



Le scarabée japonais (*Popillia japonica*), un organisme de quarantaine envahissant

Biologie, propagation, potentiel de nuisance, mesures de surveillance et de lutte

Auteurs et autrices

Patrik Kehrlı, Giselher Grabenweger, Joana Weibel, Jana Collatz, Barbara Egger, Anouk Guyer, Christina Sann, Louis Sutter, Kiran Horrocks, Ivan Hiltpold, Manuel Boss, Alain Gaume, Christoph Carlen, Dominique Mazzi



Impressum

Éditeur	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zurich www.agroscope.ch
Renseignements	Services cantonaux
Rédaction	Carole Enz
Photos	Agroscope, Université de Vérone, IPM-Popillia, cantons de Bâle, du Tessin et de Zurich, OEPP, GAO
Photo de couverture	Scarabée japonais sur un myrtillier, © Tanja Graf
Téléchargement	popillia.agroscope.ch
Copyright	© Agroscope 2025
ISSN	2296-7222 (print); 2296-7230 (online)
DOI	https://doi.org/10.34776/at581f

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.

Table des matières

Résumé	5
1 Introduction	8
2 Biologie	9
2.1 Morphologie	9
2.1.1 Adultes.....	10
2.1.2 Œufs	11
2.1.3 Larves	12
2.1.4 Nymphes	13
2.1.5 Espèces de coléoptères indigènes proches.....	14
2.2 Cycle de vie et reproduction	15
2.3 Plantes hôtes et symptômes de dégâts	16
2.3.1 Plantes hôtes préférées des adultes	16
2.3.2 Symptômes causés par les adultes sur des plantes hôtes	17
2.3.3 Plantes hôtes préférées des larves	17
2.3.4 Symptômes causés par les larves sur des plantes hôtes	18
2.4 Antagonistes naturels	19
2.5 Présence et distribution	20
2.6 Propagation naturelle	21
2.7 Dissémination par l'homme	21
3 Aspects du droit sur la santé des végétaux	22
4 Prévention, détection précoce et surveillance	23
4.1 Pièges à phéromones.....	25
4.1.1 Positionnement des pièges	26
4.1.2 Manipulation et contrôle des pièges.....	26
4.1.3 Sites de piégeage inappropriés.....	26
4.2 Contrôles visuels	26
4.3 Échantillons de sol.....	27
4.4 Sensibilisation du public	28
5 Dommages économiques et cultures menacées	30
5.1 Terrains de sport et autres pelouses.....	31
5.2 Grandes cultures	32
5.3 Cultures maraîchères	33
5.4 Cultures fruitières	34
5.5 Cultures de baies.....	35
5.6 Viticulture	36
6 Mesures de lutte	38
6.1 Mesures préventives	38
6.2 Lutte physique et mécanique	39
6.3 Gestion de l'habitat.....	41
6.4 Lutte biologique	42
6.4.1 Micro-organismes	42

6.4.2	Macro-organismes	45
6.5	Lutte biotechnologique	48
6.6	Lutte au moyen d'insecticides	49
6.7	Lutte dans les cultures.....	51
7	Conclusions et perspectives.....	54
8	Remerciements.....	56
9	Bibliographie.....	57
10	Liste des illustrations.....	63
11	Liste des tableaux	64

Résumé

Le scarabée japonais (*Popillia japonica*) est un coléoptère originaire d'Asie du Nord-Est, où il est considéré comme un ravageur peu préoccupant. En 1916, il est signalé pour la première fois aux États-Unis. Il est réglementé en tant qu'**organisme de quarantaine prioritaire** tant en Suisse [art. 4 OSaVé [RS 916.20](#)] que dans l'Union Européenne. Un organisme de quarantaine est un organisme nuisible particulièrement dangereux susceptible d'entraîner des dommages économiques, sociaux ou environnementaux potentiellement importants dans la zone menacée. Des **mesures préventives** visant à empêcher l'introduction d'organismes de quarantaine sont donc indispensables. En outre, la situation phytosanitaire fait l'objet d'une surveillance du territoire [art. 18 OSaVé [RS 916.20](#)]. Cette surveillance, fondée sur les risques phytosanitaires et visant à une détection précoce, est coordonnée par la Confédération et mise en œuvre dans toute la Suisse par les services cantonaux compétents. La surveillance du scarabée japonais se fait au moyen de pièges à phéromones. **Lorsqu'un organisme de quarantaine est découvert, il est soumis à des mesures officielles de lutte**, l'objectif étant l'éradication du ravageur.

En Europe continentale, le scarabée japonais a été détecté pour la première fois en 2014 dans la région de Milan. Malgré les mesures d'éradication et d'enrayement mises en place, le scarabée japonais s'est rapidement propagé depuis le nord de l'Italie. En 2017, il a été capturé pour la première fois sur sol suisse, à Stabio (TI), près de la frontière. À la fin 2024, il avait colonisé de vastes régions du Tessin ainsi que des vallées alpines du Valais sur le versant sud du col du Simplon. De petites populations isolées ont par ailleurs été découvertes à Kloten (ZH), dans la région de Bâle ainsi que dans les cantons de Soleure et de Schwyz. Malgré l'obligation d'annonce et de lutte, il est probable que le scarabée japonais continue à se propager en Suisse, principalement en lien avec des activités humaines telles que le commerce de produits végétaux ou le transport de marchandises et de personnes. Nous résumons dans cette publication les connaissances les plus importantes pour la pratique, en matière de biologie, d'écologie et de lutte contre le scarabée japonais. Nous donnons également un aperçu des bases juridiques régissant cet organisme de quarantaine prioritaire et évaluons son potentiel de nuisance pour les différentes cultures.

Le scarabée japonais produit généralement une génération par année. Les femelles pondent entre 40 et 60 œufs au cours de l'été, de préférence dans les sols humides ou irrigués couverts d'herbages. A l'éclosion, les larves - ou vers blancs - se nourrissent des racines de plantes, muent deux fois avant l'hiver et se réfugient ensuite dans les couches plus profondes du sol à l'abri du froid. Au printemps, les larves regagnent la zone des racines, où elles achèvent leur développement et se nymphosent. La nouvelle génération de coléoptères éclot au début de l'été. Les scarabées japonais adultes ont un corps ovale d'un vert métallique brillant et des élytres brun cuivré. Leur taille ne dépasse pas celle d'une pièce de 5 centimes. Ils se distinguent assez facilement des coléoptères indigènes grâce à leurs **cinq touffes de poils blancs de chaque côté de l'abdomen et aux deux touffes supplémentaires sur le dernier segment abdominal**. L'identification des œufs, des larves et des nymphes est en revanche plus difficile et nécessite des connaissances entomologiques.

Le **spectre de plantes hôtes du scarabée japonais se compose de plus de 400 espèces**, les adultes et les larves se nourrissant d'espèces différentes. Les adultes se nourrissent de plantes cultivées telles que la vigne, les fruits à noyau, les pommes, les baies diverses, le maïs, le soja, les haricots et les asperges, mais ils s'attaquent également aux plantes ornementales telles que les rosiers, les glycines ou les vignes vierges de même qu'aux arbustes indigènes. Parmi les plantes hôtes préférées des larves figurent les espèces des genres fétuque, pâturin et ray-grass, bien que les larves se nourrissent vraisemblablement aussi des racines de nombreuses autres graminées et, dans certains cas, de plantes herbacées. Les scarabées japonais adultes, tout comme leurs larves, entraînent des dommages peu spécifiques que l'on ne peut distinguer sans équivoque de ceux d'autres phytophages indigènes. Les traces de morsures sur les feuilles sont l'un des symptômes trahissant la présence de scarabées japonais adultes. Lors d'infestations sévères, il arrive que le tissu entre les nervures soit entièrement dévoré. Dans les gazons, des zones brunes et desséchées qui s'étendent avec le temps révèlent la présence de larves dans le sol. Les dommages secondaires causés par les corneilles, les sangliers ou les blaireaux, friands de vers blancs, sont souvent plus importants que les dégâts des larves. Ce sont **surtout les prairies et pâturages humides, les terrains de sport et de loisirs irrigués** (p. ex. terrains de football, golfs, campings, piscines, parcs et jardins) ainsi que les **pépinières et les parcelles de production de gazon en rouleau** qui sont menacés par les dégâts des larves.

Les vers blancs et les scarabées japonais adultes peuvent entraîner des **dommages économiques considérables sur les plantes cultivées et les plantes ornementales**. L'Union européenne évalue le potentiel de dommages agronomiques annuels à environ 2,4 milliards d'euros, si aucune mesure de lutte efficace n'est prise. En ce qui concerne la Suisse, les experts prévoient une perte de rendement annuelle, en l'absence de mesures de lutte, de l'ordre de plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de millions de francs suisses, le risque pouvant être très différent d'une culture à l'autre.

Les dommages aux **pelouses et aux terrains de sports** fréquemment irrigués sont uniquement imputables aux vers blancs du scarabée japonais. Ceux-ci se nourrissent de préférence des racines de graminées, ce qui nécessite le remplacement des pelouses infestées. Les coûts s'élèvent ainsi à plus de 150 millions de dollars par an aux États-Unis. Bien qu'entraînant un risque accru d'accidents sur les terrains de sport, les dégâts sont le plus souvent de nature esthétique, mais ils occasionnent néanmoins des coûts importants pour la remise en état des surfaces endommagées.

Le scarabée japonais peut sporadiquement infester les **grandes cultures** telles que le soja ou le maïs. Lorsque l'espèce est présente dans le soja en même temps que d'autres insectes ravageurs, le seuil de tolérance économique peut être atteint ou dépassé. Dans le cas du maïs, les larves peuvent aussi infester les zones envahies d'adventices en bordure de champ. Dans les endroits fortement infestés, les coléoptères adultes peuvent s'agglutiner à l'extrémité des épis et s'attaquer aux barbes des maïs. Des dégâts économiques ne sont toutefois à craindre que si ces attaques se conjuguent avec d'autres facteurs de risque tels que le stress thermique ou hydrique.

Généraliste, le scarabée japonais se nourrit également de **plantes maraîchères** diverses, haricots, maïs doux, tomates, aubergines, asperges et rhubarbes. Les adultes dévorent parfois complètement les feuilles, ce qui affaiblit la plante et affecte la valeur marchande de la récolte. Les cultures maraîchères irriguées peuvent aussi s'avérer favorable à la ponte durant les étés secs. Les larves endommagent alors les racines des légumes, entraînant des trouées dans les cultures.

La plupart des **arbres fruitiers** cultivés en Suisse sont des plantes hôtes du scarabée japonais. Les pommiers, abricotiers, cerisiers, pruniers, pêchers ou encore noisetiers peuvent être fortement infestés par les coléoptères adultes. Ceux-ci s'attaquent en premier lieu au feuillage, mais si leur nombre est très élevé ils peuvent également se rabattre sur les fruits. En Suisse, il semble que la période de vol du scarabée japonais coïncide avec l'arrivée à maturité et la cueillette des cerises, des abricots et des variétés de prunes précoces, alors que la phase plus sensible de maturation des pommes s'inscrit vraisemblablement en dehors de cette période de vol. Les fruits les plus menacés sont donc les abricots, les cerises qui ne sont pas sous filets et les prunes précoces.

Le scarabée japonais peut également occasionner des dégâts considérables aux **cultures de baies**. Les adultes dévorent les feuilles et les fruits des fraisiers, framboisiers, mûriers et myrtilliers, ce qui affecte la photosynthèse des plantes, leur rendement et leur qualité. La part de fruits commercialisables est ainsi fortement réduite. Les dégâts de morsures aux baies mûres sont particulièrement problématiques. De plus, le travail de récolte s'en trouve compliqué, car il faut séparer les fruits endommagés des fruits intacts.

La **vigne** est une plante hôte très appréciée du scarabée japonais adulte. En Italie, plus de 300 individus ont été observés sur un seul pied de vigne. Les coléoptères s'attaquent principalement au limbe des feuilles, n'en laissant plus que le système vasculaire (squelette), alors qu'ils dédaignent les grains de raisin, généralement encore immatures. Bien que les ceps adultes puissent tolérer un certain degré de défoliation, les jeunes ceps sont sensibles à une défoliation complète. On suppose généralement qu'une infestation par le scarabée japonais entraînera non seulement une hausse des coûts d'exploitation, mais également une baisse des rendements et de la qualité.

Dans toutes les branches de production agricole, on observe que les cultures sensibles, situées à proximité de sites de développement larvaire, sont les plus menacées par les dégâts imputables aux adultes. Les cultures dont la période de récolte coïncide avec le vol des coléoptères sont particulièrement concernées.

Pour parvenir à éradiquer ou à enrayer efficacement la propagation du scarabée japonais ou pour instaurer une lutte régulière, il est nécessaire de combiner différentes mesures, préventives, mécaniques, physiques, biologiques, biotechnologiques et chimiques de protection des plantes. La première mesure préventive – et la plus importante – est d'empêcher l'introduction et le déplacement de l'espèce. Il faut donc faire preuve de prudence en rentrant de zones infestées ou en achetant du matériel végétal à risque. Dans les zones infestées, il est également recommandé de

ne pas arroser les espaces verts pendant la période de vol du scarabée japonais. Recouvrir le sol d'une protection anti-insectes (p. ex. fibres de coco ou autres matériaux) permet de réduire le risque de ponte dans les pots et les surfaces sensibles. De même, les filets anti-insectes permettent de protéger les cultures et les plantes en pot de la défoliation ou des pontes. Il est possible d'enrayer l'infestation de manière mécanique et physique en travaillant le sol, en adaptant le substrat, en ramassant les adultes, en utilisant des substances répulsives telles que le kaolin et en adaptant de manière ciblée l'offre en plantes hôtes à proximité des cultures sensibles. La lutte biologique contre les ravageurs joue également un rôle central dans la régulation du scarabée japonais. L'utilisation de micro-organismes s'avère particulièrement prometteuse. Parmi ceux-ci figurent notamment la bactérie *Bacillus thuringiensis* var. *galleriae*, des champignons entomopathogènes des genres *Beauveria* et *Metarhizium* ainsi que des champignons hautement spécialisés (= microsporidies), qui affaiblissent le système immunitaire des larves et les rendent ainsi plus vulnérables à d'autres agents pathogènes. Par ailleurs, le recours à des nématodes (vers ronds) pour lutter contre les larves dans le sol a fait ses preuves. En conditions favorables, le taux d'efficacité peut dépasser 90 %. Au cours des cent dernières années, plus de vingt espèces de parasitoïdes exotiques ont été introduites aux États-Unis, mais seules trois d'entre elles sont parvenues à s'implanter. La mouche prédatrice *Istocheta aldrichi* et l'ichneumon *Tiphia vernalis*, notamment, pourraient présenter un intérêt pour la Suisse. En effet, bien qu'il soit prouvé que des espèces prédatrices indigènes telles que les araignées, les oiseaux et les mammifères se nourrissent de scarabées japonais adultes ou juvéniles, il est pratiquement impossible de les utiliser de manière ciblée, en raison de leur régime alimentaire non spécifique. L'attractif développé pour la surveillance du scarabée japonais peut également servir à la lutte biotechnique contre le ravageur que ce soit par piégeage de masse ou en combinaison avec des filets imprégnés d'insecticide (= LLINs). Les premiers résultats de ces méthodes de lutte sont prometteurs et les deux peuvent être mises en œuvre à l'intérieur comme à l'extérieur des surfaces cultivées. Enfin, l'utilisation d'insecticides classiques est un moyen simple et bon marché de lutter rapidement et efficacement contre les parasites. Les substances actives acétamipride, deltaméthrine et phosmet, notamment, ont montré une grande efficacité contre les coléoptères adultes lors d'essais menés en Italie par contact direct ou par contact avec des surfaces traitées une semaine auparavant (pour les substances actives autorisées en Suisse, nous renvoyons aux sites internet correspondants de l'[Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires](#), OSAV).

L'introduction involontaire du scarabée japonais et sa diffusion progressive constituent l'un des plus grands défis de ces dernières années pour le Service phytosanitaire fédéral et les services cantonaux. Le scarabée japonais représente une menace non seulement pour l'agriculture, mais également pour les espaces de loisirs et les parcs privés et publics. Contrairement à de nombreux autres insectes nuisibles récemment introduits en Suisse, le scarabée japonais est présent en Amérique du Nord depuis plus d'un siècle. On dispose ainsi de connaissances approfondies sur sa biologie, son écologie ainsi que sur les moyens de lutte. Deux éléments méritent d'être soulignés: premièrement, la problématique ne concerne pas uniquement l'agriculture et l'horticulture productrice mais également les terrains de loisirs publics et privés, les parcs et les jardins. Deuxièmement, on observe une nette séparation spatiale entre la présence d'œufs, de larves et de nymphes et celle des coléoptères adultes. Les mesures de protection des plantes dans l'habitat des adultes ont par conséquent peu de chances d'aboutir si l'on n'empêche pas en même temps le renouvellement constant en provenance des zones investies par les larves, souvent difficiles à déceler. **Le développement de stratégies de protection durables doit voir plus loin que la parcelle exploitée et impliquer la combinaison de différentes mesures**, même si celles-ci ne sont souvent en soi que partiellement efficaces. **Les stratégies de lutte intégrées doivent donc être adaptées en fonction des cultures, des particularités du paysage ainsi que des plantes hôtes disponibles.**

En résumé, nous estimons que les connaissances acquises aux États-Unis et, plus récemment, en Italie et au Tessin constituent une base précieuse pour lutter contre le scarabée japonais. Toutefois, il est difficile aujourd'hui de délimiter localement les cultures menacées en Suisse, d'estimer le potentiel de nuisance du scarabée japonais à petite échelle et d'évaluer les pertes financières pour l'économie et la société. Nous partons cependant du principe que **les pelouses irriguées telles que les terrains de sport et de golf, les parcelles de production de gazon en rouleau, les parcs publics et les jardins privés seront les plus touchés par les infestations de larves**. D'autre part, **les cultures sensibles situées à proximité de sites de développement larvaire seront les plus menacées par les dégâts des coléoptères adultes, surtout si la période de récolte coïncide avec le vol des adultes.**

1 Introduction

Originaire du nord-est asiatique, le scarabée japonais (*Popillia japonica*) a été introduit aux États-Unis au début du XX^e siècle. Il s'y est largement propagé et s'est également établi localement au Canada. Alors qu'il n'est pas considéré comme un ravageur important dans son aire d'origine, il cause des dégâts considérables en Amérique du Nord, se montant à plusieurs centaines de millions de dollars par an (USDA, 2015). En Europe, le scarabée japonais a été identifié pour la première fois dans les années 1970 aux Açores, où il est parvenu à s'établir en dépit des mesures d'éradication. En 2014, l'Italie a signalé un foyer près de Milan qui n'a pas pu être éradiqué et à partir duquel cet organisme de quarantaine s'étend progressivement, malgré la mise en place d'une stratégie d'enrayement. En 2017, des scarabées japonais ont pour la première fois été capturés sur sol suisse à Stabio (TI), près de la frontière. Le ravageur a rapidement colonisé le sud du Tessin. En 2023, des coléoptères ont également été capturés dans le canton du Valais, sur le versant sud du col du Simplon. Une petite population isolée a été découverte la même année à Kloten dans le canton de Zurich, suivie en 2024 d'autres populations dans la région de Bâle et dans les cantons de Soleure et de Schwyz. Depuis 2021, des individus isolés ont en outre été capturés au nord des Alpes, le long des principaux axes routiers.

En Suisse, comme dans l'Union européenne, le scarabée japonais est réglementé en tant qu'organisme de quarantaine prioritaire. Il est donc soumis à une obligation d'annonce et de lutte (selon OSaVé [RS 916.20](#)). Une présence confirmée de l'espèce impose donc, selon la situation, des mesures d'éradication ou d'enrayement. Les activités humaines telles que le transport de marchandises et de personnes, de même que le commerce de produits végétaux, permettent le déplacement sur de longues distances de coléoptères adultes, d'œufs et de larves. De plus, les adultes peuvent voler sur plusieurs kilomètres et se propager ainsi activement.

Dans les chapitres suivants, nous fournissons un aperçu de la biologie et de l'écologie du scarabée japonais ainsi que des bases juridiques de sa réglementation. Nous évaluons en outre le danger qu'il représente pour différentes cultures et abordons les mesures à mettre en œuvre actuellement – ainsi que le prescrit la loi – pour lutter contre cet organisme de quarantaine. Nous revenons également sur d'autres mesures de lutte déployées actuellement dans les zones de diffusion colonisées depuis plus longtemps.

2 Biologie

Le scarabée japonais (*Popillia japonica*) a été décrit pour la première fois par l'entomologiste anglais Edward Newman, en 1841. Cette espèce de coléoptères appartient à la famille des scarabéidés (sous-famille des Rutelinae) qui comprend également le hanneton commun, le hanneton de la St-Jean et la cétoine dorée (voir 2.1.5 Espèces de coléoptères indigènes proches). Le genre *Popillia* comprend plus de 300 espèces, dont la plupart sont originaires d'Afrique et d'Asie (EPPO, 2006; EFSA, 2023). Le scarabée japonais est jusqu'ici le seul représentant de ce genre en Europe centrale.

2.1 Morphologie



Figure 1: Stades de vie du scarabée japonais (© Doris Ortner, Spotteron, IPM-Popillia www.popillia.eu).

Avec un peu de pratique, il est possible d'identifier visuellement les adultes sans risque de confusion. L'identification des œufs, des larves et des nymphes (Figure 1) est en revanche plus compliquée et nécessite, en plus des instruments optiques nécessaires tels que loupe binoculaire (EPPO, 2006), des connaissances entomologiques.

2.1.1 Adultes



Figure 2: Scarabée japonais adulte et comparaison de taille (© Christian Schweizer et Christian Linder, Agroscope).

Les scarabées japonais adultes ont un corps ovale, mesurent 8 à 12 mm de long (Figure 2) et ne sont pas plus gros qu'une pièce de 5 centimes. La tête et le pronotum (partie supérieure du thorax) sont d'un vert doré métallique, tandis que les élytres sont brun cuivré. L'abdomen, les antennes et les pattes sont d'un noir brillant. **L'espèce se caractérise par les cinq touffes de poils blancs qu'elle arbore de chaque côté de l'abdomen et par les deux touffes supplémentaires ornant le dernier segment abdominal (vu de dessus, à l'extrémité de l'abdomen)**. Les touffes de poils blancs sont bien démarquées et se composent de poils courts et hérissés. Il ne faut pas les confondre avec les poils longs, fins et plutôt diffus des hannetons de la St-Jean et des hannetons horticoles, ni avec les taches blanches des hannetons communs et des cétoines dorées qui sont constituées d'écailles blanches étroitement imbriquées. Les femelles sont généralement plus grandes que les mâles et les deux sexes se distinguent par la forme du tibia et du tarse des pattes antérieures (Figure 3). L'éperon tibial des mâles (Figure 3a) est plus pointu et fortement recourbé vers l'extérieur, les tarsi sont plus courts et plus robustes que ceux de la femelle. L'éperon tibial des femelles (Figure 3b) n'est que peu recourbé, voire complètement droit, et nettement arrondi à l'extrémité (EPPO, 2006).

