/dem-mehltau-an-den-kragen>
- Versuchsstation Gemüsebau (2025). Übersicht über die Versuche 2024/2023 Versuchsstation Gemüsebau Ins, Projekt 08 / 2022 BFF in Gemüsebaufruchtfolgen. <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/ueber-uns/standortstrategie/versuchsstationen/versuchsstation-gemuese.html>
- Visse-Mansiaux M., Tallant M., Curty F., Schwärzel R., Brostaux Y., Dupuis B. (2020). Lagerung von Kartoffelsorten für die industrielle Verarbeitung ohne CIPC. Recherche Agronomique Suisse 11: 175–187, 2020. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/47878>

- Vogel S., Blättler T., Lemola J., Häberli M., Grenz J., Keiser A. (2024). Projekt «nachhaltige Kartoffelwirtschaft» 2021-2023, Schlussbericht 2024. HAFL, 31. August 2024.
https://www.kartoffel.ch/_Resources/Persistent/2c147683bf10d4d60915bd215eb023638a60501a/Schlussbericht_NAKAWI_def.pdf
- Wegener J. K. (2021). Entwicklungen im Bereich der Anwendungstechnik im Pflanzenschutz gestern, heute und morgen. Journal für Kulturpflanzen, 73 (7-8). S. 276–283, 2021. <https://doi.org/10.5073/JfK.2021.07-08.12>
- Wirth J., Wassef J., Delavallade A., Cadot S., Masson S., Jeanneret P. (2024). La flore adventice du blé, de l'orge et du colza avec un usage réduit d'herbicides. Recherche Agronomique Suisse, 15, 330–341.
<https://doi.org/10.34776/afs15-330>
- Witsoe J., Total R., Haberey P., Heitkämper K., Bravin E., Möri H., Steffen P., Wyssa T., Anken T., Matter R., Keller M. (2024). Nachhaltiger Pflanzenschutz im Gemüsebau durch Spotspraying-Technik (2021-2023). Agroscope Science, 186, 2024, 1-39. <https://doi.org/10.34776/as186g>
- Wuest S.E., Peter R., Niklaus P.A. (2021): Sortenmischungen für mehr Ertrag und Robustheit, AgrarForschungSchweiz, Originalartikel erschienen in Nature Ecology & Evolution 5, 1068–1077, 2021.
<https://www.agrarforschungschweiz.ch/2021/08/sortenmischungen-fuer-mehr-ertrag-und-robustheit/>
- Wuyts N., Baux A., Bragazza L., Calanca P., Chalhoub P. B., Dupuis B., Herrera J. M., Hiltbrunner J., Levy Häner L., Pellet D., Toschini T., Carlen C. (2023). Klimaresilienter Ackerbau 2035. Agroscope Science, 177, 2023.
<https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/55258>
- Zorn A., Bütler A., Mathys P. (2023). Wirtschaftlichkeit des Verzichts auf Pflanzenschutzmittel bei Weizen und Raps: Ergebnisse der ersten zwei Erntejahre aus dem Projekt PestiRed. Agroscope Science, 169, 2023, 1-31.
<https://doi.org/10.34776/as169g>

7 Liste des figures

Figure 1 Pyramide de la protection intégrée des cultures	9
----------------------------------------------------------------	---

8 Liste des tableaux

Tableau 1 Résumé des mesures phytosanitaires préventives et non chimiques contre les adventices	18
Tableau 2 Résumé des mesures phytosanitaires préventives et non chimiques contre les maladies	22
Tableau 3: Résumé des mesures phytosanitaires préventives et non chimiques contre les ravageurs du colza	25
Tableau 4 Résumé des mesures phytosanitaires préventives et non chimiques contre les ravageurs des betteraves sucrières	27
Tableau 5 Résumé des mesures phytosanitaires préventives et non chimiques contre les ravageurs de la pomme de terre.....	29
Tableau 6 Résumé des mesures phytosanitaires préventives et non chimiques contre les ravageurs des cultures maraîchères.....	32
Tableau 7 Résumé des mesures phytosanitaires et non chimiques contre les escargots, les oiseaux et les souris	33