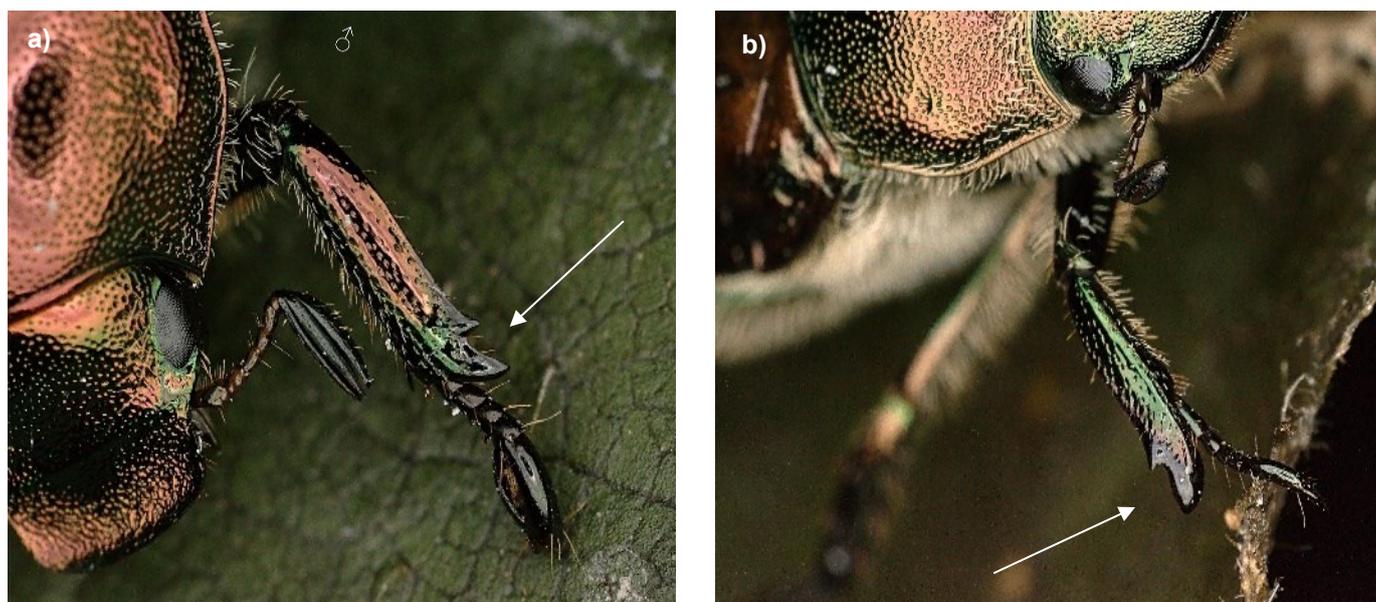


Figure 3: Éperon tibial d'un scarabée japonais a) mâle et b) femelle. Chez le mâle (♂), l'éperon est pointu et fortement recourbé vers l'extérieur tandis qu'il est plus rond et moins recourbé chez la femelle (♀) (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

2.1.2 Œufs



Figure 4: Œufs de scarabée japonais (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Les œufs fraîchement pondus sont de taille et de forme assez variables. Ils peuvent être sphériques d'un diamètre de 1,5 mm, ellipsoïdes de 1,5 mm de long sur 1,0 mm de large, ou presque cylindriques (Figure 4). La couleur va du blanc translucide au blanc crème et la surface externe est marquée d'un motif hexagonal. Au cours du développement embryonnaire, le volume des œufs double et ils deviennent plus sphériques (EPPO, 2006). Les caractéristiques morphologiques des œufs ne permettent pas à elles seules de les attribuer sans ambiguïté à l'espèce *P. japonica*.

2.1.3 Larves

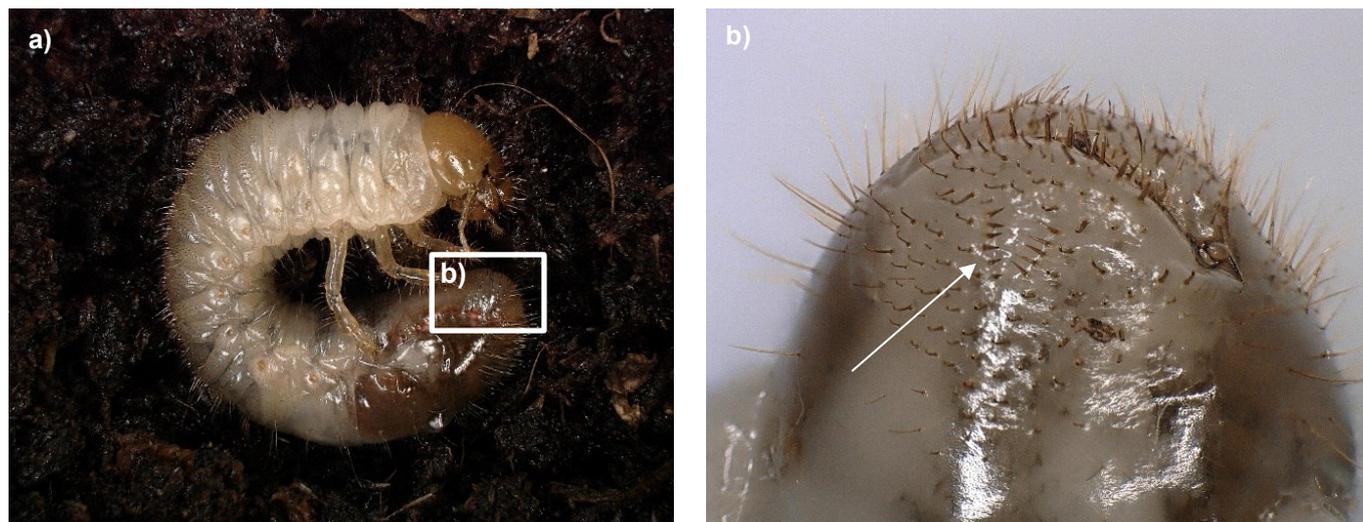


Figure 5: a) Larve de scarabée japonais du troisième stade, incurvée en forme de C et b) détail du motif en V caractéristique de l'espèce constitué par les rangées d'épines, à l'extrémité de l'abdomen (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Également appelées vers blancs, les larves des scarabéidés sont reconnaissables à leur corps de couleur blanche, incurvé en forme de C. Aussi longtemps qu'ils se nourrissent, les vers blancs laissent transparaître le contenu de leur intestin à travers la fine peau à l'extrémité de l'abdomen, de sorte qu'ils apparaissent gris à noirs à cet endroit. Les vers blancs présentent en outre une capsule céphalique brune bien définie, fortement sclérifiée et munie de pièces buccales bien visibles. Les trois paires de pattes thoraciques sont également bien visibles, clairement structurées et pleinement fonctionnelles. Les larves du scarabée japonais (Figure 5a) passent par trois stades de développement. Les larves de premier stade, très faiblement pigmentées, mesurent à peine 1,5 mm de long. Elles atteignent 1–2 cm au deuxième stade et 2–3 cm au troisième stade.

La disposition des soies sur la partie ventrale du dernier segment abdominal permet de distinguer les vers blancs des différentes espèces de scarabéidés. Le motif n'est visible qu'avec une loupe à main puissante ou une loupe binoculaire. Chez *P. japonica*, le motif se compose de **5 à 7 soies par côté, disposées en forme de V** (Figure 5b). Il se situe juste devant la fente anale, droite et transversale, qui termine l'abdomen. Cette caractéristique permet de distinguer sans équivoque les larves de scarabée japonais des autres vers blancs indigènes (EPPO, 2006).

2.1.4 Nymphes



Figure 6: Nympha de scarabée japonais (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Le développement s'achève par un stade prénymphal, puis nymphal. On appelle prénympha la larve entièrement développée qui a cessé de s'alimenter et a réduit son activité en raison de changements physiologiques internes. Elle ne se distingue de la larve de troisième stade que parce que son intestin est vidé et que l'extrémité de son abdomen est par conséquent de couleur blanche, comme le reste du corps. Les nymphes (Figure 6) mesurent en moyenne 14 mm de long et 7 mm de large. Elles ressemblent aux coléoptères adultes, mais les ailes, les pattes et les antennes, repliées le long du corps, ne sont pas fonctionnelles. La couleur, blanchâtre au début, passe ensuite au brun clair, puis à un vert métallique. Les mâles, contrairement aux femelles, présentent une excroissance trilobée qui recouvre les organes génitaux en développement sur les segments abdominaux ventraux postérieurs. Cette caractéristique permet de distinguer les deux sexes même au stade de nymphe (EPPO, 2006).

2.1.5 Espèces de coléoptères indigènes proches

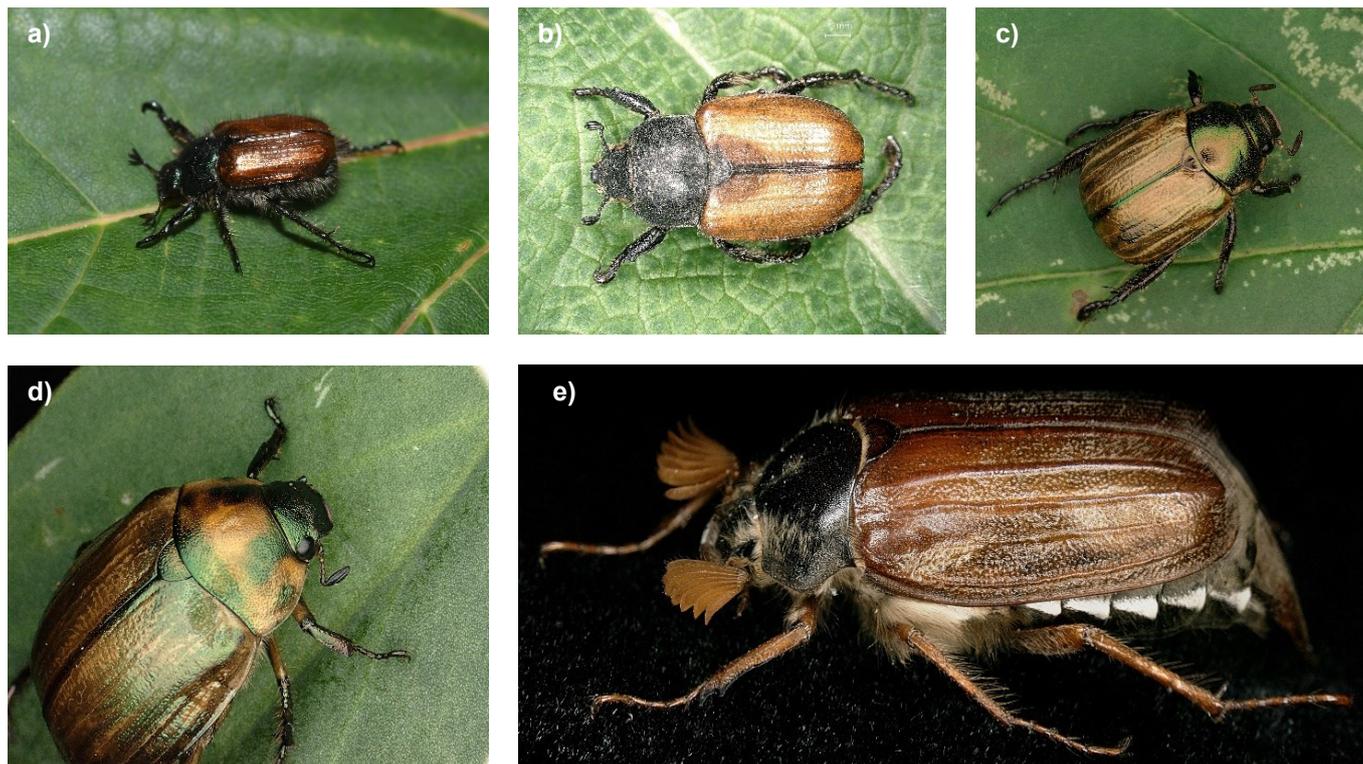


Figure 7: Différents scarabéidés indigènes: a) hanneton horticole (*Phyllopertha horticola*), b) rutelle velue (*Anisoplia villosa*), c) *Mimela junii*, d) *Anomala dubia* et e) hanneton commun (*Melolontha melolontha*) (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Les scarabées japonais adultes se distinguent assez facilement de la plupart des scarabéidés indigènes (Figure 7). Par sa forme, sa couleur et sa taille, *P. japonica* se rapproche le plus du hanneton horticole (*Phyllopertha horticola*), très répandu, de la rutelle velue (*Anisoplia villosa*) ainsi que de *Mimela junii*, espèce rare. Contrairement à ces espèces (Figure 7a-c), *P. japonica* présente toutefois **cinq touffes de poils blancs caractéristiques de chaque côté de l'abdomen, ainsi que deux touffes supplémentaires sur le dernier segment abdominal**. Le comportement d'alerte spécifique des adultes, **l'écartement d'une seule paire de pattes en cas de danger**, constitue une autre caractéristique distinctive (Figure 8). Aucune des espèces de coléoptères indigènes proches n'adopte ce comportement d'alerte.



Figure 8: Comportement d'alerte du scarabée japonais adulte, déployant une paire de pattes en cas de danger (© Christian Schweizer, Agroscope).

2.2 Cycle de vie et reproduction



Figure 9: Cycle de vie du scarabée japonais (© Magdalena Wey, Agroscope).

Comme tous les insectes, le scarabée japonais a le sang-froid et la température ambiante détermine sa survie, son développement, son cycle de vie ainsi que son taux de reproduction. Elle conditionne également la phénologie, la dynamique de la population et la diffusion de l'espèce (Régnière et al., 2012). Dans la plus grande partie de son aire de distribution naturelle, de même que dans l'aire de diffusion, *P. japonica* produit généralement une génération par année (Figure 9). Dans les régions plus froides – et les années plus froides – le cycle de reproduction peut s'étaler sur deux ans (EPPO, 2016). En Suisse, il est probable que l'espèce achève son cycle de vie en un an dans la plupart des sites de plaine.

Les femelles peuvent s'accoupler plusieurs fois. Elles pondent entre 40 et 60 œufs au cours de l'été, habituellement **dans les herbages humides ou irrigués**. Elles déposent leurs œufs individuellement ou en petit groupes, de préférence dans des sols moyennement humides à très humides. Elles creusent parfois une petite cavité dans les 10 cm supérieurs du sol pour y pondre (Potter & Held, 2002). Les larves éclosent après deux semaines environ et commencent à se nourrir des racines des plantes. Leur activité peut alors modifier la structure du sol (MacLeod et al., 2024). La plupart des larves muent deux fois jusqu'à l'hiver. Elles se retirent ensuite dans les couches plus profondes du sol, jusqu'à 30 cm de profondeur, pour se protéger du froid. Lorsque les températures printanières dépassent 12,8 °C, les larves sortent de leur hibernation (Gilioli et al., 2022) et retournent dans la zone racinaire où elles achèvent leur développement. Au stade prénymphe, les larves tissent un cocon de terre dans lequel a lieu la nymphose. Bien camouflées dans ce cocon, les nymphes sont difficiles à déceler. Après une à deux semaines, les coléoptères adultes éclosent. Les mâles émergent les premiers, tandis que les femelles portent déjà des œufs matures (Régnière et al., 1981). Peu après l'éclosion, les coléoptères commencent à se nourrir des feuilles, des pousses et des fruits d'une multitude de plantes hôtes et ne tardent pas à se reproduire (EPPO, 2016).

En Suisse, dans les régions colonisées, le scarabée japonais se reproduit une fois par année. La durée de vie des adultes est généralement de 4 à 6 semaines. En mai et juin, les adultes commencent à voler et à s'accoupler. La période de vol s'étend de mi-mai à septembre, avec un pic en juillet. Les coléoptères se montrent surtout actifs lorsque les températures se situent entre 20 et 35 °C, que le vent est faible et l'humidité de l'air supérieure à 60 %. La phénologie de *P. japonica* peut être prédite à l'aide de modèles mathématiques (z.B. Régnière et al., 1981; Ebbenga et al., 2022b; Gilioli et al., 2022). Le début de la période de vol est souvent calculé en additionnant les

degrés-jours moyens à partir du 1^{er} janvier, la valeur seuil inférieure étant de 15 °C et la valeur supérieure de 21,7 °C (Ebbenga et al., 2022b). Selon ce modèle, les premiers 10 % des coléoptères adultes sont piégés lorsque la somme de degrés-jours atteint 257 °C. Ces calculs partent en outre du principe que, dans les régions où la somme annuelle de degrés-jours au-dessus de 10 °C est inférieure à 1422 °C, le développement des larves s'étend sur deux ans. En revanche, dans les régions plus chaudes, *P. japonica* peut produire une génération par année.

Des modèles mathématiques pour l'Italie du Nord indiquent également que la structure de la population de *P. japonica* suit un schéma logistique et dessine une courbe sigmoïdale (en forme de S). Cela signifie que la population de scarabées japonais reste assez faible dans les 2–3 ans suivant la première colonisation, ce qui rend difficile la détection précoce du ravageur. Par la suite, la population augmente rapidement dans les habitats favorables et, 4–5 ans après la première détection, certains pièges enregistrent plus de 200 captures journalières. Selon ces modèles de prévision, sans mesures de lutte, la densité maximale de population de *P. japonica* est atteinte 7–8 ans après une colonisation (Gotta et al., 2023).

2.3 Plantes hôtes et symptômes de dégâts

Le spectre de plantes hôtes du scarabée japonais comprend plus de **400 espèces appartenant à 79 familles de plantes** au moins (EPPO, 2016; Tayeh et al., 2023; EPPO, 2024). Il convient toutefois de noter que les coléoptères adultes et les larves se nourrissent de plantes hôtes différentes. Nous aborderons donc dans un premier temps le spectre alimentaire des adultes et les dégâts dont ils sont responsables, et décrirons ensuite les plantes hôtes des larves et leurs dégâts.

2.3.1 Plantes hôtes préférées des adultes

Les plantes hôtes des scarabées japonais adultes comprennent aussi bien des plantes cultivées et des plantes ornementales que des plantes sauvages. Parmi les plantes cultivées les plus touchées figurent la vigne (*Vitis* spp.), les fruitiers à noyau (*Prunus* spp.), les pommiers (*Malus* spp.), les noisetiers (*Corylus avellana*), les mûriers et framboisiers (*Rubus* spp.), les myrtilliers (*Vaccinium* spp.), le maïs (*Zea mays*), le soja (*Glycine max*), le houblon (*Humulus lupulus*), la luzerne (*Medicago sativa*), les haricots (*Phaseolus vulgaris*) et les asperges (*Asparagus officinalis*). De nombreuses plantes ornementales très répandues telles que les rosiers (*Rosa* spp.), les glycines (*Wisteria* spp.) ou les vignes-vierges (*Parthenocissus* spp.) subissent également les attaques des coléoptères adultes. Ceux-ci se nourrissent également du feuillage de ligneux indigènes, en particulier d'érables (*Acer* spp.), de tilleuls (*Tilia* spp.), de peupliers (*Populus* spp.), de chênes (*Quercus* spp.), d'ormes (*Ulmus* spp.), de saules (*Salix* spp.) ou encore de prunelliers (*Prunus spinosa*). Dans les zones d'infestation en Europe, la défoliation a également été observée sur de nombreuses plantes herbacées telles que les orties (*Urtica* spp.), les onagres (*Oenothera* sp.) et les potentilles (*Potentilla* sp.) (EPPO, 2016).

2.3.2 Symptômes causés par les adultes sur des plantes hôtes



Figure 10: Dégâts foliaires sur différentes plantes hôtes (© Mauro Jermini et Patrik Kehrl, Agroscope).

Les dégâts causés par les scarabées japonais adultes sont **facilement observables, mais ne sont pas spécifiques**, d'autres insectes dotés de pièces buccales broyeuses (p. ex. d'autres espèces de scarabéidés, des chrysomèles ou des chenilles de papillons, etc.) ou même des escargots pouvant occasionner des symptômes similaires. Parmi les symptômes révélant la présence d'adultes de *P. japonica* figurent notamment les **dégâts aux feuilles des plantes hôtes** (Figure 10). Lorsque les densités de population sont importantes, les tissus entre les nervures sont parfois entièrement dévorés, ce qui confère aux feuilles un aspect squelettique, seules les nervures demeurantes intactes (squelette vasculaire). Les feuilles fortement endommagées brunissent rapidement et finissent par tomber. Sur les plantes hôtes à feuilles minces et à nervures fines ainsi que sur les pétales de fleurs, les coléoptères dévorent l'ensemble des tissus laissant des trous de forme irrégulière. Ce type de dégâts se retrouve également sur les fruits.

Les coléoptères se rassemblent souvent pour se nourrir et commencent à manger les jeunes feuilles au sommet de la plante, puis descendent progressivement jusqu'aux parties inférieures (EPPO, 2016). Il arrive qu'ils mettent totalement à nu certaines plantes, alors que les plantes voisines ne présentent pratiquement aucun dommage. Les atteintes aux feuilles affaiblissent la plante et peuvent affecter le rendement, tant en termes de quantité que de qualité. Les dégâts aux fruits et aux fleurs peuvent avoir un impact direct sur la valeur marchande de la récolte.

2.3.3 Plantes hôtes préférées des larves

Le spectre de plantes hôtes des larves est moins bien connu, car leur développement se fait sous terre. Il règne ainsi une grande incertitude quant au nombre exact d'espèces végétales sur lesquelles les larves peuvent achever leur cycle de vie. Les racines auxquelles elles s'attaquent dépendent principalement des espèces végétales poussant à proximité immédiate du lieu de ponte. **Dans les herbages, les plantes les plus touchées** sont celles des genres **fétuque** (*Festuca* spp.), **pâturin** (*Poa* spp.) et **ray-grass** (*Lolium* spp.) (EPPO, 2016). Mais il est très probable que les larves s'attaquent également aux racines de nombreuses autres espèces de graminées et, dans certains cas, de plantes herbacées. Les femelles pondent de préférence dans les sols humides, mais non détrempés, et non perturbés. Les prairies et pâturages humides, les pelouses irriguées et autres zones humides constituent donc des sites de ponte idéaux.

2.3.4 Symptômes causés par les larves sur des plantes hôtes



Figure 11: Dégâts causés par les larves du scarabée japonais sur une pelouse jaunissante et clairsemée (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, TI).

Les vers blancs du scarabée japonais s'attaquent aux racines des plantes hôtes. Comme pour les adultes, les symptômes ne sont pas spécifiques. Ils se confondent notamment avec ceux imputables aux larves de hannetons (*Melolontha* spp.). Des plaques décolorées dans le gazon, qui s'agrandissent avec le temps, peuvent trahir la présence de larves de scarabée japonais (Figure 11). Généralement, le gazon commence par se clairsemer, puis il jaunit et flétrit. En cas de stress hydrique, il arrive que la surface dépérisse complètement à la fin de l'été ou au début de l'automne. Lors d'infestations sévères par *P. japonica*, le gazon peut être soulevé et enroulé facilement, car les racines sont complètement désolidarisées des parties aériennes des plantes. Chez les espèces végétales sensibles, les symptômes d'infestation sont visibles à partir de 15 à 20 larves/m² (Crutchfield et al., 1995). En revanche, pour d'autres espèces végétales, aucun symptôme n'est décelable même avec 600 larves/m². En général, les dégâts sont moins visibles lorsque les surfaces sont suffisamment irriguées et fertilisées et que les températures sont basses (Crutchfield et al., 1995).

Des densités importantes de larves dans le sol incitent certains animaux sauvages tels que sangliers, blaireaux ou corneilles, friands de ces vers blancs, à retourner la terre, causant ainsi des dégâts indirects bien visibles (EPPO, 2016). Ces dommages secondaires sont souvent plus importants que ceux occasionnés par les vers blancs. Les prairies et pâturages humides, les terrains de sport et de loisirs irrigués tels que terrains de football et de golf, les hippodromes, les campings, les piscines extérieures, les parcs et jardins, les pépinières ainsi que les parcelles de production de gazon en rouleau et les pâturages irrigués sont particulièrement menacés.

2.4 Antagonistes naturels

La faune des antagonistes naturels du scarabée japonais, dans son aire de distribution asiatique, a été étudiée en détail dans les années 1920, afin d'identifier les espèces susceptibles d'être introduites aux États-Unis pour lutter contre ce ravageur. Sept espèces de parasitoïdes inféodés à *P. japonica* ont été identifiées au Japon, dont cinq espèces de la famille des Tachinidae parasitant exclusivement les coléoptères adultes, ainsi que deux parasitoïdes des larves – de la famille des Tachinidae (diptères), resp. des Scoliidae (hyménoptères) – infestant les vers blancs. Parmi ces parasitoïdes, trois espèces étaient relativement fréquentes, à savoir *Istocheta aldrichi*, *Hamaxia incogrua* et *Prosenia siberita*, la première présentant le taux de parasitisme le plus élevé (Clausen et al., 1927; Clausen et al., 1933). Des fourmis (Formicidae) et des carabes (Carabidae) sont également connus pour être des prédateurs de *P. japonica*, car ils s'alimentent d'œufs et de larves (Terry et al., 1993; Zenger & Gibb, 2001). De plus, diverses espèces aviaires telles que corvidés (*Corvus* spp.), étourneaux (Sturnidae) et mouettes (Laridae) sont des prédatrices aussi bien des coléoptères adultes que des vers blancs. Les taupes (Talpidae), les sangliers (Suidae) et vraisemblablement les blaireaux et les renards se nourrissent également des vers blancs dans le sol (Sim, 1934). Les coléoptères et les larves sont par ailleurs sensibles aux micro-organismes entomopathogènes tels que les champignons des genres *Metarhizium*, *Beauveria* et *Ovavesicula* et les bactéries des genres *Paenibacillus* et *Rickettsia*. Les vers blancs sont également parasités par des nématodes entomopathogènes (= vers ronds) des genres *Steinernema*, *Heterorhabditis* et *Hexameris* (Figure 12) (CABI, 2022).



Figure 12: Ver blanc de scarabée japonais parasité par un nématode du genre *Hexameris* (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

2.5 Présence et distribution

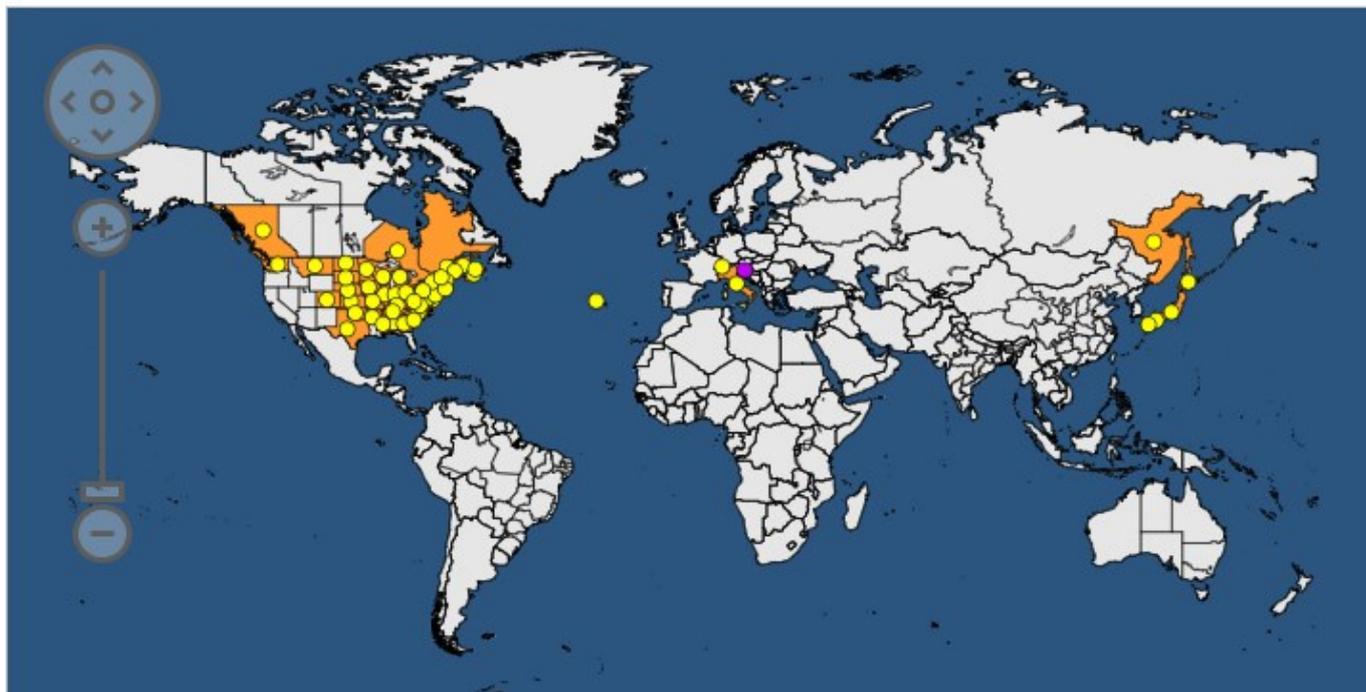


Figure 13: Carte mondiale de la distribution du scarabée japonais. La résolution régionale est imprécise, les différents pays ou États fédéraux étant colorés dans leur entier (© OEPP Global Database, dernière actualisation 7.11.2024, <https://gd.eppo.int/taxon/POPIJA/distribution>).

Le scarabée japonais est **originaire du nord du Japon et des îles Kouriles appartenant à la Russie**. Suite à des introductions anthropiques, l'espèce s'est établie en Amérique du Nord, aux Açores et plus récemment dans le nord de l'Italie, d'où elle a colonisé le sud de la Suisse (Figure 13) (EPPO, 2024). D'autres signalements d'observations de *P. japonica* au Vietnam (2011), au Bhoutan (2015), en Chine et à Taiwan (2020) ainsi qu'en Corée du Sud (2020) n'ont pas été confirmés (Streito & Chartois, 2022), et ce bien que le signalement coréen ait fait l'objet d'une enquête approfondie. Il s'agissait vraisemblablement dans ce cas d'une confusion avec l'espèce proche *Popillia quadriguttata*. De même, les signalements de *P. japonica* rapportés en Chine sont considérés comme invalides ou peu fiables (EPPO, 2016). De manière générale, il est considéré que *P. japonica* peut être présent dans toutes les régions où la température moyenne du sol – à une profondeur de 0,5 à 1 m – se situe entre 17,5 et 27,5 °C en été et ne descend pas en dessous de -9,4 °C en hiver (CABI, 2022). **L'Europe centrale semble donc être particulièrement propice** au ravageur, alors que les pays d'Europe du Nord sont, pour l'instant, moins exposés au risque d'infestation (Borner et al., 2023).

Aux États-Unis, *P. japonica* a été observé pour la première fois en 1916 dans une pépinière du New Jersey. L'espèce est aujourd'hui largement répandue dans tous les États de l'Est, à l'exception de la Floride. Au Canada, en revanche, sa présence se limite aux régions méridionales de l'Ontario et du Québec. Au début des années 1970, *P. japonica* a été identifié pour la première fois sur l'île portugaise de Terceira, dans l'archipel des Açores. Aujourd'hui, l'espèce est présente sur huit des neuf îles des Açores. **Sur le continent européen, la présence du scarabée japonais a été confirmée pour la première fois en 2014**, un foyer ayant été signalé dans le «Parco naturale lombardo della Valle del Ticino», dans le nord de l'Italie. Près de 180 coléoptères adultes ont été collectés sur un tronçon de 2 km près de Turbigo. On ignore de quelle manière l'espèce a été introduite en Italie, mais le site étant situé à proximité immédiate de l'aéroport de Milan Malpensa et d'une base aérienne américaine, il semble probable qu'elle ait été transportée par avion (EPPO, 2016). Cette population s'est depuis répandue dans tout le nord de l'Italie et a atteint la Suisse (TI) trois ans plus tard.

Des scarabées japonais ont été capturés pour la première fois sur sol suisse en 2017 dans la commune frontalière de Stabio, au Tessin. Depuis, le nombre de captures a augmenté de manière fulgurante et la population s'est propagée vers le nord, la zone d'infestation englobant pour la première fois en 2024 des secteurs de la plaine de Magadino. En 2023, pour la première fois également, plusieurs milliers de coléoptères ont été capturés dans le

canton du Valais, sur le versant sud du col du Simplon. On suppose que cette population a migré naturellement depuis le nord de l'Italie. La même année, une petite population isolée a été découverte à Kloten, dans le canton de Zurich. D'autres petites populations isolées ont également été signalées en 2024 dans la région de Bâle, dans les cantons de Soleure et de Schwyz ainsi que dans la région de Brigue-Viège en Valais. Au nord des Alpes, des individus isolés – probablement des «passagers clandestins» transportés d'ailleurs – ont été capturés à plusieurs reprises, depuis 2021, dans des pièges installés dans le cadre de la surveillance du territoire. Des clarifications ultérieures, menées jusqu'à la fin de la saison 2024, ont toutefois démontré qu'il ne s'agissait que de découvertes isolées.

Même si les analyses sur l'origine génétique de l'invasion de scarabées japonais aux États-Unis ne sont pas totalement concluantes, de nombreux éléments désignent le centre ou le nord du Japon comme origine des différentes invasions. Plusieurs lignées japonaises ont ainsi été introduites aux États-Unis au cours des cent dernières années (Nardi et al., 2024). Les données génétiques indiquent que les coléoptères des Açores sont originaires du sud-est de l'Amérique du Nord, alors que ceux d'Italie proviennent du nord-est américain (Strangi et al., 2024). **Les populations des Açores et du nord de l'Italie sont donc très probablement issues de deux introductions indépendantes de *P. japonica*** (Nardi et al., 2024).

2.6 Propagation naturelle

La **plupart des vols de *P. japonica* se font sur des distances inférieures à un kilomètre** (EFSA, 2023). Cependant, aux États-Unis, quelques coléoptères marqués ont été retrouvés jusqu'à 3,2 km du lieu de lâcher (Fleming, 1972), alors qu'en Italie des individus marqués ont volé sur près de 12 km en une journée (Lessio et al., 2022). En Italie, la plupart des coléoptères adultes ont toutefois été capturés après une semaine dans un rayon de 1 à 7 km du lieu d'origine, ce qui corrobore les études américaines (Hamilton, 2003). Aux États-Unis, le ravageur se serait propagé de 3,2 à 24 km par an à partir du lieu d'introduction, alors que la zone infestée aux Açores s'est étendue initialement d'environ 2 km par an (EPPO, 2016). **En Italie, la vitesse de propagation est estimée entre 4,5 à 13,8 km par an**, sachant qu'elle augmente avec l'adéquation du milieu (Gilioli et al., 2024).

2.7 Dissémination par l'homme

Les activités humaines permettent au scarabée japonais de parcourir de longues distances en peu de temps (Borner et al., 2024). **L'un des principaux risques de dissémination des coléoptères adultes vient des personnes rentrant en voiture de zones infestées, véhiculant ainsi des «passagers clandestins», ainsi que des marchandises et des biens importés de ces zones** (Hamilton, 2003; USDA, 2015; EPPO, 2016). Les premières découvertes de *P. japonica* sont donc souvent faites à proximité d'aéroports, de gares, d'aires d'arrêt autoroutières, de terminaux de conteneurs, de ports, de campings ainsi que de centres de distribution de marchandises (Borner et al., 2024). Sporadiquement, des individus ont également été transportés avec le produit de récoltes, p. ex. dans des fruits importés. Le déplacement d'œufs et de larves est en revanche uniquement le fait de transport de terre végétale et de commerce de gazon en rouleau ou de matériel végétal contenant de la terre.

3 Aspects du droit sur la santé des végétaux

La Convention internationale pour la protection des végétaux (CIPV) [RS 0.916.20](#), adoptée en 1951, jette les bases d'une «coopération internationale afin de prévenir et de lutter contre l'introduction et la propagation d'organismes nuisibles aux végétaux et produits végétaux». La CIPV a été signée et ratifiée par 185 parties dans le monde. L'Organisation mondiale du commerce (OMC) la reconnaît en tant qu'organisation internationale compétente pour l'établissement des normes phytosanitaires et l'harmonisation des mesures de protection des végétaux qui concernent le commerce. La santé des végétaux est également réglementée par l'Accord entre la Confédération suisse et la Communauté européenne relatif aux échanges de produits agricoles [RS 0.916.026.81](#). Celui-ci prévoit, entre autres, la création d'un espace unique en matière de santé des végétaux, dans le but de supprimer les obstacles au commerce, tout en préservant la sécurité phytosanitaire. Cela signifie que de nombreuses dispositions et bases juridiques relatives à la santé des végétaux sont très similaires en Suisse et dans l'Union européenne.

Le scarabée japonais est classé parmi les organismes de quarantaine prioritaires tant dans l'Union européenne (EFSA, 2018, 2023) qu'en Suisse (art. 4 de l'ordonnance sur la santé des végétaux du 31 octobre 2018, OSaVé, [SR 916.20](#)). Un organisme de quarantaine est un organisme nuisible particulièrement dangereux susceptible d'entraîner des dommages économiques, sociaux ou environnementaux potentiellement importants dans la zone menacée, bien que l'organisme ne soit pas encore présent dans la zone ou n'y soit pas largement disséminé. C'est pourquoi il est important de prendre des mesures préventives, telles que le contrôle des marchandises aux frontières, afin d'empêcher l'introduction de ces organismes. La surveillance de la situation phytosanitaire, qui implique notamment une surveillance du territoire (art. 18 OSaVé [RS 916.20](#)), est également une mesure importante pour détecter précocement les foyers d'organismes de quarantaine. Si un organisme de quarantaine est découvert, il est soumis à des mesures officielles de lutte. Certains organismes de quarantaine sont classés comme prioritaires, car ils sont susceptibles de causer des dommages particulièrement importants. De plus, tous les organismes de quarantaine sont soumis à une obligation d'annonce et de lutte.

Il existe deux stratégies générales pour lutter contre les organismes de quarantaine:

- La **stratégie d'éradication** (art. 13 OSaVé [RS 916.20](#)) s'applique si l'on découvre l'organisme nuisible à un moment où l'éradication semble encore possible.
- Dans le cas où l'éradication n'est plus possible, c'est la **stratégie d'enrayement** qui s'applique. L'objectif est d'empêcher – ou du moins de ralentir – la propagation de l'organisme de quarantaine. La stratégie d'enrayement vise également à endiguer les dégâts causés par le ravageur (art. 16 OSaVé [RS 916.20](#)).

Si la présence en Suisse d'un organisme de quarantaine est confirmée par un laboratoire désigné par le Service phytosanitaire fédéral (art. 11 OSaVé [RS 916.20](#)), des mesures officielles de lutte doivent être entreprises. L'Office fédéral compétent détermine alors la stratégie et les mesures à adopter, en concertation avec les services cantonaux.

4 Prévention, détection précoce et surveillance

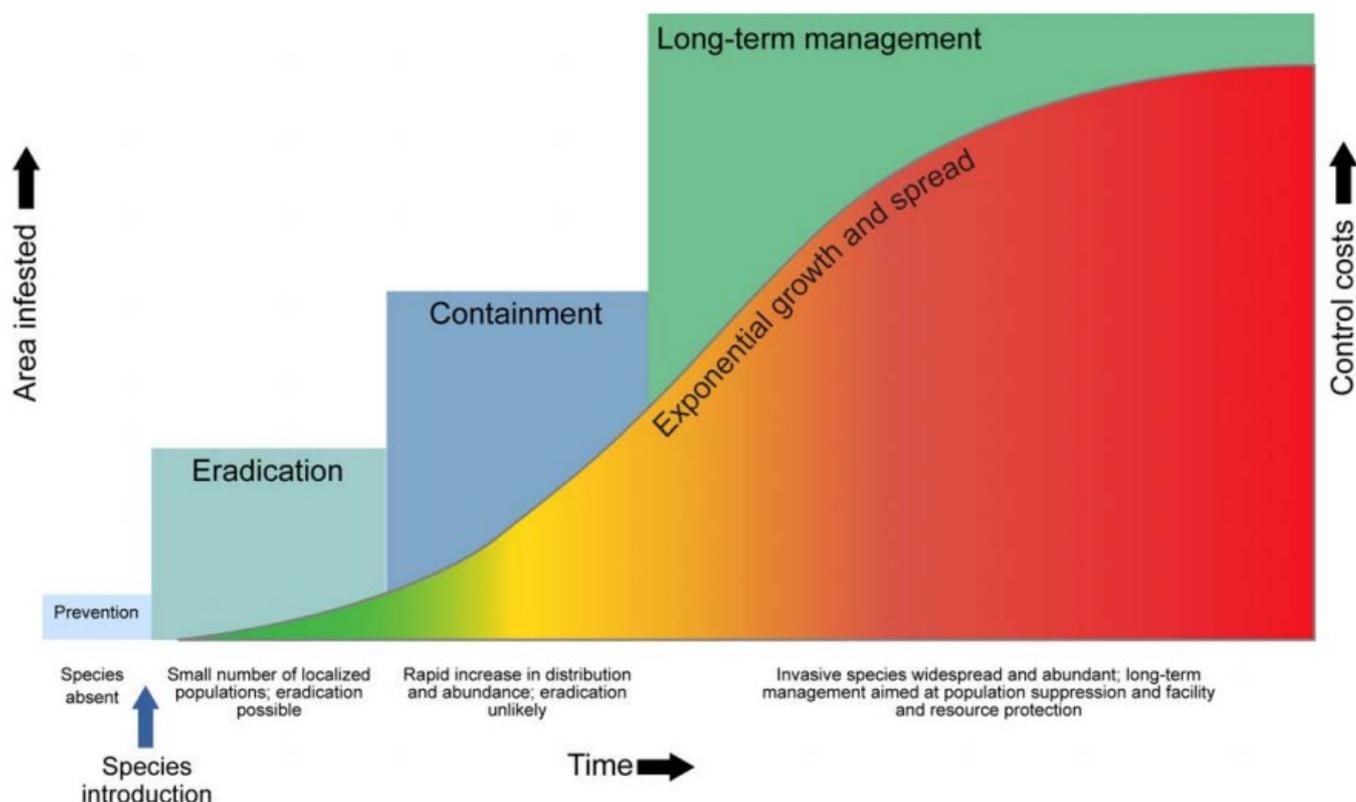


Figure 14: Courbe d'invasion d'un organisme nuisible envahissant, avec dynamique de population et perspectives de lutte (© United States Government Accountability Office (GAO) 2015. AQUATIC INVASIVE SPECIES Additional Steps Could Help Measure Federal Progress in Achieving Strategic Goals. GAO-16-49. <https://www.gao.gov/products/gao-16-49>).

Les bases juridiques permettent la mise à disposition de fonds publics pour l'instauration de mesures contre *P. japonica*. Ces mesures montrent leur efficacité à des moments divers de l'apparition du ravageur. Plus elles sont prises précocement dans le processus d'introduction et de diffusion, plus elles sont intéressantes d'un point de vue économique (Figure 14).

- Absence du ravageur: prévention de l'introduction et surveillance en vue d'une détection précoce.
- Faible nombre d'individus et populations locales: recensement ciblé et monitoring, empêchement de la propagation, mesures d'éradication.
- Croissance de la population: monitoring et empêchement de la propagation, mesures d'enrayement.
- Propagation à vaste échelle et de forte densité: gestion à long terme.

Pour la surveillance et le monitoring (= désignation de la zone soumise à surveillance dans laquelle l'organisme concerné a été détecté), il convient de consulter les normes internationales et de les prendre en compte selon les différentes situations (EPPO, 2016; EFSA, 2020; IPPC, 2021, 2024). Ces normes reflètent l'état des connaissances et le consensus international, notamment en ce qui concerne la méthodologie optimale de surveillance et de diagnostic. Elles permettent une surveillance efficace et autorisent la comparaison à l'échelle internationale.

La **prévention de l'introduction** s'intéresse avant tout aux voies de propagation – qu'il s'agisse de propagation naturelle ou de dissémination anthropique (voir 2.6 Propagation naturelle, 2.7 Dissémination par l'homme et 6.1 Mesures préventives) – et plus encore aux points d'entrée attendus de *P. japonica* en Suisse. En découlent les mesures et activités suivantes, fondées sur les risques:

- Échanges commerciaux: législation assortie de conditions pour certains produits.

- Contrôle des importations: contrôle systématique des marchandises en provenance de pays tiers présentant un risque d'introduction de *P. japonica*.
- Information des particuliers: les particuliers sont légalement tenus d'empêcher la propagation de l'organisme nuisible. La population est régulièrement sensibilisée à la problématique.

La **surveillance en vue d'une détection précoce** (ou **surveillance du territoire**) est coordonnée à l'échelle nationale et fondée sur les risques. Elle s'effectue au moyen de pièges à attractif (voir [4.1 Pièges à phéromones](#)) et se déroule durant la période de vol des adultes et exclusivement dans les zones considérées comme exemptes de *P. japonica*. La mise en œuvre se fait en collaboration entre le Service phytosanitaire fédéral et les cantons, selon les principes de l'EPPO (2016) et de l'EFSA (2023). Les sites qui représentent un risque accru d'introduction du scarabée japonais, soit en raison de sa propagation naturelle, soit en raison d'activités humaines (sites à risque) sont soumis à une surveillance. La circulation des personnes et des marchandises étant l'un des principaux vecteurs de propagation, les sites à risque comprennent, entre autres, les aires d'arrêt autoroutières et les sites favorables au scarabée japonais à proximité des gares, des aéroports, des terminaux/aires de stationnement de camions, des centres de distribution, des aires de transbordement et des centres commerciaux (Borner et al., 2024). En 2024, en Suisse, plus de 250 pièges à phéromones ont été mis en place et régulièrement contrôlés dans le cadre de la détection précoce, dans des zones à risque exemptes de scarabées japonais. La détection précoce ne s'est toutefois pas étendue aux contrôles visuels (voir [4.2 Contrôles visuels](#)) et au prélèvement d'échantillons de sol (voir [4.3 Échantillons de sol](#)). La probabilité de détecter visuellement les coléoptères dans de petites populations est en effet très faible et une telle mesure serait disproportionnée par rapport au temps consacré.

La détection précoce est importante pour lutter rapidement et efficacement contre *P. japonica*. Si le ravageur est découvert avant qu'il ne se soit propagé à vaste échelle, les chances de l'éradiquer augmentent considérablement.

L'enquête de délimitation est une méthode de surveillance qui permet d'établir le plus rapidement possible l'étendue d'une infestation par le scarabée japonais, après que la présence d'un ou de plusieurs individus a été confirmée. Elle fournit les données de base permettant de délimiter la zone dans laquelle des mesures de contrôle appropriées sont ensuite ordonnées et mises en œuvre. En fonction de la période de cycle de vie du ravageur et de la taille estimée de la population, des pièges à phéromones, des inspections visuelles ou des prélèvements d'échantillons de sol sont mis en place. Lors de la sélection des sites destinés à ces contrôles, la zone prise en compte comprend les environs du lieu de découverte et jusqu'à 6 km alentour. La localisation des sites à risque, des voies de circulation et des habitats propices à l'espèce dans cette zone permet une surveillance efficace et fondée sur les risques. Elle nécessite également la prise en compte en tout temps des comportements typiques du scarabée japonais.

Le **monitoring** sert de base pour

- d'éventuelles adaptations de la zone délimitée,
- la surveillance du nombre de coléoptères dans le foyer d'infestation et de la dynamique de leur population,
- la vérification de l'efficacité des mesures,
- la vérification de l'absence d'infestation dans la zone tampon jouxtant directement la zone infestée.

Le monitoring fait appel à toutes les possibilités qu'offre la surveillance du scarabée japonais. Les adultes peuvent être détectés en surface grâce à des contrôles visuels des plantes hôtes ou à des pièges à phéromones. Il est en revanche nécessaire de prélever des échantillons de terre végétale pour trouver les larves, car celles-ci s'y cantonnent exclusivement.

4.1 Pièges à phéromones



Figure 15: Piège à phéromones pour la surveillance des scarabées japonais adultes (© Joana Weibel, Agroscope).

Les pièges à phéromones (Figure 15), **efficaces dans un rayon de plusieurs centaines de mètres, facilitent la détection des scarabées japonais** (EPPO, 2016). Ils attirent les adultes grâce à un attractif contenant la **phéromone sexuelle femelle** ('Japonilure' [(R,Z)-5-(1-décényl)-dihydro-2(3H)-furanone]) **ainsi que des substances végétales sémiochimiques** (= kairomone; phénéthyle propionate + eugénol + géraniol dans un rapport de 3:7:3). **Les pièges attirent aussi bien les coléoptères mâles que femelles**. Attirés par les substances attractives, les coléoptères tombent dans un récipient muni d'un entonnoir et ne peuvent plus en sortir. Même si l'attractif est très efficace, il ne parvient jamais à attirer et capturer tous les coléoptères des environs. Les pièges à phéromones sont installés à des emplacements bien précis en fonction de la situation et de l'objectif visé (détection précoce, délimitation, piégeage de masse). Ils permettent de détecter localement des individus isolés ainsi que de petites populations. Dans le cas de populations établies, ils permettent également de déterminer des aspects de dynamique de population telles que la période de vol et l'évolution de la taille de la population au fil des ans. Comme leur attractivité accroît le risque de propagation du scarabée japonais, ils ne sont mis en place que sur prescription des services cantonaux ou fédéraux compétents. Les coléoptères capturés dans les pièges à phéromones donnent généralement une image représentative de la présence de la population et du rapport entre les sexes (Legault et al., 2024). Les pièges à phéromones constituent donc un instrument fiable pour la surveillance de l'espèce.

Nous indiquons ci-dessous les critères généraux à respecter lors de l'installation d'un piège à attractif. Ces critères se basent sur les recommandations de l'EPPO (2016) et de l'EFSA (2023).

4.1.1 Positionnement des pièges

Le positionnement dans le paysage et la distance entre les pièges sont à adapter selon la situation. On estime de manière générale qu'une **distance inférieure à 200 m** n'est ni appropriée, ni utile, pour mener à bien une surveillance spatiale précise (EPPO, 2016). Les pièges doivent être placés à une distance de 3 à 7,5 m des plantes hôtes afin d'éviter que les coléoptères attirés ne se posent sur les plantes. Idéalement, ils devraient être placés à des endroits exposés au soleil, car l'ensoleillement direct favorise la diffusion de l'attractif et par conséquent son efficacité. Pour permettre une accessibilité optimale, on placera l'entonnoir entre 30 et 60 cm au-dessus du sol dans les herbages ou sous les grands arbres, et à hauteur de plantes pour les espèces hôtes telles que vigne ou rosiers.

4.1.2 Manipulation et contrôle des pièges

L'attractif est efficace pendant 3 mois au plus. Si les pièges restent en place plus longtemps, il est recommandé de remplacer l'attractif juste avant le pic de vol en juillet, afin que les pièges soient le plus efficaces possible. La fréquence à laquelle sont contrôlés les pièges dépend du type de surveillance et de son objectif. Elle dépend également de l'éventuelle urgence à disposer d'informations supplémentaires, lorsque des mesures semblent nécessaires. Généralement, la **surveillance des pièges a lieu pendant la période de vol du scarabée japonais, de mi-mai à septembre**, l'intervalle usuel entre les contrôles étant de deux semaines. La détection précoce nécessite, quant à elle, des contrôles plus rapprochés durant le pic de vol en juillet. Lors de la prospection de délimitation, l'intervalle entre les contrôles est raccourci, car des informations supplémentaires sur la propagation de l'organisme de quarantaine sont nécessaires rapidement. En vertu de l'obligation d'annonce, les services cantonaux compétents communiquent régulièrement les dates de contrôle et les chiffres de capture au Service phytosanitaire fédéral.

4.1.3 Sites de piégeage inappropriés

Les sites forestiers ne se prêtent pas à l'installation de pièges, car la forêt ne constitue pas un habitat optimal pour le scarabée japonais. Le développement des larves n'est pas optimal dans le sol forestier et l'offre en plantes hôtes est limitée (Langford et al., 1940; Tayeh et al., 2023). De plus, la végétation dense diminue l'attractivité des pièges.

Les zones humides sont des sites à haut risque, car elles offrent généralement des conditions idéales pour le développement des larves et n'autorisent que des mesures de lutte limitées. C'est pourquoi on renonce généralement à y placer des pièges à phéromones afin d'éviter d'attirer les coléoptères des environs. Des exceptions sont possibles s'il se confirme que le scarabée japonais est déjà présent dans la zone humide.

4.2 Contrôles visuels

Le contrôle visuel est une inspection ponctuelle, basée sur les risques. Il se fonde sur les recommandations de l'EPPO (2016) et de l'EFSA (2023). En général, la zone à contrôler n'est pas entièrement prospectée, mais on y sélectionne des endroits spécifiques où la probabilité de trouver des scarabées japonais est la plus grande. On procède de cette manière, car il n'est généralement possible de détecter visuellement l'espèce qu'à partir d'une certaine densité d'individus. Si la densité est trop faible, le temps nécessaire aux contrôles visuels s'avère disproportionné.

Les endroits où il est le plus probable que le scarabée japonais puisse être détecté visuellement sont les plantes hôtes préférées situées à proximité immédiate d'un site de découverte, d'un site de ponte idéal ou d'un site à risque. Les sites où il n'est pas possible de poser des pièges ou de prélever des échantillons de sol font également l'objet de contrôles visuels. À l'intérieur des zones boisées, il est inutile de procéder à des contrôles visuels, car aucun scarabée japonais n'y a été observé jusqu'ici.

Lors des contrôles visuels, il est important de prendre en compte les conditions environnementales qui exercent une influence sur l'activité du scarabée japonais. Il faudrait ainsi retenir pour les contrôles les jours ensoleillés et sans vent, afin que les insectes ne s'abritent pas. Lorsque la température est inférieure à 21 °C, l'activité de vol est réduite et les insectes sont donc plus susceptibles de se trouver sur les plantes hôtes (Kreuger & Potter, 2001).

Les dégâts foliaires sont un bon indice pour vérifier si le scarabée japonais est bien présent sur la plante observée ou dans les environs immédiats (voir [2.3.2](#) Symptômes causés par les adultes). Toutefois, **les traces de morsures ne permettent pas à elles seules de conclure à la présence de *P. japonica*, car certains insectes indigènes**

phytophages laissent des traces similaires. On ne peut conclure de manière définitive et certaine à la présence de *P. japonica* que si l'on observe des adultes de l'espèce sur la plante concernée.

4.3 Échantillons de sol



Figure 16: Échantillon de sol destiné à la détection de larves du scarabée japonais (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Comme les scarabées japonais adultes et leurs larves colonisent généralement des habitats différents, il est nécessaire d'identifier les surfaces infestées afin de pouvoir y prendre également des mesures ciblées contre les larves. En raison de leur mode de vie caché, il est très difficile de détecter les larves dans le sol des surfaces herbeuses à un stade juvénile. Cela n'est possible qu'en prélevant des échantillons de sol et en les triant soigneusement, ce qui demande beaucoup de temps et de travail. Il n'existe actuellement aucune alternative fiable à l'échantillonnage de sol. Des recherches portent toutefois sur l'utilisation de chiens renifleurs, capables de détecter les larves de scarabée japonais, ainsi que sur des approches de biologie moléculaire via la détection de matériel génétique dans l'environnement (= ADNe) (Milián-García et al., 2023).

Le prélèvement classique d'échantillons de sol (Figure 16) ne se justifie que si l'on suspecte la présence d'une population importante de larves dans une surface donnée. On ne peut malheureusement pas se fonder sur les dégâts visibles en surface, car ceux-ci n'apparaissent dans la couche herbeuse qu'à partir d'une densité d'une centaine de vers blancs par mètre carré. Toutefois si des symptômes d'infestation sont visibles ou si l'on observe des dommages secondaires tels que des traces de fouissage de sangliers ou des gazons saccagés par les corneilles (voir [2.3.4 Symptômes causés par les larves sur des plantes hôtes](#)), cela vaut la peine de rechercher spécifiquement les vers blancs et de prélever des échantillons de sol. De même, des concentrations importantes de coléoptères adultes sur les plantes hôtes peuvent indiquer la présence de sites de développement larvaire à proximité.

La collecte d'échantillons sur une surface peut se faire de manière aléatoire ou le long de transects. On privilégiera les secteurs situés en bordure (p. ex. les haies proches qui ont pu attirer les adultes) et les secteurs humides (mais

non détremés) des prairies pour le prélèvement d'échantillons, car c'est dans ces secteurs que la probabilité de trouver des larves est la plus élevée.

Comme les larves fraîchement écloses sont difficiles à déceler, on planifiera la date de l'échantillonnage de manière à ce que la majeure partie de la population de vers blancs ait atteint au moins le deuxième, voire le troisième stade larvaire. Tant que le sol ne s'est pas refroidi avec l'arrivée de l'hiver, on trouve encore des larves dans la couche supérieure du sol. Au printemps, il ne faut pas attendre que les larves se soient nymphosées pour prospecter, car les nymphes sont entourées d'un cocon de terre qu'il est très difficile de distinguer du substrat environnant. La période idéale pour prospecter se situe donc avant l'hiver, de la mi-septembre jusqu'à l'arrivée du froid, et au printemps suivant, entre mars et avril.

La méthode de prélèvement des échantillons est très simple: on découpe à la bêche un carré d'environ 20 cm de côté et 20 cm de profondeur que l'on dépose sur une bâche en plastique. On fouille ensuite soigneusement à la main tout d'abord la couche herbeuse, puis la terre déblayée. Les vers blancs trouvés sont collectés et passés pendant environ 10 minutes dans de l'eau bouillante (réchaud de camping). Cette étape empêche que les larves noircissent après leur mort. Le motif en forme de V des soies, caractéristique de l'espèce, demeure ainsi plus visible (Figure 5b). Les larves peuvent ensuite être conservées dans de l'alcool à 70 degrés avant d'être identifiées.

Il est théoriquement possible de déterminer au moyen de méthodes statistiques (IPPC, 2008) le nombre d'échantillons de sol à prélever par unité de surface pour détecter une population de larves. Dans la pratique, ces recommandations sont souvent inapplicables, car elles nécessiteraient plusieurs centaines, voire des milliers d'échantillons selon la surface. En règle générale, il suffit d'une cinquantaine d'échantillons, pour une surface équivalant à un terrain de football, pour trouver des larves sur une surface moyennement infestée (où env. 5 % de la surface présente des dégâts larvaires). Des milliers de prélèvements seraient en revanche nécessaires en cas de très faible infestation (0,1 %). C'est pourquoi, comme mentionné précédemment, cela ne fait pas de sens de rechercher des vers blancs si l'on s'attend à un faible taux d'infestation, comme c'est le cas pour les petites populations peu après l'introduction. On parle d'une infestation sévère à partir de 250 à 500 larves par m²: un prélèvement de 20x20x20 cm permet ainsi de mettre au jour 10 à 20 larves environ.

4.4 Sensibilisation du public

Il est relativement aisé pour un public bien informé – agriculteurs ou passionnés de nature, entre autres – de différencier les scarabées japonais adultes des autres espèces indigènes (voir 2.1.5 Espèces de coléoptères indigènes proches). Ainsi, la première apparition en Europe continentale, dans le «Parco naturale lombardo della Valle del Ticino», a-t-elle été rapportée par un naturaliste amateur (EPPO, 2016). Il est donc important de sensibiliser ces groupes à la problématique du scarabée japonais, afin de pouvoir détecter rapidement d'éventuelles apparitions. L'expérience acquise aux États-Unis montre que la mise sur pied et le déroulement d'une campagne de sensibilisation du public sont d'une importance cruciale pour le succès des programmes d'éradication (USDA, 2015). Les mesures de sensibilisation (Figure 17) devraient s'adresser en particulier aux personnes qui sont amenées à manipuler des plantes et des produits végétaux, ainsi qu'aux autorités et aux groupes d'intérêts responsables de zones ou d'habitats à risque tels que les pépinières, les terrains de sport et de golf, les parcs et les points d'entrée ou de sortie d'un territoire. La sensibilisation peut prendre diverses formes: articles dans des revues spécialisées, informations sur internet, applications mobiles, ateliers destinés aux agriculteurs, propriétaires fonciers, jardiniers, entomologistes amateurs, etc. Des fiches d'informations illustrées peuvent également être mises à disposition pour faciliter la reconnaissance et l'identification du scarabée japonais.

Ce travail de sensibilisation a également pour but de renseigner sur l'autorité à informer lors d'éventuelles découvertes. Toute personne qui constate la présence de scarabées japonais en dehors de zones infestées est tenue **d'annoncer sans délai son observation au [service cantonal compétent](#), en joignant si possible une photo.**



Aidez-nous à préserver la Suisse du scarabée japonais !

Scarabée japonais (*Popillia japonica*)
Un insecte qui menace les espaces verts, les forêts et les cultures

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'agriculture OFAG
Office fédéral de l'environnement OFEV
Service phytosanitaire fédéral SPF

MERCI!

Figure 17: Flyer de l'Office fédéral de l'agriculture sur le scarabée japonais.

5 Dommages économiques et cultures menacées



Figure 18: Rose infestée par des scarabées japonais (© Tanja Graf, Agroscope).

Les vers blancs et les scarabées japonais adultes peuvent entraîner des dommages économiques considérables aux plantes cultivées et aux plantes ornementales. L'Union européenne a classé le scarabée japonais comme deuxième organisme de quarantaine le plus préoccupant pour les plantes cultivées indigènes, derrière *Xylella fastidiosa* (Sanchez et al., 2019). Les dommages primaires sont le fait des coléoptères adultes qui se nourrissent de feuilles, de fleurs et de fruits. En Suisse, les plantes cultivées les plus menacées sont probablement la vigne, les fruits à pépins et à noyaux, les différentes sortes de baies, ainsi que le maïs, le soja, le houblon, les haricots et les asperges. Mais les adultes s'attaquent également aux plantes ornementales telles que rosiers (Figure 18), glycines et vignes vierges. Les estimations du potentiel de nuisance sont de manière générale entachées d'incertitude.

Les vers blancs se nourrissant de préférence des racines de graminées dans les prairies et pâturages humides ainsi que dans les pelouses irriguées, le scarabée japonais est aujourd'hui le ravageur des pelouses le plus répandu aux États-Unis. Cependant, les larves s'attaquent également aux racines de maïs, de soja ou de fraisiers, ce qui peut entraîner des pertes de récolte, voire la mort des plantes.

Aux États-Unis, on estime à plus de 460 millions de dollars les coûts annuels de la lutte contre les vers blancs et les adultes. Les coûts dus aux seuls vers blancs s'élèvent à 234 millions de dollars par an, dont un tiers environ est consacré à la lutte contre le ravageur et le reste au remplacement des pelouses endommagées (USDA, 2015). Sans mesures efficaces, Sanchez et al. (2019) estiment à 2,4 milliards d'euros le potentiel de dommages agronomiques annuels du scarabée japonais en cas d'infestation à l'échelle européenne. Straubinger et al. (2022) prédisent quant à eux une perte de 30 millions à 7,8 milliards d'euros pour les cultures telles que le maïs, le soja, les pommes, les pêches, les cerises et les raisins, selon les scénarios les plus optimistes et les plus pessimistes. Les pays viticoles

comme la France et l'Italie sont particulièrement concernés. Pour la Suisse, l'Office fédéral de l'agriculture a pronostiqué en 2019, sur la base d'avis d'experts, des pertes annuelles de rendement imputables au scarabée japonais de l'ordre de dizaines, voire de centaines de millions de francs suisses.

Nous évaluons dans les chapitres suivants le potentiel de dommages pour les différentes branches de production, en rappelant une fois de plus que les **cultures situées à proximité de sites de développement larvaire sont les plus menacées par les dégâts des coléoptères adultes**.

5.1 Terrains de sport et autres pelouses



Figure 19: Terrain de sport a) infesté par des vers blancs de scarabée japonais et b) dont émergent des adultes (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, TI).

Les dégâts aux pelouses (Figure 19) sont exclusivement le fait des vers blancs qui se nourrissent de préférence des racines de graminées. Les femelles privilégient pour déposer leurs œufs les surfaces au sous-sol humide où les larves ont davantage de chance de survivre (Potter et al., 1996). C'est pourquoi les pelouses irriguées des installations sportives, les terrains de golf, les parcs et les jardins privés peuvent abriter des populations particulièrement importantes de vers blancs. Les dégâts à ces surfaces sont loin d'être un phénomène marginal et ont un impact économique considérable. Rien qu'aux États-Unis, les coûts de remplacement des pelouses infestées s'élèvent à plus de 150 millions de dollars par année (USDA, 2015).

On distingue deux formes de dégâts. Dans un premier temps, les vers blancs du scarabée japonais endommagent directement le gazon en dévorant les racines. Lorsque la densité de population est élevée, des taches jaunes apparaissent dans le gazon, puis des «nids» se forment, constitués d'une couche herbeuse brune et sèche (Potter, 1998). Sous nos latitudes, le hanneton horticole est responsable de dégâts similaires, notamment aux terrains de golf (Strasser et al., 2005). Dans un deuxième temps, les corneilles, les sangliers, les blaireaux ou encore les renards, très friands de vers blancs, sont responsables de **dégâts secondaires**. Il y a près d'un siècle déjà, on a observé que ces **dégâts liés au fouissage des prédateurs pouvaient être bien plus importants que les dégâts primaires des vers blancs** (Sim, 1934).

Les dégâts aux pelouses sont avant tout d'ordre esthétique, mais la remise en état des surfaces endommagées engendre des coûts élevés. De plus, le sol inégal et le manque de stabilité de la couche herbeuse sur les terrains de sport augmentent le risque d'accidents (Potter, 2003). Il ne faut pas non plus sous-estimer le fait que les pelouses infestées peuvent devenir d'importants sites de développement larvaire de ce ravageur envahissant, notamment lors de mesures d'éradication et d'enrayement.

5.2 Grandes cultures



Figure 20: Infestation de scarabées japonais sur a) du maïs et b) du soja (© Giselher Grabenweger et Tanja Graf, Agroscope).

On trouve parfois des scarabées japonais en grand nombre dans les grandes cultures (Figure 20), notamment dans le maïs ou le soja. Leurs vers blancs peuvent infester les racines de maïs, mais ils se concentrent généralement dans les zones envahies d'adventices en bordure de champ (Figure 20a). Dans des cas isolés, les dégâts aux racines entraînent un renversement des plantes, en cou de cygne, sans que cela ait une incidence économique. Dans les zones sévèrement infestées, on observe également des agglutinations de coléoptères adultes à l'extrémité des épis. Lorsque la floraison coïncide avec le vol des coléoptères, ceux-ci peuvent s'attaquer aux barbes de maïs et ainsi affecter la pollinisation des épis (Fleming, 1972; Edwards, 1999). **Des études plus récentes ont toutefois démontré que les dommages ont été surestimés dans les études antérieures et qu'une incidence économique n'est généralement à craindre que si les dégâts aux barbes de maïs se conjuguent à d'autres facteurs tels que le stress thermique ou hydrique (Edwards, 1999).**

Aux États-Unis, le soja est l'une des principales grandes cultures et le scarabée japonais y est un ravageur fréquent (Hammond, 1994). Cependant, comme pour le maïs, on estime aujourd'hui que les dommages au soja attribués à l'espèce ont été surestimés dans les études antérieures. Le seuil de tolérance économique n'est généralement atteint que lorsque son apparition coïncide avec celle d'autres insectes nuisibles (Ribeiro et al., 2022). Ce seuil de tolérance peut également être atteint dans des cas isolés, lorsque les feuilles sont fortement endommagées avant même la récolte des fèves de soja (Shanovich et al., 2019).

5.3 Cultures maraîchères



Figure 21: Scarabée japonais sur une feuille d'aubergine (© Luca Jelmini, Servizio fitosanitario cantonale, TI).

Parmi les plantes hôtes du scarabée japonais figurent diverses sortes de légumes (Fleming, 1972; EFSA, 2023). Les principales sont les haricots, le maïs doux, les tomates, les aubergines (Figure 21), les asperges et les rhubarbes (Regione Piemonte, 2019; Tayeh et al., 2023; EPPO, 2024). Selon Tayeh et al. (2023), lorsque les coléoptères adultes sont très présents, ils constituent également une menace pour les choux, les pois, les carottes, les melons, les courges, les concombres, les céleris et les endives. **La multitude de cultures ainsi que leur mode de production en petites parcelles dans des types de paysages les plus divers rendent particulièrement difficile, dans ce domaine, l'évaluation du potentiel de nuisance réel du scarabée japonais aujourd'hui.**

Les adultes endommagent les plantes en s'attaquant aux feuilles. Les dégâts foliaires affaiblissent les plantes, inhibent leur croissance et les rendent impropres à la commercialisation. S'il n'est pas rentable d'effectuer un tri, il arrive que des surfaces entières soient perdues, ce qui se traduit par des pertes économiques importantes. De plus, ni les commerçants, ni les consommateurs ne tolèrent la présence de coléoptères sur les légumes. Les résidus d'organismes animaux sont également un problème majeur, notamment pour les légumes transformés tels que les épinards ou les petits pois, car les machines de récolte ne sont pas capables de détecter et de trier les coléoptères, pas plus que celles qui interviennent lors des étapes de transformation en aval.

Bien que les femelles privilégient pour la ponte les surfaces herbagères humides et ensoleillées (Potter & Held, 2002), les cultures maraîchères irriguées, au sol meuble, peuvent également être attractives pendant les mois d'été secs. (Fleming, 1972). Le choix du lieu de ponte déterminant la source de nourriture pour les larves sédentaires, celles-ci s'attaquent ainsi aux racines des légumes. Les dégâts infligés aux racines peuvent entraîner la mort des plantes et un éclaircissement du peuplement végétal. En raison du mode de vie caché des larves, il y a un risque que leur présence ne soit découverte que lorsque la culture est déjà fortement endommagée et que les mesures n'ont plus aucun effet (Fleming, 1972). Les dégâts aux légumes-racines entraînent une baisse de qualité et la perte de valeur marchande de la récolte.

5.4 Cultures fruitières



Figure 22: Prunes infestées de scarabées japonais (© a) Tanja Graf, Agroscope, b) Giovanni Dal Zotto, Università di Verona).

La plupart des espèces fruitières cultivées en Suisse sont des plantes hôtes de *P. japonica*. Pommiers, abricotiers, cerisiers, pruniers (Figure 22), pêchers ou encore noisetiers peuvent, dans une très large mesure, être infestés par les coléoptères adultes (Fleming, 1972; Regione Piemonte, 2019; Shanovich et al., 2021). L'espèce peut également s'attaquer aux cognassiers et aux châtaigniers (Fleming et al., 1934). Les poiriers semblent moins convenir à *P. japonica*, car des infestations par les adultes n'y sont observées que sporadiquement (Fleming, 1972). Une réduction de la masse foliaire – pouvant atteindre 50 % en cas d'infestation sévère – perturbe en outre la croissance des pousses sur la plante hôte, l'année suivante (Fleming, 1972). Dans les vergers, le scarabée japonais s'attaque en premier lieu au feuillage, mais lorsque la densité de population est élevée, il peut également endommager les fruits (Fleming et al., 1934; Hawley & Metzger, 1940). Bien qu'une étude menée par Pires et Koch (2020) sur la variété de pomme SweetTango ait montré que les coléoptères ne s'attaquent pas aux fruits dont l'épiderme est intact, des dommages ponctuels ont néanmoins été observés sur des pommes aux États-Unis (Fleming et al., 1934; Hawley & Metzger, 1940). Généralement, les scarabées japonais adultes s'attaquent de préférence aux fruits mûrs ou abîmés (Smith, 1923; Fleming et al., 1934).

L'EFSA estime que le potentiel de dommages économiques sur les fruits à noyau peut représenter jusqu'à 20 % des pertes de récolte si les conditions suivantes sont réunies: densité de population élevée, longue période de vol, utilisation limitée de filets anti-insectes, disponibilité limitée de produits phytosanitaires efficaces (EFSA, 2023). Sur la base de l'expérience acquise aux États-Unis et en Italie, et en tenant compte des pratiques agricoles (récolte précoce), on estime les pertes de récolte à 5 % dans les régions européennes de culture de fruits à noyau (Korycinska & Baker, 2017; EFSA, 2023). En Suisse, (Straubinger et al., 2022) estiment, en l'absence de mesures, à 2,3 millions de francs suisses le potentiel de dommages annuels de *P. japonica* en pomiculture et à 140 000 francs en cerisiculture. Selon nous, il est toutefois possible que le potentiel de dommages soit sous-estimé pour les cerises et surestimé pour les pommes, car nous définissons différemment de Straubinger et al. (2022) les périodes de maturation des cultures fruitières menacées et la période de vol principale du scarabée japonais. De manière générale, on peut partir du principe qu'en Suisse la maturation et la récolte des cerises, des abricots et des variétés précoces de prunes coïncident avec la période de vol principale du scarabée japonais, ce qui les rend particulièrement vulnérables aux dégâts de récolte. La période de maturation des pommes, en revanche, se situe probablement en dehors de la phase de vol principale. On peut par conséquent supposer que les vergers – notamment d'abricotiers, de cerisiers non protégés par des filets et de pruniers précoces – soient exposés à un risque d'infestation et de dommages aux fruits. Selon nos estimations, les dommages directs aux pommes, aux poires, aux noisettes, aux coings ou aux châtaignes devraient être rares. En revanche, dans ces cultures, la masse foliaire pourrait être dans certains cas fortement affectée.

Jusqu'ici, la littérature scientifique ne fait état d'aucun indice suggérant que des vers blancs de scarabée japonais se soient développés en masse dans le sol de vergers et y aient provoqué des dommages directs. Nous estimons par conséquent que les vergers qui ne se situent pas à proximité de sites de développement larvaire de *P. japonica* sont exposés à un faible risque.

5.5 Cultures de baies

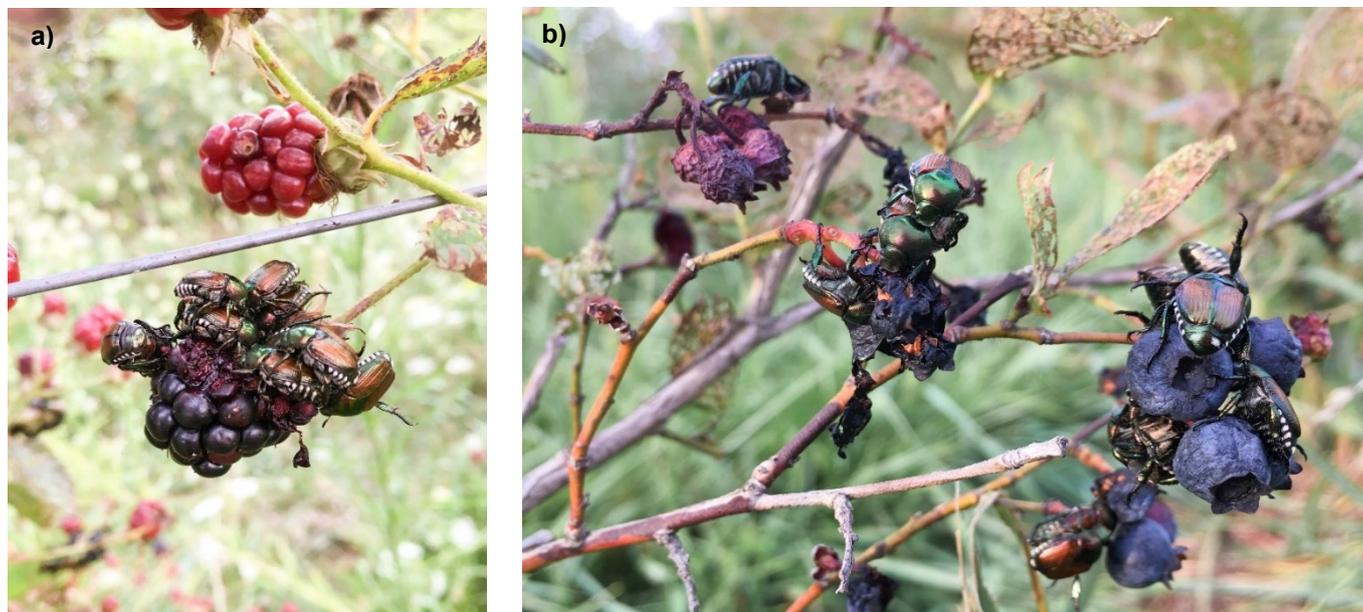


Figure 23: a) Mûres et b) myrtilles infestées par des scarabées japonais (© Tanja Graf, Agroscope).

Le scarabée japonais peut infliger d'importants dommages aux baies telles que fraises, framboises, mûres et myrtilles (Figure 23). Les coléoptères adultes se nourrissent de feuilles et de fruits, ce qui perturbe la photosynthèse et peut fortement réduire la part de fruits commercialisables. La consommation des baies mûres est particulièrement problématique, car elle affecte non seulement le rendement mais également la qualité des fruits, ce qui se traduit par des pertes de marché. Dans les cultures fortement infestées, la récolte est souvent complètement perdue, car les fruits endommagés ne peuvent plus être commercialisés (Burkness et al., 2022). Dans les régions où la production de baies est intensive et la pression d'infestation forte, de tels dommages peuvent être dévastateurs sur le plan économique pour les agriculteurs et agricultrices, car la culture est souvent axée sur des normes de qualité élevées et les pertes ne peuvent que difficilement être compensées. La récolte devient aussi plus astreignante, les fruits endommagés devant être séparés des fruits intacts. L'élimination manuelle des coléoptères, combinée à des mesures de contrôle coûteuses, représente une charge structurelle supplémentaire et entraîne une augmentation des coûts de production.

La période de vol du scarabée japonais coïncide avec la période de récolte de nombreuses espèces de baies (Bushway et al., 2008; Burkness et al., 2020). **Durant cette phase, les coléoptères adultes peuvent apparaître en masse et provoquer des dégâts importants dans les champs.** Si l'on tient compte des mesures de protection telles que la mise sous filets ou les traitements phytosanitaires, la perte potentielle de récolte dans les cultures de baies pourrait se monter à 15 % (Santoiemma et al., 2021; EFSA, 2023).

5.6 Viticulture



Figure 24: Vigne infestée de scarabées japonais (© Tanja Graf et Joana Weibel, Agroscope).

La vigne (*Vitis vinifera* L.) est l'une des plantes hôtes préférées du scarabée japonais (Klein, 2022). Entre juin et juillet, on peut observer des coléoptères adultes en grand nombre dans les vignobles italiens infestés (Figure 24). Dans le Piémont, on a recensé jusqu'à 200 à 300 scarabées japonais par cep de vigne, avec des pics de plus de 1000 adultes (Bosio et al., 2022). Le potentiel de dommages pour la viticulture italienne est estimé à près de 50 millions d'euros par an, ce qui correspond à 75 % environ des dommages totaux à l'échelle du pays (Straubinger et al., 2022). Une enquête socio-économique menée auprès de viticultrices et viticulteurs italiens a montré que les personnes interrogées s'attendent à des coûts d'exploitation plus élevés et estiment que si l'insecte poursuit sa propagation, des pertes de rendement et de qualité – même modérées – seront à déplorer dans une majorité de parcelles (Straubinger et al., 2023). On estime qu'une infestation par le scarabée japonais entraînerait une baisse annuelle du revenu net d'environ 2727 euros par hectare, dont 1715 euros pour l'augmentation des coûts de main-d'œuvre et le reste pour la perte de rendement (966 euros) et les traitements phytosanitaires supplémentaires (47 euros). Même si l'exploitation pourra se poursuivre dans la plupart des vignobles, les personnes interrogées estiment qu'elle pourrait être abandonnée, pour des raisons économiques, dans plus d'un quart des parcelles. Cependant, l'enquête a également révélé que les viticultrices et viticulteurs concernés estiment leurs vignes plus résistantes que celles et ceux dont les parcelles ne sont pas touchées (Straubinger et al., 2023).

Aux États-Unis, la période de vol principale du scarabée japonais coïncide avec la véraison (changement de couleur des grains) (BBCH 83). Dans les vignobles les plus touchés, la surface foliaire peut être réduite d'environ 50 % (Hammons et al., 2010a). Une faible défoliation, jusqu'à 6,5 %, n'a pas d'effet direct sur la croissance des sarments, le rendement ou la qualité du raisin (Boucher & Pfeiffer, 1989). Sur de jeunes plants cultivés en pot et sous cage, une forte défoliation a toutefois réduit l'assimilation du carbone par la vigne ainsi que celle des solides solubles dans les raisins, tout en augmentant l'acidité titrable du moût pressé (Boucher & Pfeiffer, 1989; Mercader & Isaacs, 2003b). La défoliation diminue en outre la résistance au froid des ceps nouvellement plantés (Hammons et al., 2010b). On observe également des différences variétales dans la sensibilité des jeunes ceps à la défoliation par le scarabée japonais (Gu & Pomper, 2008; Hammons et al., 2010a). Gu & Pomper (2008) ont testé 32 cépages de différentes espèces de *Vitis* et ont constaté que les variétés hybrides européennes et françaises présentaient des dommages foliaires plus importants que les variétés américaines ou que les variétés américaines issues de croisement avec *V. labrusca*. De même, dans l'étude de Hammons et al. (2010a), les jeunes ceps de certains cépages présentaient une croissance réduite, un nombre de grappes plus faible et moins de baies par grappe, ainsi qu'un retard dans l'augmentation du taux de sucre et du pH. Dans le même temps, des jeunes ceps d'autres cépages n'ont que peu ou pas réagi aux dégâts foliaires causés par le scarabée japonais. Dans l'ensemble, les jeunes ceps de toutes les

variétés testées ont toléré un taux de défoliation allant jusqu'à 20 % (Hammons et al., 2010a). Mercader & Isaacs (2003a) sont également arrivés à la conclusion que les jeunes ceps de *V. labrusca* du cultivar Niagara peuvent supporter les dégâts foliaires de quarante scarabées japonais pendant deux semaines. Dans le vignoble également, les dégâts foliaires sur les ceps adultes augmentent avec le nombre de scarabées japonais et peuvent avoir une influence négative sur la teneur en sucre, le pH, l'acidité titrable ainsi que la teneur en phénols (Ebbenga et al., 2022a). Il faut toutefois souligner que lors de cet essai mené sur des ceps de 6–7 ans du cultivar Frontenac, au cours duquel différentes densités de scarabées japonais ont été enfermées sous filets à partir du stade BBCH 75 (= baies de la taille d'un petit pois) et jusqu'à la vendange, la qualité des raisins dans le vignoble n'a pas été différente de celle du contrôle sans coléoptères enfermés. Quant à l'infestation naturelle, bien que déjà conséquente avec onze coléoptères par cep, elle n'a jamais atteint la pression d'infestation créée dans les variantes testées (Ebbenga et al., 2022a). Une autre étude (Henden & Guédot, 2022) menée dans le Wisconsin a montré que les vignobles situés à proximité de pâturages présentaient des densités de coléoptères plus élevées que ceux entourés de grandes cultures. En outre, les scarabées adultes étaient nettement plus nombreux et les dégâts foliaires plus importants en bordure de vignobles qu'au centre.

Le scarabée japonais en s'attaquant au tissu foliaire ne laisse souvent que le squelette des feuilles, allant parfois jusqu'à dévorer entièrement les feuilles de certains cépages. Les grains, souvent encore immatures, ne sont par contre que rarement attaqués (Pfeiffer, 2012). Toutefois, lorsque cela se produit, les grappes abîmées peuvent attirer d'autres ravageurs tels que les guêpes (Hammons et al., 2009). Les coléoptères adultes s'attaquent tout d'abord aux jeunes feuilles situées au sommet du cep. Les dégâts foliaires sont donc plus importants dans la partie supérieure (Gu & Pomper, 2008; Pfeiffer, 2012). Bien que les ceps adultes tolèrent un certain degré de défoliation, les jeunes ceps sont plus susceptibles d'être entièrement défoliés et devraient par conséquent être protégés, par exemple au moyen de cylindres en plastique (Pfeiffer, 2012). De manière générale, on peut partir du principe qu'en Suisse, **les vignobles et plus particulièrement les jeunes plantations situées à proximité de sites de développement larvaire**, tels que les terrains de sport et les golfs irrigués, les prairies et pâturages humides, **sont les plus menacés** et que *P. japonica* risque d'y provoquer les plus gros dégâts. Quoi qu'il en soit, la littérature scientifique ne fait pas état jusqu'ici de cas où des vers blancs de scarabée japonais se seraient développés également dans le sol de vignobles.

6 Mesures de lutte

Nous décrivons dans les chapitres suivants les mesures applicables dans le cadre de la lutte obligatoire contre le scarabée japonais. Afin d'offrir un tableau le plus complet possible, nous y présentons également les mesures de contrôle mises en œuvre pour limiter les dommages de *P. japonica* dans d'autres régions du monde où le ravageur est présent depuis longtemps. Les mesures décrites se fondent en grande partie sur des expériences et données bibliographiques recueillies à l'étranger, notamment aux États-Unis. Viennent les compléter les résultats d'études européennes récentes, toutes menées dans des zones infestées du nord de l'Italie ou du sud de la Suisse, ainsi que dans des laboratoires de quarantaine (p. ex. IPM-Popillia, www.popillia.eu).

Pour parvenir à éradiquer ou à enrayer efficacement le scarabée japonais ou pour instaurer une lutte régulière, il est nécessaire de combiner différentes mesures de protection des plantes, mécaniques, physiques, biologiques, biotechniques et chimiques. Le scarabée japonais se reproduisant souvent dans des habitats qui ne sont pas des surfaces agricoles – notamment des espaces de loisirs, des jardins publics, des terrains de sport, mais aussi des lisières de forêt, des zones alluviales ou encore des zones résidentielles dotées de jardins privés – une approche de lutte intégrée est également indispensable. Il s'agira, selon la situation, de coordonner les méthodes envisageables afin de déployer une stratégie de lutte acceptable tant pour la société que pour l'économie et l'environnement. Une approche intégrée de la lutte est généralement nécessaire, car toutes les mesures individuelles connues n'ont qu'un rendement limité et ne sont jamais efficaces à 100 %.

Afin d'éviter tout malentendu, il convient de rappeler ici que les décisions des autorités visant à éradiquer ou à enrayer le scarabée japonais sont contraignantes. Nombre des mesures décrites ci-dessous sont mises en œuvre dans le cadre de stratégies officielles d'éradication et d'enrayement, en particulier celles dont l'efficacité est attestée depuis longtemps. D'autres méthodes de lutte, dont certaines sont encore en cours de développement, ne sont toutefois pas adaptées à l'exécution au sens du droit sur la santé des végétaux. Nous souhaitons néanmoins les présenter ici, car elles font partie de stratégies intégrées de protection des végétaux mises en œuvre dans d'autres pays et pourraient présenter un intérêt pour la Suisse dans le futur.

6.1 Mesures préventives

La première mesure préventive, et la plus importante, est d'empêcher l'introduction et la propagation de scarabées japonais. L'introduction de coléoptères adultes peut se faire par l'intermédiaire de personnes véhiculant ces «passagers clandestins» au retour de zones infestées ou par le transport de marchandises importées de ces zones. Le risque de diffuser des œufs ou des vers blancs est quant à lui exclusivement lié au transport de terre végétale ou au commerce interrégional de gazon en rouleau, de plantes en pot ou de matériel végétal contenant de la terre (Gotta et al., 2023). Il est par conséquent important de respecter les obligations légales (voir [3. Aspects du droit sur la santé des végétaux](#) et [4. Prévention, détection précoce et surveillance](#)), de mettre en œuvre les recommandations de la Confédération et des cantons, de se montrer vigilant et prudent lors de l'entrée en Suisse en provenance de zones infestées et lors de l'achat de matériel végétal à risque. Une mesure efficace est de renoncer à tout achat ou transport de matériel végétal provenant de régions infestées ou, tout au moins, à n'importer que du matériel végétal certifié par un passeport phytosanitaire. Les mesures de la décision de portée générale visant à prévenir la propagation de *P. japonica* ([BBI 2024 2951](#)) s'appliquent en principe pour empêcher la dissémination. Elles comprennent des mesures relatives à l'utilisation du compost ainsi qu'au déplacement de matériel végétal provenant de travaux d'entretien de végétaux, de véhicules et équipements utilisés pour le travail du sol, de terre provenant de la couche superficielle du sol jusqu'à une profondeur de 30 cm, de végétaux racinés dans la terre ou dans un substrat et de gazon en rouleau.



Figure 25: Plantes en pot munies d'une couche de protection contre les pontes de scarabée japonais (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, TI).

Si cela n'a pas déjà été ordonné par les autorités compétentes, il serait judicieux de **renoncer à arroser les surfaces herbagères dans les zones infestées pendant la période de vol du scarabée japonais**. Les femelles pondent de préférence dans les surfaces herbagères humides (Allsopp et al., 1992), telles que les gazons régulièrement arrosés des jardins, parcs et terrains de sport, cette mesure simple suffit à les rendre moins attractives et permet par conséquent de réduire la densité des vers blancs dans le sol. Une fertilisation et un arrosage ciblés après la période de vol (Crutchfield et al., 1995) permettent de compenser totalement, ou au moins partiellement, les dommages aux pelouses dus à la sécheresse estivale. Dans les zones infestées, il est possible de diminuer le **risque de ponte dans les surfaces menacées ou dans les pots** en recouvrant la terre d'une **protection anti-insectes** (fibres de coco ou autres matériaux) (Figure 25) (Mori et al., 2022; Gotta et al., 2023). De même, des **filets à mailles serrées** recouvrant les plantes en pot permettent de réduire nettement le risque de ponte et d'attaques foliaires (Anselmi, 2022). Des filets latéraux pourraient également s'avérer utiles pour les cultures sensibles telles que cerisiers, abricotiers, pruniers ou cultures de baies déjà protégées par des filets anti-grêle ou des bâches contre la pluie. Les filets anti-insectes installés contre d'autres ravageurs, tels que la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*) ou certaines espèces de tordeuses, constituent également une bonne protection contre le scarabée japonais.

6.2 Lutte physique et mécanique

Les mesures préventives – renoncement à l'arrosage, matériaux de couverture – contribuent non seulement à réduire l'aptitude des sites à la ponte, mais peuvent également entraver le développement des larves ou empêcher l'éclosion des adultes de *P. japonica*. D'autres mesures telles que le travail mécanique du sol, le ramassage des adultes ou

l'utilisation de répulsifs (substances incommodant les insectes) sont également possibles. Ces mesures visent à éliminer les vers blancs et les adultes ou du moins à tenir ces derniers à distance.



Figure 26: Terrains de sport recouverts de bâches pour entraver la ponte et/ou l'éclosion des adultes de *P. japonica* (© a) Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, BL, b) Fiona Eyer, Strickhof, ZH).

Les vers blancs ont besoin d'une certaine masse racinaire et d'un certain taux d'humidité du sol pour se développer. Cela signifie qu'une couche superficielle de sol sec, comportant peu de racines vivantes, n'est pas propice au développement des larves (Pavasini, 2021) et qu'un régime sec de l'automne au printemps réduit l'émergence estivale de coléoptères ayant pu se développer dans le sol. Renkema & Parent (2021) ont constaté que tous les substrats utilisés pour la culture des myrtilles ne sont pas pareillement adaptés au développement des larves de *P. japonica*. Ainsi, un paillage au moyen de compost, de copeaux et de sciure de bois a permis d'augmenter nettement la mortalité des vers blancs. Des bâches de protection installées à grande échelle, avant le début du vol, sur les pelouses irriguées telles que les terrains de sport (Figure 26) permettent de réduire l'émergence des adultes. Ceux qui parviennent à éclore n'atteignent pas la surface et ne peuvent donc pas s'envoler. Ils meurent alors de faim sous la bâche.



Figure 27: Fraisage de la couche herbeuse pour lutter contre les vers blancs de scarabée japonais dans le sol (© Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, BL).

Dans certaines parcelles où une infestation est clairement visible, il est possible de lutter directement contre les vers blancs en travaillant le sol mécaniquement (Figure 27). Il faut vérifier que les vers blancs se trouvent dans la couche herbeuse ou dans la couche superficielle du sol au moment du traitement. Une rotation motorisée du sol (fraisage), jusqu'à une profondeur d'au moins 15 cm et en conditions sèches, permet d'éliminer de nombreux vers blancs. Certains d'entre eux sont tués directement par le fraisage mécanique. D'autres meurent de faim, la destruction des plantes hôtes les privant de nourriture. Le début de l'automne est la période la plus propice pour ce travail du sol, car la phase de vol principale des coléoptères est terminée et l'éclosion des larves a eu lieu. Pour que la mesure soit efficace, il faut cependant qu'elle intervienne avant que les vers blancs ne se retirent dans les couches plus profondes du sol pour l'hibernation (EPPO, 2016).



Figure 28: Ramassage manuel de scarabées japonais dans un vignoble (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, TI).

Lorsque des coléoptères adultes sont présents en faible nombre dans un secteur bien délimité, un ramassage manuel (Figure 28) peut être envisagé pour réduire localement la population et les quelques dommages (Switzer & Cumming, 2014). Cette mesure est toutefois très astreignante et son application n'est donc généralement ni rentable, ni même possible à vaste échelle.

L'utilisation de répulsifs pour protéger les plantes cultivées fait également partie au sens large de la lutte physique. **L'utilisation du kaolin s'est révélée particulièrement intéressante**, selon des études pluriannuelles menées aux États-Unis et dans le Piémont (Lalancette et al., 2005; Bosio et al., 2022). Le dépôt gris blanc que laisse cette poudre de roche à base de silicate d'aluminium réduit les dommages foliaires sur la vigne, lorsqu'elle est appliquée au début de la période de vol. D'autres substances répulsives telles que l'extrait de neem (ou margousier) et la zéolite se sont par contre avérées inefficaces (Bosio et al., 2022). Une solution de saponine extraite de la luzerne (*Medicago sativa* L.) semble en revanche réduire les attaques de *P. japonica* sur la vigne (Iovinella et al., 2023). Des phytoecdystéroïdes (= métabolites secondaires des plantes offrant une protection contre les insectes) ont également eu un effet répulsif sur le scarabée japonais lors d'essais en cage (Jurenka et al., 2017).

6.3 Gestion de l'habitat

À long terme, la gestion de l'offre en plantes hôtes peut également permettre de réguler les populations de scarabées japonais. Il est ainsi possible d'éliminer à l'échelle locale les plantes hôtes les plus attractives. Cependant, cette mesure de régulation n'est généralement possible qu'au cas par cas. D'autres études montrent que **planter des**

hybrides de chiendent (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*), par exemple, permet de **réduire la ponte et l'infestation par les vers blancs dans les pelouses concernées** (Wood et al., 2009). Dans les cultures de soja comportant des bandes de sorgho (*Sorghum bicolor*), les scarabées japonais se sont montrés moins mobiles que dans les monocultures de soja (Bohlen & Barrett, 1990). L'utilisation de géraniums (*Pelargonium* x *hortorum*) comme plantes accompagnatrices a également fait l'objet de recherches, car ceux-ci sont toxiques pour les coléoptères adultes et les paralysent temporairement (Fleming, 1972; Potter & Held, 1999). Les fleurs de géranium sont très attractives et la préférence des coléoptères pour ces fleurs persiste même après plusieurs consommations entraînant des paralysies. L'attractivité des fleurs de géranium reste toutefois relative. Elles sont certes plus attractives pour le scarabée japonais que les feuilles de tilleul (*Tilia cordata*), pourtant très appréciées, mais moins que les feuilles de framboisier (Maxey et al., 2009). Enfin, il semble que la plantation de pivoines (*Paeonia lactiflora*) à proximité des pelouses favorise les parasitoïdes et augmente le parasitage des vers blancs (Rogers & Potter, 2004b).

6.4 Lutte biologique

La lutte biologique joue un rôle central dans le développement de stratégies de lutte efficaces contre le scarabée japonais. Et ce, pour deux raisons: la première est que ce ravageur envahissant ne se cantonne pas aux surfaces cultivées, mais est également présent dans les zones résidentielles et les espaces de loisirs, ainsi qu'en lisière de forêt, le long des cours d'eau ou encore dans les surfaces de protection de la nature. Afin d'éviter des risques pour l'homme et l'environnement, de nombreuses mesures de protection des végétaux ne peuvent entrer en ligne de compte – ou seulement de manière très limitée – dans ces habitats. La deuxième raison est qu'on ne peut réduire durablement les populations de scarabées japonais qu'en combattant également les larves dans le sol des prairies, des pâturages et des pelouses, milieux où l'utilisation d'insecticides conventionnels n'est généralement pas envisageable.

La recherche sur les antagonistes naturels du scarabée japonais est de longue tradition, notamment aux États-Unis, et le potentiel des divers auxiliaires pour la lutte biologique contre ce ravageur envahissant a fait l'objet de nombreuses recherches. Depuis les années 1920, des essais de lutte biologique contre le scarabée japonais sont menés aux États-Unis. Si au départ des antagonistes exotiques ont été introduits dans le cadre de la lutte biologique classique contre le ravageur, l'utilisation de micro-organismes indigènes s'est ensuite imposée (Potter & Held, 2002).

6.4.1 Micro-organismes

Les micro-organismes sont des êtres vivants microscopiques tels que les bactéries, les champignons ou encore les microsporidies. Constitués d'une seule ou de quelques cellules, ils sont invisibles à l'œil nu.

6.4.1.1 Bactéries



Figure 29: Larve de scarabée japonais parasitée par *Bacillus thuringiensis* var. *galleriae* (BTG) (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

Paenibacillus popilliae et *Paenibacillus lentimorbus* sont des bactéries responsables de la «maladie laiteuse» affectant les vers blancs du scarabée japonais. La multiplication massive des bactéries à l'intérieur des larves entraîne une opacification de l'hémolymphe, visible à l'œil nu, dans la cavité abdominale. L'abdomen n'est ainsi plus transparent, mais apparaît blanc laiteux.

Ces bactéries ont été utilisées dès les années 1940 pour la lutte biologique contre le scarabée japonais (Fleming, 1972). Un produit commercial était d'ailleurs disponible aux États-Unis, il y a encore quelques années. Des applications de ces bactéries entraînent une augmentation lente et progressive du taux d'infection au sein d'une population. L'effet de contrôle est donc relativement lent, même si les populations de larves peuvent être réduites de manière significative et durable au fil du temps (Hutton & Burbutis, 1974). Selon des rapports émanant des États-Unis, il semble toutefois que la virulence ait chuté par le passé, si bien que l'efficacité contre *P. japonica* est aujourd'hui remise en question (Dunbar & Beard, 1975; Redmond & Potter, 1995). Les produits contenant *Paenibacillus* comme agent de lutte biologique ne sont actuellement pas en vente en Europe.

Bacillus thuringiensis var. *galleriae* (BTG) a également été testé avec succès aux États-Unis contre les adultes de *P. japonica*. L'utilisation de granulés de BTG contre les larves a par contre échoué (Redmond et al., 2020). Des essais en laboratoire ont montré qu'une application directe de BTG contre les larves est efficace (Figure 29, Agroscope, données non publiées). Cependant, comme la bactérie n'a d'effet que si elle est activement consommée par les insectes hôtes et que les vers blancs n'ingèrent que rarement les formulations granulaires, il n'existe pas encore de méthode d'application adéquate.

6.4.1.2 Champignons entomopathogènes



Figure 30: Scarabée japonais parasité par *Metarhizium brunneum* (© Hanna Neuenschwander, Agroscope).

En Europe, les champignons entomopathogènes des genres *Beauveria* et *Metarhizium* sont utilisés avec succès pour lutter contre des espèces proches du scarabée japonais telles que le hanneton commun, le hanneton de la St-Jean et le hanneton horticole (Keller et al., 1997; Keller & Schweizer, 2008). La méthode habituelle consiste à épandre au moyen de machines de sursemis des grains d'orge enrobés de mycélium et de spores dans les sols de prairies, de pâturages et de pelouses où des infestations sévères de vers blancs ont été constatées. Les résultats d'essais menés aux États-Unis (Behle et al., 2015) ont laissé espérer qu'une stratégie de lutte similaire pourrait être efficace également contre les vers blancs de scarabée japonais. Toutefois, les études de suivi effectuées en laboratoire de quarantaine en Suisse et dans la zone d'infestation du nord de l'Italie n'ont pas été probantes. Graf et al. (2023) ont notamment découvert que les vers blancs de *P. japonica* se montrent très résistants tant aux infections par *B. brongniartii* que par *M. brunneum*. En revanche, les coléoptères adultes (Figure 30) sont très sensibles aux mêmes souches fongiques. L'utilisation de champignons entomopathogènes contre les larves de scarabée japonais dans le sol semble donc peu prometteuse, alors que ces antagonistes sont en principe utilisables contre les coléoptères adultes. De nouvelles méthodes d'application des champignons entomopathogènes contre les coléoptères adultes sont actuellement en cours de développement (Wey et al., submitted).

6.4.1.3 Microsporidies

Les microsporidies appartiennent à un groupe de champignons hautement spécialisés qui n'ont pas encore été étudiés en Europe en tant qu'antagonistes du scarabée japonais. Aux États-Unis, une espèce de ce groupe, *Ovavesicula popilliae*, a été utilisée avec succès – du moins localement – pour lutter contre *P. japonica*. *Ovavesicula popilliae* attaque l'organe excréteur (plus précisément les tubules de Malpighi) des vers blancs au troisième stade larvaire, provoquant son gonflement et la perte de sa fonction. La maladie ne tue pas les larves, mais elle affaiblit leur système immunitaire et les rend plus vulnérables à d'autres agents pathogènes. Piombino et al. (2020) ont ainsi démontré que la mortalité hivernale des vers blancs infectés par *O. vesicula* était trois fois plus élevée que celle des vers blancs sains. Smitley et al. (2022) ont rapporté une réduction significative des populations de scarabées japonais sur des terrains de golf du Michigan en lien avec l'établissement d'*O. vesicula* et l'augmentation consécutive des taux

d'infection. Les microsporidies étant des parasites obligatoires, il n'est pas possible de les produire en masse sur des milieux nutritifs artificiels, ce qui constitue le principal obstacle à la production et à la commercialisation d'un produit phytosanitaire basé sur *O. vesicula*. Ce pathogène semble toutefois jouer un rôle décisif dans la régulation du scarabée japonais, du moins dans certaines régions des États-Unis. En Europe, la présence de microsporidies sur des scarabées japonais n'a pas encore été attestée. Une recherche plus approfondie quant à leur présence sur des vers blancs d'espèces proches de scarabéidés indigènes reste cependant à faire.

6.4.2 Macro-organismes

Le terme «macro-organismes» désigne des organismes pluricellulaires, généralement visibles à l'œil nu, tels que nématodes, insectes, araignées et acariens. Ils sont utilisés notamment dans la lutte biologique, car ils consomment ou infectent certains organismes nuisibles.

6.4.2.1 Nématodes



Figure 31: Ver blanc de scarabée japonais infesté par des nématodes *Heterorhabditis bacteriophora* (© Giselher Graben-

L'utilisation de nématodes (vers ronds) a fait ses preuves pour lutter contre les vers blancs dans le sol.

Quelques produits contenant des nématodes comme agents de lutte biologique sont déjà disponibles sur le marché européen pour lutter contre les vers blancs de scarabée japonais. Les espèces les mieux étudiées sont celles des genres *Heterorhabditis* et *Steinernema*. Des études menées aux États-Unis et en Europe ont montré que dans des conditions environnementales favorables l'utilisation de *H. bacteriophora* contre les vers blancs de scarabée japonais (Figure 31) pouvait être efficace à plus de 90 % (Villani & Wright, 1988; Klein & Georgis, 1992; Marianelli et al., 2017; Torrini et al., 2020; Sciandra et al., 2024). Parallèlement aux souches déjà disponibles dans le commerce, des souches de ces mêmes genres, naturellement présentes dans les zones infestées, ont également été testées. Ces souches de nématodes adaptées localement se sont parfois avérées plus efficaces que celles du commerce (Simões et al., 1993; Torrini et al., 2020). Le succès des traitements aux nématodes est tributaire d'une application méticuleuse, car ceux-ci doivent être appliqués de préférence en soirée afin d'éviter autant que possible le rayonnement direct. De plus, les nématodes doivent être injectés directement dans le sol avec suffisamment d'eau («technique Cultan») ou, en cas d'application superficielle, submergés par un apport supplémentaire d'eau. La température du sol joue également un rôle important. Dès qu'elle commence à baisser en automne, les nématodes sont moins actifs. Les larves du premier et du deuxième stade sont en outre plus sensibles aux infestations de nématodes que celles

du troisième stade. Pour ces raisons, il est donc recommandé de procéder aux applications de nématodes déjà en fin d'été (à partir de fin août), lorsque les vers blancs sont à un stade peu avancé et que la température du sol est supérieure à 12–15 °C.

6.4.2.2 Parasitoïdes

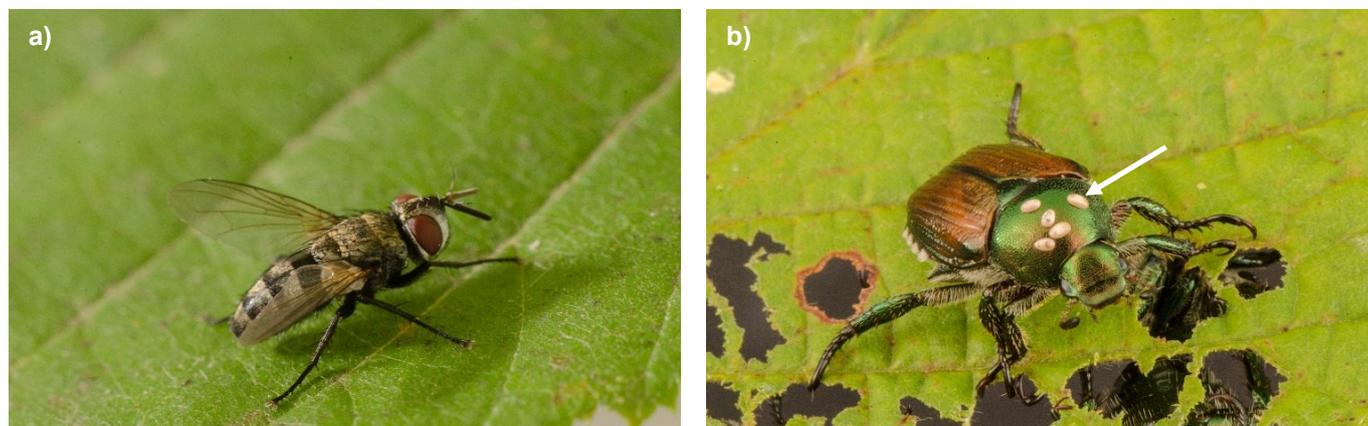


Figure 32: a) *Istocheta aldrichi* est un parasitoïde de la famille des Tachinidae qui b) pond ses œufs sur le pronotum des scarabées japonais adultes (© Tim Haye, CABI).

Bien qu'une vingtaine d'espèces de parasitoïdes aient été introduites aux États-Unis, seules trois d'entre elles sont parvenues à s'implanter. Il s'agit des espèces *Istocheta aldrichi*, *Tiphia vernalis* et *Tiphia popilliavora* (Potter & Held, 2002).

Istocheta aldrichi (Figure 32a) est une mouche parasitoïde de la famille des Tachinidae (diptères). Les femelles de cette espèce pondent leurs œufs sur le pronotum des scarabées japonais adultes (Figure 32b), ciblant de préférence les femelles. Après quelques jours, les larves du parasitoïde éclosent et forent à travers l'exosquelette de leur hôte pour pénétrer à l'intérieur du corps et s'en nourrir. En quelques jours, les larves vident entièrement le coléoptère ce qui entraîne la mort de l'hôte. *I. aldrichi* est un candidat prometteur pour une lutte biologique classique en Europe, et ce pour plusieurs raisons. Dans le nord du Japon, des taux de parasitisme allant jusqu'à 90 % ont été relevés, ce qui a permis de contrôler drastiquement la population locale de *P. japonica* (Clausen et al., 1927; Fleming, 1968). En Amérique du Nord, les taux de parasitisme varient en revanche de 1 à 70 % (Cappaert & Smitley, 2002; McDonald & Klein, 2007; O'Hara, 2014; Shanovich et al., 2019). Les zones de distribution connues d'*I. aldrichi* dans le nord du Japon (Clausen et al., 1927) et en Amérique du Nord (Fleming, 1968; Cappaert & Smitley, 2002; Shanovich et al., 2019; Shanovich et al., 2021) présentent des conditions climatiques similaires à celles de nombreuses régions d'Europe (Kottek et al., 2006). Les conditions climatiques européennes seraient donc largement adaptées à l'établissement de l'espèce. Bien qu'aucun test de spécificité de l'hôte n'ait été effectué avant son introduction aux États-Unis, *I. aldrichi* est considéré comme spécifique de l'hôte (King, 1931; Shanovich et al., 2019), ce qui sous-entend un faible risque pour les organismes non-cibles. Une vérification de la spécificité de l'hôte, vis-à-vis des espèces européennes non-cibles, est toutefois nécessaire afin de garantir la sécurité biologique du parasitoïde. En Suisse, des recherches sont actuellement menées dans un laboratoire de quarantaine sur l'adéquation climatique et la spécificité de l'hôte d'*I. aldrichi* (CABI, 2023).

Tiphia vernalis est une guêpe parasitoïde de la famille des Tiphidae (hyménoptères) qui parasite les vers blancs de scarabée japonais après leur hibernation. Au printemps, les guêpes parasitoïdes recherchent leurs hôtes dans le sol, attirées par des substances odorantes émises par les vers blancs eux-mêmes ou par leurs excréments. Elles les piquent pour les paralyser puis pondent un œuf par hôte. En ectoparasites (= parasites externes), les larves de *T. vernalis* se nourrissent tout d'abord des fluides corporels du vers blanc, puis des tissus, entraînant la mort de l'hôte. *T. vernalis* est donc un autre candidat prometteur en vue de la lutte biologique classique contre le scarabée japonais. L'espèce présente des taux de parasitisme élevés et permet un contrôle de la population de *P. japonica* remarquable aux États-Unis (Balock, 1934; Gardner, 1938; King & Parker, 1950; Rogers & Potter, 2003; McDonald & Klein, 2007; McDonald et al., 2020). L'aire de distribution connue de la guêpe parasitoïde présage d'une adéquation climatique de l'Europe (Clausen et al., 1927; Clausen et al., 1933; Krombein, 1948; Fleming, 1968; Reding & Klein, 2001; Rogers & Potter, 2004a; Ramoutar & Legrand, 2007; McDonald et al., 2020) et montre une synchronicité

hôte-parasitoïde constante sur toute une série de latitudes aux États-Unis (King, 1931; Rogers & Potter, 2004b). On ignore en revanche si *T. vernalis* s'attaque également à *P. japonica* dans son aire de distribution originelle au Japon. L'espèce a été introduite de Corée aux États-Unis, après que le ravageur s'est révélé être un hôte adéquat en conditions de laboratoire (Fleming, 1968). Outre les espèces du genre *Popillia*, l'espèce peut également parasiter d'autres scarabéidés (Clausen et al., 1932; Reding & Klein, 2001). Néanmoins, on observe que les *T. vernalis* nord-américains ciblent leur recherche d'hôtes sur les vers blancs de scarabée japonais et font preuve d'une grande capacité à distinguer les hôtes, ce qui suggère un spectre d'hôtes limité (Rogers & Potter, 2002). Compte tenu de son potentiel pour la lutte biologique, une vérification de la sécurité biologique de *T. vernalis* vis-à-vis des espèces européennes non-cibles, en conditions de quarantaine, serait nécessaire. Une évaluation complète de la sécurité biologique est aujourd'hui fondamentale pour permettre l'autorisation de candidats potentiels à la lutte biologique classique en Suisse, dans le cadre de l'ordonnance sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement.

Pour la dernière des trois espèces de parasitoïdes potentiels mentionnés, *T. popilliavora*, les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer si l'espèce conviendrait à une lutte biologique en Europe. Nous renonçons donc à la présenter plus en détail ici.

6.4.2.3 Prédateurs

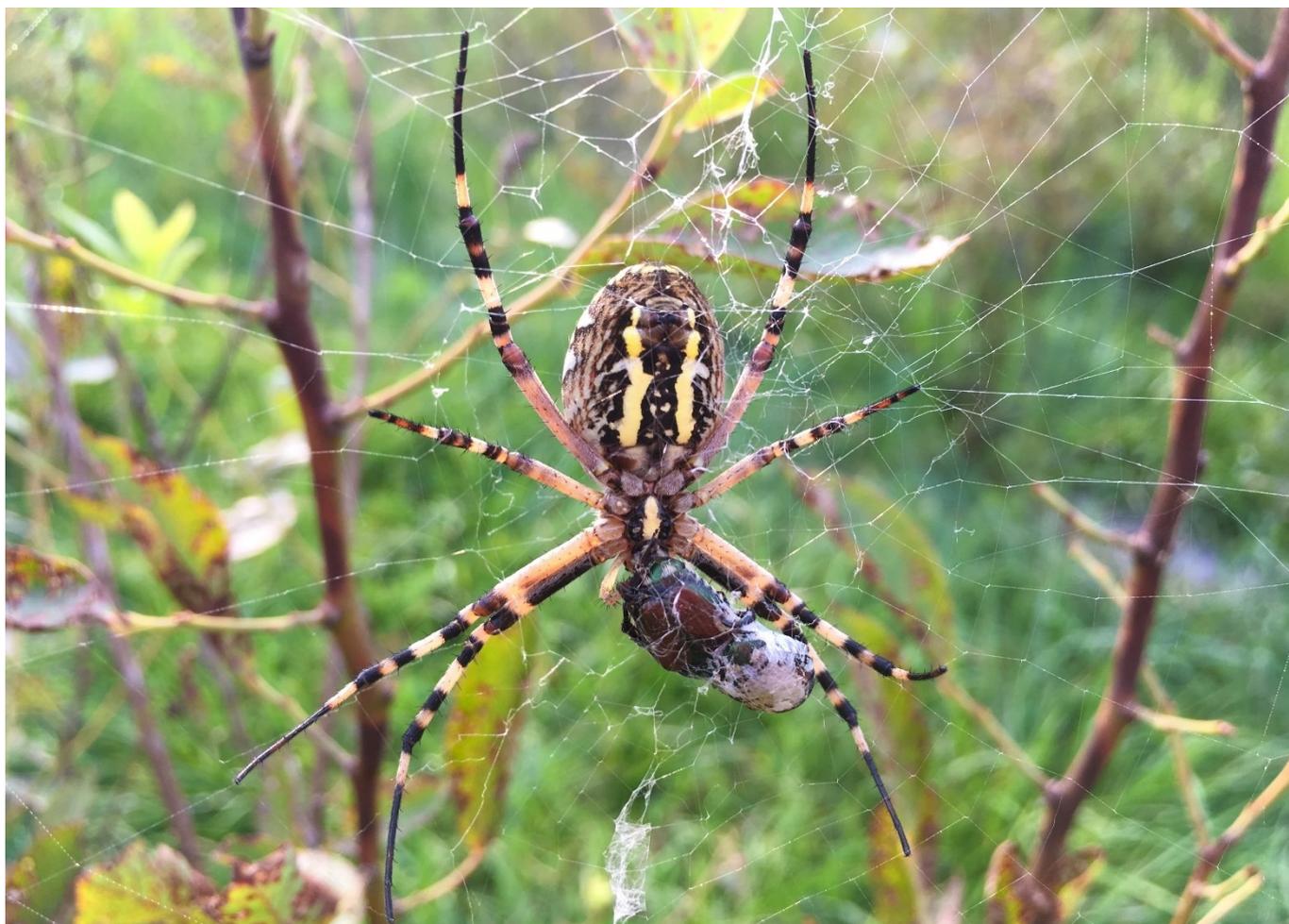


Figure 33: *Argiope ferox* (épeire fasciée) ayant capturé deux scarabées japonais adultes dans sa toile (© Tanja Graf, Agroscope).

La Suisse compte de nombreuses espèces prédatrices s'attaquant aussi bien aux scarabées japonais adultes qu'à leurs vers blancs. Cependant, toutes ont un large spectre de proies et ne font pas du scarabée japonais leur unique source de nourriture. Ainsi, certaines araignées s'attaquent aux coléoptères adultes (Figure 33); des oiseaux et des mammifères se nourrissent de vers blancs dans le sol (voir 2.4 Antagonistes naturels) (Sim, 1934). Dans certains cas, les prédateurs semblent également exercer une influence mesurable sur les populations de *P. japonica* (Potter

& Held, 2002; EPPO, 2016). Cependant, il n'est guère possible d'utiliser des prédateurs indigènes de manière ciblée pour lutter contre ce ravageur envahissant en raison de leur régime alimentaire non spécifique.

6.5 Lutte biotechnologique

Le piégeage de masse au moyen de pièges à phéromones ou de pièges à filets imprégnés d'attractif figure parmi les méthodes biotechnologiques utilisées contre le scarabée japonais. Des diffuseurs de phéromones, basés sur la phéromone sexuelle des femelles combinée à un attractif floral, permettent d'attirer les coléoptères vers un lieu donné de manière ciblée (voir 4.1 Pièges à phéromones), puis de les capturer dans les pièges ou de les empoisonner au moyen de filets imprégnés d'insecticide. Ces mesures de lutte biotechnique peuvent être appliquées aussi bien à l'intérieur qu'en dehors des surfaces cultivées.

Les pièges destinés au piégeage de masse sont généralement équipés d'un grand récipient afin de permettre la capture d'un plus grand nombre de mâles et de femelles. **Mis en œuvre dans une zone d'infestation bien délimitée, le piégeage de masse peut affaiblir des populations locales isolées** (Potter & Held, 2002; Switzer et al., 2009; EPPO, 2016). Aux États-Unis, des piégeages de masse ont été mis en place à proximité de plantations de sureau et de myrtilles afin de les protéger contre *P. japonica*. En trois ans, plusieurs millions de scarabées japonais adultes ont été capturés et seul un faible nombre d'individus a été observé dans le même temps dans les cultures, de sorte que les dommages foliaires ont été relativement faibles par la suite (Piñero & Dudenhoefter, 2018). Le piégeage de masse de l'espèce proche *Popillia quadriguttata* a également fait l'objet de recherches en Chine. Il a permis de réduire de 93 % le nombre de coléoptères adultes et de 90 % le nombre de vers blancs dans le sol (Chen et al., 2014a). Une étude ultérieure a également mis en évidence une corrélation positive directe entre les captures de *P. quadriguttata* et la protection du maïs, du soja et du chou (Chen et al., 2014a; Chen et al., 2014b).

L'utilisation d'attractifs comporte toutefois le risque d'attirer davantage de coléoptères qu'il n'y a de place dans les pièges (Wawrzynski & Ascerno, 1998) ou de les attirer dans des zones jusqu'alors épargnées par l'infestation. Il est également important de vider régulièrement les pièges, car l'odeur des scarabées en décomposition a un effet répulsif sur leurs congénères restants (Giovanni Bosio, communication personnelle). Le recours au piégeage de masse comme mesure d'éradication et d'enrayement du scarabée japonais doit par conséquent être planifié et coordonné au niveau régional. L'utilisation incontrôlée de pièges à attractif par des privés doit être évitée, car elle pourrait même favoriser la propagation de ce ravageur envahissant (EPPO, 2016).



Figure 34: Scarabées japonais attirés au moyen d'un attractif vers un filet imprégné d'insecticide (= LLIN) (© Giselher Grabenweger, Agroscope).

L'utilisation de **filets imprégnés d'insecticide** (= Long-Lasting Insecticide-treated Nets, abrégé.: LLINs) a été développée à l'origine pour protéger l'humain contre les moustiques transmettant des maladies telles que le paludisme ou la fièvre jaune. Par la suite, l'utilisation de ces moustiquaires s'est étendue à l'agriculture afin de lutter de manière ciblée contre les ravageurs des cultures (Gotta et al., 2023). Des filets traités avec les pyréthroïdes α -cyperméthrine et deltaméthrine ont été testés dans l'intervalle pour lutter contre le scarabée japonais. On utilise pour ce faire des attractifs qui attirent les scarabées japonais adultes vers le filet imprégné d'insecticide (Figure 34). Ceux-ci entrent alors en contact avec l'insecticide, s'empoisonnent et meurent. **Les premiers résultats en Italie sont prometteurs.** La forme des LLINs peut être adaptée relativement facilement, mais une surface de moustiquaire horizontale plus grande augmente la possibilité pour les insectes de se poser et de s'y attarder. Une fois posés, les LLINs demeurent en général efficaces pendant un mois environ (Paoli et al., 2023). Par ailleurs, quelques LLINs par hectare semblent suffisants pour obtenir un effet de contrôle (Paoli et al., 2024). Les premiers résultats en Suisse sont tout aussi prometteurs. Dans le cadre d'une étude pilote menée en 2024, le nombre de scarabées japonais adultes a pu être réduit de moitié environ dans les surfaces d'essai équipées de LLINs par rapport aux surfaces témoins non équipées (Agroscope, données non publiées).

Comparés aux insecticides chimiques appliqués à large échelle, le piégeage de masse et les LLINs constituent des moyens de lutte intéressants, car ils permettent de contrôler le scarabée japonais de manière ciblée grâce à des attractifs spécifiques à l'espèce, réduisant ainsi les risques pour les organismes non-cibles et l'environnement. Lannan & Guédot (2024) ont testé une telle approche aux États-Unis. Dans le cadre d'une étude de deux ans, des diffuseurs de phéromones ont été suspendus en bordure de parcelles de vignes commerciales. Ces bordures ont ensuite été traitées avec un insecticide à large spectre (= pulvérisation ciblée). Cette mesure a été aussi efficace que les mesures mises en place par le viticulteur en termes de dégâts foliaires et de nombre de coléoptères dans le vignoble. La quantité d'insecticide appliquée a en revanche été réduite de 96 % (Lannan & Guédot, 2024). Cependant, la pulvérisation ciblée présente également le risque d'attirer des ravageurs en nombre dans une parcelle qui, normalement, en aurait été exempte. L'efficacité de cette mesure pourrait donc dépendre grandement de l'attractivité de la culture et de la présence d'autres plantes hôtes à proximité.

6.6 Lutte au moyen d'insecticides



Figure 35: Pulvérisation d'insecticide destinée à éradiquer le scarabée japonais (© Fiona Eyer, Strickhof, ZH).

L'utilisation d'insecticides biologiques ou synthétiques conventionnels est souvent un moyen simple et peu coûteux de lutter rapidement et efficacement contre les ravageurs (Figure 35). Au cours du siècle dernier, en raison de leur efficacité et de leur coût relativement faible, les États-Unis ont fait un large usage des insecticides à large spectre pour lutter contre les populations de scarabées japonais en expansion (Gotta et al., 2023). Toutefois, les effets secondaires sur des organismes non-cibles et les conséquences négatives sur l'humain et sur l'environnement ont conduit à des restrictions d'utilisation et à des ajustements dans les méthodes d'application (Althoff & Rice, 2022). Actuellement, les États-Unis ont recours à des produits phytosanitaires à base de substances actives telles que bifenthrine, carbaryl, cyfluthrine, deltaméthrine et perméthrine contre les scarabées japonais adultes (USDA, 2015).

Les premiers essais contre les scarabées japonais adultes dans les vignobles italiens, entre 2017 et 2019, ont montré que les pyréthroides deltaméthrine, lambda-cyhalothrine et acrinathrine étaient les plus efficaces, suivis de l'acétamipride et du chlorantraniliprole (Bosio et al., 2022; Gotta et al., 2023). En revanche, l'azadirachtine, le pyréthre, une préparation à base de savon, le chlorpyrifos-méthyl, le thiaméthoxame, le tau-fluvalinate, l'étofenprox et le soufre n'ont montré qu'un effet très faible, voire aucun effet (Bosio et al., 2022). En 2021, les essais ont été étendus à d'autres cultures – pêchers, maïs ainsi que deux espèces de plantes ornementales – et ont porté sur vingt substances actives. L'acétamipride, la deltaméthrine, le phosmet, le pirimicarbe, la lambda-cyhalothrine, l'étofenprox, l'indoxacarbe et l'abamectine ont démontré une grande efficacité contre les coléoptères adultes, tant par contact direct avec le produit phytosanitaire que par contact avec des surfaces traitées peu de temps auparavant (Santoiemma et al., 2021; Gotta et al., 2023). Lors de ces essais, le chlorantraniliprole ne s'est par contre pas toujours montré efficace, tandis que le sulfoxaflor et la métaflumizone n'ont été que peu efficaces par contact direct. L'azadirachtine, le chlorpyrifos-méthyl, les pyréthrinés, l'huile de colza, le flupyradifurone, le spinosad, un mélange d'huile de paraffine et de cyperméthrine, ainsi que le champignon *Beauveria bassiana* n'ont pas eu d'effet ou uniquement un effet très faible. Une semaine après l'application, seuls les principes actifs acétamipride, deltaméthrine, sulfoxaflor et phosmet étaient encore efficaces en cas de contact direct avec les résidus de pulvérisation (Santoiemma et al., 2021). En Suisse, seuls quelques-uns de ces principes actifs sont autorisés dans l'agriculture et aucun produit phytosanitaire n'était officiellement homologué contre le scarabée japonais en janvier 2025. Cependant, certains insecticides ont été autorisés temporairement dans le cadre d'homologations d'urgence pour lutter contre *P. japonica*. Toutefois, leur application relève obligatoirement des directives des services phytosanitaires cantonaux (les décisions de portée générale correspondantes peuvent être consultées sur les pages internet dédiées de l'[Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires](#), OSAV).

Lutter directement contre les vers blancs de *P. japonica* au moyen d'insecticides conventionnels n'est pas chose aisée et, pour des raisons de sécurité et de protection de l'environnement, une telle méthode n'est plus guère envisageable actuellement. Par souci d'exhaustivité, nous mentionnons toutefois ici quelques résultats obtenus dans la lutte contre les vers blancs dans le sol. Aux États-Unis, entre les années 1970 et 1990, des substances insecticides appartenant aux groupes des organophosphorés, des carbamates, des néonicotinoïdes, des diacylhydrazines et des pyréthroides ont été testées contre les vers blancs dans le sol. Cependant, à la fin du XX^e siècle, nombre de ces principes actifs ont été interdits en raison de leur manque d'efficacité et/ou de leur toxicité pour les organismes non-cibles (Potter & Held, 2002). Actuellement, les principes actifs imidaclopride, halofenzide, trichlorfon et chlorantraniliprole sont encore utilisés aux États-Unis dans les pépinières ou les pelouses pour lutter contre les larves dans le sol (USDA, 2015). Les deux premiers stades larvaires s'avèrent plus sensibles aux insecticides que le dernier stade (Oliver et al., 2009). En Suisse, en revanche, l'utilisation d'insecticides du sol classiques n'est plus autorisée. La lutte contre les vers blancs de scarabée japonais dans le sol passe donc principalement par l'introduction de nématodes entomopathogènes (voir [6.4.2.1 Nématodes](#)).

Une méthode prometteuse pour lutter contre le scarabée japonais pourrait être le silençage génique (inactivation de gènes) par l'application de molécules d'ARN. Des molécules d'ARN agissant spécifiquement sur l'espèce sont absorbées par l'organisme cible, perturbent ses fonctions vitales et entraînent finalement sa mort. Les premiers résultats d'une étude en laboratoire sur l'efficacité de cette méthode contre *P. japonica* au stade adulte sont prometteurs (Carroll et al., 2023).

Il reste à souligner ici que *P. japonica* a déjà développé des résistances aux insecticides du sol aux États-Unis (Niemczyk & Lawrence, 1973). Par ailleurs, la période de récolte des cerises, des abricots et de différentes variétés de baies, entre autres, coïncide avec la période de vol des adultes, ce qui limite le recours aux traitements chimiques en raison des délais d'attente à respecter avant la récolte. Enfin, les insecticides autorisés en agriculture biologique

(les produits à base d'azadirachtine, d'huile de colza, de spinosad ou du champignon *Beauveria bassiana*) ne sont souvent que peu ou partiellement efficaces contre les scarabées japonais adultes (Piñero & Dudenhoefler, 2018).

6.7 Lutte dans les cultures

De nombreuses mesures sont aujourd'hui déployées afin d'éradiquer et d'enrayer le scarabée japonais. Les stratégies d'éradication locales visant à éliminer les foyers d'infestation, de même que les stratégies d'enrayement régionales visant à empêcher la propagation de cet organisme de quarantaine, impliquent la mise en œuvre à vaste échelle et toutes cultures confondues de mesures conjointes. Les mesures mises en œuvre sont énumérées et expliquées dans le plan d'urgence national pour la surveillance et la lutte contre le scarabée japonais. C'est pourquoi nous ne revenons pas plus en détail, dans la présente publication, sur les mesures de lutte prescrites par les autorités. Nous souhaitons plutôt mettre l'accent sur les perspectives à long terme en matière de mesures de protection des végétaux et sur leur mise en œuvre dans les cultures mentionnées, au cas où le scarabée japonais se propagerait à vaste échelle.

La protection future des cultures menacées nécessitera certainement une approche de régulation intégrée et englobant les différents types de cultures. Les stratégies de protection des végétaux doivent donc impérativement intégrer différentes mesures, mises en œuvre conjointement à l'échelle régionale par différents acteurs. Cela est indispensable, car les œufs, les larves et les nymphes sont spatialement séparés des adultes et toutes les mesures individuelles connues à ce jour n'ont eu qu'une efficacité limitée. Des stratégies de protection des végétaux efficaces et durables exigent donc l'association de différentes mesures de lutte, préventives, mécaniques, biologiques, biotechniques et chimiques.

On notera que **très peu de cultures ont à déplorer des dommages occasionnés à la fois par les vers blancs et par les adultes de *P. japonica***. C'est dans les cultures maraîchères et les cultures de baies irriguées que cette probabilité est la plus grande, car les pontes pourraient survenir à proximité de graminées, mais également dans et entre les cultures. Dans les vergers en revanche, il est peu probable que les arbres subissent des dommages directs lorsque des vers blancs se développent dans le sol. Les sols des vignobles, qui ne sont généralement pas irrigués et peu profonds, semblent peu propices au développement de vers blancs en grand nombre. Dans les grandes cultures enfin, la lutte directe contre les vers blancs ne sera selon toute probabilité que rarement rentable, même si les larves de scarabée japonais s'attaquent localement aux racines de maïs (Figure 20a).

Selon nous, une lutte directe contre les vers blancs ne fait sens d'un point de vue économique que dans certaines pelouses irriguées. **L'utilisation de nématodes jouera à cet égard un rôle central** (Tableau 1), car c'est actuellement la **seule mesure efficace pour contrôler les vers blancs dans le sol**, sans que la pelouse n'ait à en souffrir. Afin de lutter contre la propagation du ravageur, les producteurs et productrices de gazon en rouleau devraient éviter de déplacer inutilement des vers blancs. Partout où ceux-ci se développent directement dans les cultures, il est possible de réduire la ponte et le développement larvaire en adaptant l'irrigation. Il faut toutefois veiller à ce que l'irrigation soit adaptée aux besoins, afin que les cultures ne subissent pas de dommages directs suite aux mesures prises et que la qualité des récoltes soit garantie (Tableau 1). On peut réduire la ponte dans les pelouses et dans les cultures de baies ou de légumes en recouvrant le sol de films plastiques ou de paillage ou encore en adaptant le substrat. Un travail du sol ciblé, que ce soit dans le cadre d'une culture annuelle ou pluriannuelle, permet de limiter le spectre de plantes hôtes pour la ponte ainsi que l'offre alimentaire pour les vers blancs, mais également de tuer directement les vers présents dans le sol. L'ensemencement de pelouses avec des hybrides de chiendent réduisant la ponte permet également d'atténuer les dommages primaires et secondaires imputables aux vers blancs. Les cultures mixtes peuvent aussi réduire les dommages économiques causés par les adultes. Pour ce qui est des cultures annuelles sensibles, il pourrait être intéressant à l'avenir de les mettre en place à bonne distance des sites de développement larvaire. **Les filets offrent une protection particulièrement efficace contre les dégâts des scarabées japonais adultes**. Il est probable que la part de cultures spéciales protégées par des filets continue d'augmenter, notamment à proximité des sites de développement larvaire (Tableau 1). Il ne semble guère imaginable de mettre sous filets l'ensemble des vignobles, mais il est possible de protéger le feuillage des dégâts causés par les adultes en pulvérisant de la poudre de roche (kaolin). Difficile en revanche d'utiliser le kaolin à grande échelle dans d'autres cultures, car les produits récoltés sont souvent commercialisés directement et doivent donc être exempts de traces visibles de pulvérisation. Dans les petites parcelles très rentables, le ramassage des scarabées japonais adultes est

une mesure possible. Toutefois, de telles campagnes ne sont pas envisageables à grande échelle, car elles ne seraient pas supportables économiquement. On ne pourra probablement pas renoncer complètement à l'utilisation d'insecticides classiques contre les adultes de *P. japonica*, mais on peut réduire considérablement les quantités appliquées, de même que les résidus de pulvérisation sur la récolte, en privilégiant la pulvérisation ciblée ou «spot spraying». Une mesure prometteuse pour protéger les cultures très attractives consiste ainsi à attirer les adultes dans certains secteurs de la culture qui seront ensuite traités avec des insecticides conventionnels. Cette mesure peut être mise en œuvre dans tous les groupes de cultures et réduit nettement la quantité de produits phytosanitaires appliqués. Les attractifs peuvent également être utilisés pour attirer les scarabées japonais vers un piège ou un filet imprégné d'insecticide (= LLIN). Le piégeage de masse et les LLINs peuvent être mis en œuvre à large échelle, aussi bien à l'intérieur des surfaces cultivées qu'en dehors (Tableau 1).

À l'avenir, les stratégies de protection des végétaux contre le scarabée japonais consisteront selon toute vraisemblance en une combinaison de différentes mesures de lutte issues de ce catalogue de possibilités (Tableau 1). L'importance qu'auront à l'avenir les répulsifs, les antagonistes biologiques ou encore le silençage génique dans la lutte contre le scarabée japonais est encore difficile à estimer, car leur mise en œuvre nécessite des développements complémentaires et la levée des obstacles administratifs. De plus, il est encore difficile d'anticiper sous quelle forme, ni par quels acteurs, les sites de développement larvaire potentiels, tels que les prairies et pâturages humides, seront activement protégés du scarabée japonais. Cependant, certaines mesures telles que la prévention de la propagation, la régulation de l'irrigation, la couverture du sol, la mise sous filets des cultures, le piégeage de masse ainsi que l'utilisation de nématodes et d'insecticides peuvent sûrement, selon le contexte, être mises en œuvre aussi bien en horticulture que dans les pépinières.

Tableau 1: Estimation de l'importance des mesures présentées pour la régulation future du scarabée japonais dans les différentes cultures. Un X signale une application prometteuse et donc probable de la mesure dans le groupe de cultures correspondant, un (X) correspond à une application partiellement prometteuse et donc possible de la mesure, les cellules vides représentent des mesures peu prometteuses et donc une application peu probable de celles-ci.

Mesures de lutte	Pelouses	Grandes cultures	Cultures maraîchères	Cultures fruitières	Cultures de baies	Viticulture
<u>Mesures préventives</u>						
Prévention de la propagation	X					
Choix du site		(X)	X		(X)	
Régulation de l'irrigation	X		(X)	(X)	(X)	
Couverture du sol	(X)		(X)		(X)	
Mise sous filet			X	X	X	(X)
<u>Lutte mécanique</u>						
Adaptation du substrat	(X)				(X)	
Travail du sol		X	X		(X)	
Ramassage			(X)		(X)	
Poudre de roche (kaolin, etc.)		(X)		(X)	(X)	X
Autres répulsifs	Une utilisation locale future contre les adultes n'est pas exclue					
Gestion de l'offre en plantes hôtes	X	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
<u>Lutte biologique</u>						
Bactéries	Une utilisation locale future contre les vers blancs est envisageable					
Champignons	Une utilisation locale future contre les adultes est envisageable					
Microsporidies	Une utilisation locale future contre les vers blancs est envisageable					
Nématodes	X		X		(X)	
Parasitoïdes	Une utilisation future est envisageable pour réguler la population régionale					
Prédateurs	Une utilisation future ciblée est difficilement envisageable					
<u>Lutte biotechnique</u>						
Piégeage de masse	X	(X)	(X)	X	X	X
LLINs (filets insecticides)	X	(X)	(X)	X	X	X
Attractifs et «spot spraying»		X	X	X	X	X
<u>Lutte chimique (insecticides)</u>						
Insecticides conventionnels		X	X	X	X	X
Silencage génique	Une utilisation locale future est envisageable					

7 Conclusions et perspectives

L'introduction accidentelle du scarabée japonais sur le continent européen et la progression de l'infestation de l'Italie en Suisse **représentent l'un des plus grands défis de ces dernières années pour le Service phytosanitaire fédéral et les services cantonaux**. Le scarabée japonais représente une menace **non seulement pour l'agriculture, mais également pour les terrains de loisirs et les parcs publics et privés**. L'espèce ayant été classée parmi les organismes de quarantaine prioritaires, des mesures d'éradication et d'enrayement satisfaisant aux obligations phytosanitaires internationales et au droit suisse sur la santé des végétaux ont été ordonnées. Cependant, la progression du ravageur et les modèles mathématiques (Borner et al., 2023) qui prédisent l'adéquation des habitats à la propagation et à l'implantation de l'espèce, laissent augurer d'un établissement à long terme dans toute la Suisse et dans une grande partie de l'Europe. Le présent article ne traite donc pas seulement des mesures actuelles d'éradication et d'enrayement ordonnées par les autorités, mais également des méthodes de lutte qui ne sont pas encore finalisées ou autorisées, mais qui pourraient entrer en ligne de compte à l'avenir.

Contrairement à d'autres insectes nuisibles exotiques tels que la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*) ou la punaise marbrée (*Halyomorpha halys*), introduits en Suisse ces dernières années sans que cette invasion puisse être anticipée, le scarabée japonais est présent depuis plus d'un siècle en Amérique du Nord. Les connaissances acquises, tant sur sa biologie que son écologie, sont donc très étendues. De plus, nous disposons déjà d'une longue expérience sur l'efficacité des différentes méthodes de lutte. Ces connaissances ne sont toutefois que partiellement transposables à la Suisse, en raison de la multitude de plantes hôtes, de l'efficacité limitée des mesures individuelles de protection des végétaux et de l'influence des conditions régionales sur le succès de telles mesures.

En Suisse, les attaques de scarabées japonais n'ont pas encore engendré de dommages économiques graves. D'une part, parce que les populations sont encore en phase de développement, d'autre part, parce que dans certaines des régions les plus infestées, comme le sud du Tessin ou la région du Simplon, les plantes cultivées y sont peu sensibles. Au sud du Tessin, la vigne, l'une des plantes hôtes préférées du scarabée japonais dans la région, subit certes des dégâts foliaires durant la phase de vol de l'espèce. Étant donné l'intensité actuelle de l'infestation, les plantes parviennent toutefois à compenser ces dégâts et la maturation des raisins n'en est pas sérieusement affectée. Des dégâts affectant la quantité et la qualité des récoltes sont toutefois à craindre dans les régions où l'on cultive des légumes, des fruits ou des baies en plein air.

Par rapport à d'autres insectes ravageurs des cultures, le scarabée japonais présente deux particularités dont il faut tenir compte lors de l'élaboration de stratégies de lutte. **Premièrement, les dégâts qu'il engendre concernent non seulement l'agriculture et l'horticulture, mais également de nombreux espaces de loisirs et parcs publics et privés**. La coopération et l'échange entre ces deux secteurs sont encore peu développés, mais ils seront extrêmement importants à l'avenir si l'on veut réduire et réguler durablement le scarabée japonais dans une région. **Deuxièmement, il existe une séparation spatiale claire entre l'habitat des œufs, des larves et des nymphes d'une part, et celui des scarabées japonais adultes d'autre part**. Par conséquent, les mesures de protection des végétaux dans l'habitat des coléoptères adultes ont peu de chances d'être efficaces à long terme, si l'on n'empêche pas en même temps l'arrivée continue de nouveaux ravageurs en provenance des sites de développement larvaire, souvent difficiles à localiser. En outre, **dans les habitats des vers blancs, les possibilités d'intervention sont souvent limitées** (p. ex. le long des cours d'eau, dans les zones de protection des eaux ou dans les zones de loisirs et de détente).

Il est cependant certain que la protection des cultures nécessitera une approche intégrée à l'échelle du paysage et tenant compte des différents types de cultures. Les stratégies de lutte se doivent d'englober différentes mesures qui, prises isolément, ne seraient que partiellement efficaces. Elles devront en outre être adaptées aux caractéristiques du paysage ainsi qu'à la disponibilité des plantes hôtes. Aux États-Unis, les produits phytosanitaires chimiques de synthèse jouent un rôle central dans la lutte contre le scarabée japonais. En Suisse, il sera probablement impossible de renoncer totalement à l'utilisation de ces produits si l'on veut lutter efficacement contre le ravageur. Toutefois, en les combinant à d'autres méthodes de lutte, il sera possible de réduire au minimum la protection chimique des végétaux.

L'utilisation de nématodes entomopathogènes s'est révélée prometteuse pour lutter contre les vers blancs de *P. japonica* dans les pelouses et les surfaces herbagères. L'efficacité de cette mesure peut atteindre 90 %, mais elle

dépend fortement d'une application méticuleuse et des conditions environnementales qui prévalent sur les surfaces traitées. L'utilisation d'attractifs combinés à des pièges ou des filets imprégnés d'insecticide constitue également une approche intéressante et prometteuse. Bien qu'elle implique également le recours à des produits phytosanitaires chimiques de synthèse, cette nouvelle méthode a des effets secondaires moindres sur les organismes non-cibles et sur l'environnement.

D'autres méthodes de lutte biologique ont encore besoin d'un temps de développement. On s'est rendu compte par exemple que les champignons entomopathogènes ne se prêtent pas à une utilisation dans le sol, car les larves y sont peu sensibles. Cependant, les scarabées japonais adultes sont très sensibles aux infections fongiques. Si on les combinait avec des attractifs, les champignons entomopathogènes pourraient par conséquent également contribuer à la régulation du ravageur. Dans les régions récemment colonisées comme la Suisse, le scarabée japonais n'a pas d'ennemis naturels connu. Aux États-Unis, on a introduit différents antagonistes provenant de son aire d'origine (= lutte biologique classique contre le ravageur). Certains d'entre eux se sont bien établis après leur introduction et contribuent désormais à la régulation des populations de ravageurs. L'introduction de tels antagonistes exotiques nécessite toutefois des études préliminaires approfondies. En Suisse, des études sont déjà en cours pour deux candidats potentiels. Cependant, l'autorisation de propagation d'un antagoniste exotique en Suisse est complexe et peut prendre plusieurs années.

Les connaissances acquises aux États-Unis et plus récemment en Italie et au Tessin constituent une base précieuse pour lutter efficacement contre le scarabée japonais. Néanmoins, **il est aujourd'hui difficile de délimiter localement les cultures menacées en Suisse, d'évaluer à petite échelle le potentiel de nuisance du scarabée japonais et de chiffrer précisément les dommages financiers potentiels pour l'économie et la société suisses.** Nous partons cependant du principe que **les pelouses irriguées telles que les terrains de sport et de golf, les parcelles de production de gazon en rouleau, les parcs et jardins publics et privés seront les plus touchés par les infestations de larves**, les prairies et pâturages humides étant, dans une moindre mesure, également concernés. **Les cultures sensibles situées à proximité de ces sites de développement larvaire seront les plus menacées par les dégâts des scarabées japonais adultes, et plus particulièrement encore celles dont la période de maturation et de récolte coïncide avec la période de vol du coléoptère.** Afin d'y faire face, des recherches intensives seront nécessaires ces prochaines années. Elles doivent permettre, d'une part, de mieux comprendre la dynamique de la population et de sa propagation, et ce également à petite échelle. Elles veilleront, d'autre part, à ce que le développement des méthodes de lutte biologique et biotechnique qui se sont révélées prometteuses ces dernières années se poursuive. **La répartition spatiale des vers blancs et des adultes, qui concerne souvent des surfaces autres qu'agricoles, nécessite une étroite collaboration entre tous les acteurs concernés à l'échelon régional.** Cette collaboration est importante aussi bien en ce qui concerne les mesures d'éradication et d'enrayement prescrites par le droit sur la santé des végétaux que des stratégies de lutte à instaurer, si le statut de quarantaine du scarabée japonais venait à être levé. Les connaissances acquises ainsi que les projets de recherche en cours devraient permettre de développer et de mettre en œuvre des stratégies efficaces et durables pour lutter contre le scarabée japonais en Suisse.

8 Remerciements

Nous tenons à remercier ici Cristina Marazzi et Luca Jelmini (Servizio fitosanitario cantonale, TI) ainsi qu'Eleonor Fiechter (Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, BL), Fiona Eyer (Strickhof, ZH), Tim Haye (CABI), Giovanni Dal Zotto (Università di Verona, Italie) et Doris Ortner (Spotteron, www.popillia.eu) pour la mise à disposition de leur matériel photographique. Nous remercions également nos collègues actuels, anciens collègues et collègues retraités d'Agroscope Tanja Graf, Mauro Jermini, Christian Linder, Hanna Neuenschwander, Christian Schweizer et Magdalena Wey pour les photos et illustrations mises à disposition.

9 Bibliographie

- Allsopp, P. G., Klein, M. G., & McCoy, E. L. (1992). Effect of soil moisture and soil texture on oviposition by Japanese beetle and Rose chafer (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*, 85(6), 2194-2200. <https://doi.org/10.1093/jee/85.6.2194>
- Althoff, E. R., & Rice, K. B. (2022). Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) invasion of North America: history, ecology, and management. *Journal of Integrated Pest Management*, 13(1). <https://doi.org/10.1093/jipm/pmab043>
- Anselmi, L. (2022). *Indagini sui mezzi di contenimento fisici per il controllo di Popillia japonica nella filiera vivaistica* University of Verona J. Verona, IT.
- Balock, J. W. (1934). The status of *Tiphia Vernalis* Rohwer, an imported parasite of the Japanese beetle, at the close of 1933. *Journal of Economic Entomology*, 27(2), 491-496. <https://doi.org/10.1093/jee/27.2.491>
- Behle, R. W., Richmond, D. S., Jackson, M. A., & Dunlap, C. A. (2015). Evaluation of *Metarhizium brunneum* F52 (Hypocreales: Clavicipitaceae) for control of Japanese beetle larvae in turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 108(4), 1587-1595. <https://doi.org/10.1093/jee/tov176>
- Bohlen, P. J., & Barrett, G. W. (1990). Dispersal of the Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in strip-cropped soybean agroecosystems. *Environmental Entomology*, 19(4), 955-960. <https://doi.org/10.1093/ee/19.4.955>
- Borner, L., Martinetti, D., & Poggi, S. (2023). A new chapter of the Japanese beetle invasion saga: predicting suitability from long-invaded areas to inform surveillance strategies in Europe. *Entomologia Generalis*, 43(5), 951-960. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2023/2073>
- Borner, L., Martinetti, D., & Poggi, S. (2024). A hitchhiker's guide to Europe: mapping human-mediated dispersal of the invasive Japanese beetle. *NeoBiota*, 94, 1-14. <https://doi.org/10.3897/neobiota.94.126283>
- Bosio, G., Piazza, E., & Giacometto, E. (2022). *Popillia japonica*, una specie in progressiva diffusione. *L'Informatore Agrario*, 21, 53-59.
- Boucher, J. T., & Pfeiffer, D. G. (1989). Influence of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) foliar feeding on 'Seyval Blanc' grapevines in Virginia. *Journal of Economic Entomology*, 82(1), 220-225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jee/82.1.220>
- Burkness, E. C., Ebbenga, D. N., & Hutchison, W. D. (2020). Evaluation of foliar insecticide control of adult Japanese beetle in raspberry, 2019. *Arthropod Management Tests*, 45(1). <https://doi.org/10.1093/amt/tsaa009>
- Burkness, E. C., Ebbenga, D. N., Toninato, A. G., & Hutchison, W. D. (2022). Exclusion and repulsion of *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) using selected coverings on high tunnel structures for primocane red raspberry. *Insects*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/insects13090771>
- Bushway, L., Pritts, M., & Handley, D. (2008). Raspberry and blackberry production guide for the Northeast, Midwest, and Eastern Canada (NRAES-35). <https://ecommons.cornell.edu/items/7fc985a7-6ac4-44c9-a509-703d4b69f1f0>
- CABI. (2022). *Popillia japonica* (Japanese beetle). <https://doi.org/10.1079/cabicompndium.43599>
- CABI. (2023). CABI to investigate using parasitic fly as a classical biological control agent against Japanese beetle. *CABI News*. <https://www.cabi.org/news-article/cabi-to-investigate-using-parasitic-fly-as-a-classical-biological-control-agent-against-japanese-beetle/>
- Cappaert, D. L., & Smitley, D. R. (2002). Parasitoids and pathogens of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in Southern Michigan. *Environmental Entomology*, 31(3), 573-580. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-31.3.573>
- Carroll, E., Kunte, N., McGraw, E., Gautam, S., Range, R., Noveron-Nunez, J. A., Held, D. W., & Avila, L. A. (2023). Gene silencing in adult *Popillia japonica* through feeding of double-stranded RNA (dsRNA) complexed with branched amphiphilic peptide capsules (BAPCs). *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsec.2023.1151789>
- Chen, R.-Z., Klein, M. G., Li, Q.-Y., & Li, Y. (2014a). Mass trapping *Popillia quadriguttata* using *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) pheromone and floral lures in Northeastern China. *Environmental Entomology*, 43(3), 774-781. <https://doi.org/10.1603/en13319>
- Chen, R.-z., Klein, M. G., Li, Y., Li, Q.-y., & Sheng, C.-f. (2014b). Japanese beetle lures used alone or combined with structurally related chemicals to trap NE China scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 17(4), 871-877. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aspen.2014.09.002>
- Clausen, C., Gardner, T., & Sato, K. (1932). Biology of some Japanese and Chosenese grab parasites (Seoliidae). *USDA Technical Bulletins*, 308, 27 pp. <https://ageconsearch.umn.edu/record/163226/files/tb308.pdf>
- Clausen, C. P., Jaynes, H. A., & Gardner, T. R. (1933). Further investigations of the parasites of *Popillia japonica* in the Far East. *USDA Technical Bulletins*, 366, 51 pp. <https://ageconsearch.umn.edu/record/163566/files/tb366.pdf>
- Clausen, C. P., King, J. L., & Teranishi, C. (1927). *The parasites of Popillia japonica in Japan and Chosen (Korea), and their introduction into the United States*. US Department of Agriculture.
- Crutchfield, B. A., Potter, D. A., & Powell, A. J. (1995). Irrigation and nitrogen fertilization effects on white grub injury to Kentucky bluegrass and tall fescue turf. *Crop Science*, 35(4), 1122-1126. <https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500040034x>

- Dunbar, D. M., & Beard, R. L. (1975). Present status of milky disease of Japanese and Oriental beetles in Connecticut. *Journal of Economic Entomology*, 68(4), 453-457. <https://doi.org/10.1093/jee/68.4.453>
- Ebbenga, D. N., Burkness, E. C., Clark, M. D., & Hutchison, W. D. (2022a). Impact of adult *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) foliar feeding injury on fruit yield and quality of a temperate, cold-hardy wine grape, 'Frontenac'. *Frontiers in Insect Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/finsec.2022.887659>
- Ebbenga, D. N., Hanson, A. A., Burkness, E. C., & Hutchison, W. D. (2022b). A degree-day model for forecasting adult phenology of *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) in a temperate climate. *Frontiers in Insect Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/finsec.2022.1075807>
- Edwards, C. R. (1999). Japanese beetle. In K. L. Steffey, M. E. Rice, J. All, D. A. Andow, M. E. Gray, & J. W. van Duyn (Eds.), *Handbook of corn insect pests* (pp. 90-91). Entomological Society of America. <https://bioone.org/ebooks/esa-handbooks/Handbook-of-Corn-Insects/9/Pest-Information/10.4182/EIOG7808.44.119.pdf>
- EFSA. (2018). Pest categorisation of *Popillia japonica*. C. Bragard, K. Dehnen-Schmutz, F. Di Serio, P. Gonthier, M. A. Jacques, J. A. Jaques Miret, A. F. Justesen, C. S. Magnusson, & P. Milonas (Eds.), *EFSA Journal* (Vol. 16, pp. e05438). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5438>.
- EFSA. (2020). General guidelines for statistically sound and risk-based surveys of plant pests. E. Lázaro, S. Parnell, A. V. Civera, J. Schans, M. Schenk, J. C. Abrahantes, G. Zancanaro, & S. Vos (Eds.), *EFSA Supporting Publications* (Vol. 17, pp. 1919E). <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2020.EN-1919>.
- EFSA. (2023). Pest survey card on *Popillia japonica* EFSA Supporting Publications (pp. 2022:EN-7809). <https://efsa.europa.eu/plants/planthealth/monitoring/surveillance/popillia-japonica>
- EPPO. (2006). *Popillia japonica*. *EPPO Bulletin*, 36(3), 447-450. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2006.01039.x>
- EPPO. (2016). PM 9/21(1) *Popillia japonica*: procedures for official control. *EPPO Bulletin*, 46(3), 543-555. <https://doi.org/10.1111/epp.12345>
- EPPO. (2024). *Popillia japonica* (POPIJA). <https://gd.eppo.int/taxon/POPIJA>
- Fleming, W. E. (1968). *Biological control of the Japanese beetle* (Vol. 1383). US department of Agriculture.
- Fleming, W. E. (1972). *Biology of the Japanese beetle*. US Department of Agriculture.
- Fleming, W. E., Metzger, F. W., & Osburn, M. R. (1934). *Protection of orchard and shade trees and ornamental shrubs from injury by the Japanese beetle*. US Department of Agriculture.
- Gardner, T. R. (1938). Influence of feeding habits of *Tiphia vernalis* on the parasitization of the Japanese beetle. *Journal of Economic Entomology*, 31(2), 204-207. <https://doi.org/10.1093/jee/31.2.204>
- Gilioli, G., Sperandio, G., Simonetto, A., Ciampitti, M., Cavagna, B., Bianchi, A., Battisti, A., Mori, N., De Francesco, A., & Gervasio, P. (2024). Predicting the spatio-temporal dynamics of *Popillia japonica* populations. *Journal of Pest Science*. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01738-x>
- Gilioli, G., Sperandio, G., Simonetto, A., Colturato, M., Battisti, A., Mori, N., Ciampitti, M., Cavagna, B., Bianchi, A., & Gervasio, P. (2022). Modelling diapause termination and phenology of the Japanese beetle, *Popillia japonica*. *Journal of Pest Science*, 95(2), 869-880. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01434-8>
- Gotta, P., Ciampitti, M., Cavagna, B., Bosio, G., Gilioli, G., Alma, A., Battisti, A., Mori, N., Mazza, G., Torrini, G., Paoli, F., Santoiemma, G., Simonetto, A., Lessio, F., Sperandio, G., Giacometto, E., Bianchi, A., Roversi, P. F., & Marianelli, L. (2023). *Popillia japonica* – Italian outbreak management. *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsec.2023.1175138>
- Graf, T., Scheibler, F., Niklaus, P. A., & Grabenweger, G. (2023). From lab to field: biological control of the Japanese beetle with entomopathogenic fungi. *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsec.2023.1138427>
- Gu, S., & Pomper, K. W. (2008). Grape cultivar feeding preference of adult Japanese beetles. *Hortscience*, 43(1), 196-199. <https://doi.org/https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.1.196>
- Hamilton, R. M. (2003). *Remote sensing and GIS studies on the spatial distribution and management of Japanese beetle adults and grubs* [Purdue University]. West Lafayette (USA).
- Hammond, R. (1994). Japanese beetle. *Handbook of soybean insect pests*. Entomological Society of America, Lanham, MD, 64-65.
- Hammons, D. L., Kurtural, S. K., Newman, M. C., & Potter, D. A. (2009). Invasive Japanese beetles facilitate aggregation and injury by a native scarab pest of ripening fruits. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(10), 3686-3691. <https://doi.org/doi:10.1073/pnas.0811097106>
- Hammons, D. L., Kurtural, S. K., & Potter, D. A. (2010a). Impact of insecticide-manipulated defoliation by Japanese beetle (*Popillia japonica*) on grapevines from vineyard establishment through production. *Pest Management Science*, 66(5), 565-571. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ps.1908>
- Hammons, D. L., Kurtural, S. K., & Potter, D. A. (2010b). Japanese beetle defoliation reduces primary bud cold hardiness during vineyard establishment. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61(1), 130-134. <https://doi.org/10.5344/ajev.2010.61.1.130>
- Hawley, I. M., & Metzger, F. W. (1940). *Feeding habits of the adult Japanese beetle*. US Department of Agriculture.
- Henden, J., & Guédot, C. (2022). Effect of surrounding landscape on *Popillia japonica* abundance and their spatial pattern within Wisconsin vineyards. *Frontiers in Insect Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/finsec.2022.961437>
- Hutton, P. O., Jr., & Burbutis, P. P. (1974). Milky disease and Japanese beetle in Delaware. *Journal of Economic Entomology*, 67(2), 247-248. <https://doi.org/10.1093/jee/67.2.247>

- Iovinella, I., Barbieri, F., Biazzini, E., Sciandra, C., Tava, A., Mazza, G., Marianelli, L., Cini, A., Roversi, P. F., & Torrini, G. (2023). Antifeedant and insecticidal effects of alfalfa saponins in the management of the Japanese beetle *Popillia japonica*. *Journal of Applied Entomology*, 147(8), 651-660. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jen.13153>
- IPPC. (2008). International Standards for phytosanitary measures. IPPC Secretariat (Ed.), *International Standard for Phytosanitary Measures*. Rome: FAO. https://assets.ippc.int/static/media/files/publication/en/2016/11/01_2008_IPSMs_1-31_book_En.pdf
- IPPC. (2021). Surveillance. IPPC Secretariat (Ed.), *International Standard for Phytosanitary Measures* (Vol. 6). Rome: FAO. <https://www.ippc.int/en/publications/615/>
- IPPC. (2024). Requirements for the establishment of pest free areas. IPPC Secretariat (Ed.), *International Standard for Phytosanitary Measures* (Vol. 4). Rome: FAO. <https://www.ippc.int/en/publications/614/>
- Jurenka, R., Russell, K., & O'Neal, M. (2017). Phytoecdysteroids as antifeedants towards several beetles that include polyphagous and monophagous feeding guilds. *Pest Management Science*, 73(8), 1633-1637. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ps.4500>
- Keller, S., & Schweizer, C. (2008). Engerlingsbekämpfung mit Pilzen. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 16, 361-364.
- Keller, S., Schweizer, C., Keller, E., & Brenner, H. (1997). Control of white grubs (*Melolontha melolontha* L.) by treating adults with the fungus *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, 7(1), 105-116. <https://doi.org/10.1080/09583159731090>
- King, J., & Parker, L. B. (1950). *The Spring tiphia: an imported enemy of the Japanese beetle*. US Department of Agriculture.
- King, J. L. (1931). The present status of the established parasites of *Popillia japonica* Newman. *Journal of Economic Entomology*, 24(2), 453-462. <https://doi.org/10.1093/jee/24.2.453>
- Klein, M. (2022). *Popillia japonica* (Japanese beetle) <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.43599>
- Klein, M. G., & Georgis, R. (1992). Persistence of control of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) sarvae with Steinernematid and Heterorhabditid nematodes. *Journal of Economic Entomology*, 85(3), 727-730. <https://doi.org/10.1093/jee/85.3.727>
- Korycinska, A., & Baker, R. (2017). Exploiting the high-resolution JRC-MARS European climatic dataset for pest risk mapping. *EPPO Bulletin*, 47(2), 246-254. <https://doi.org/10.1111/epp.12378>
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259-263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- Kreuger, B., & Potter, D. A. (2001). Diel feeding activity and thermoregulation by Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) within host plant canopies. *Environmental Entomology*, 30(2), 172-180. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-30.2.172>
- Krombein, K. V. (1948). Liberation of Oriental scolioid wasps in the United States from 1920 to 1946 (Hymenoptera: Scoliidae, Tiphidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 41(1), 58-62. <https://doi.org/10.1093/aesa/41.1.58>
- Lalancette, N., Belding, R. D., Shearer, P. W., Frecon, J. L., & Tietjen, W. H. (2005). Evaluation of hydrophobic and hydrophilic kaolin particle films for peach crop, arthropod and disease management. *Pest Management Science*, 61(1), 25-39. <https://doi.org/10.1002/ps.943>
- Langford, G. S., Crosthwait, S., & Whittington, F. (1940). The value of traps in Japanese beetle control. *Journal of Economic Entomology*, 33(2), 317-320. <https://doi.org/10.1093/jee/33.2.317>
- Lannan, M. C., & Guédot, C. (2024). Attract-and-kill for managing *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) abundance and leaf injury in commercial vineyards. *Journal of Economic Entomology*. <https://doi.org/10.1093/jee/toae031>
- Legault, S., Doyon, J., & Brodeur, J. (2024). Reliability of a commercial trap to estimate population parameters of Japanese beetles, *Popillia japonica*, and parasitism by *Istocheta aldrichi*. *Journal of Pest Science*, 97(2), 575-583. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01666-w>
- Lessio, F., Pisa, C. G., Picciau, L., Ciampitti, M., Cavagna, B., & Alma, A. (2022). An immunomarking method to investigate the flight distance of the Japanese beetle. *Entomologia Generalis*, 42(1), 45-56. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2021/1117>
- MacLeod, G. R., Richmond, D. S., & Filley, T. R. (2024). Invasive Japanese beetle (*Popillia japonica* Newman) larvae alter structure and carbon distribution in infested surface soil. *Science of The Total Environment*, 918, 170687. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170687>
- Marianelli, L., Paoli, F., Torrini, G., Mazza, G., Benvenuti, C., Binazzi, F., Sabbatini Peverieri, G., Bosio, G., Venanzio, D., Giacometto, E., Priori, S., Koppenhöfer, A. M., & Roversi, P. F. (2017). Entomopathogenic nematodes as potential biological control agents of *Popillia japonica* (Coleoptera, Scarabaeidae) in Piedmont Region (Italy). *Journal of Applied Entomology*, 142, 311-318. <https://doi.org/10.1111/jen.12470>
- Maxey, L., Laub, C., & Pfeiffer, D. (2009). Effects of geranium exposure on Japanese beetle (*Popillia japonica*) feeding on primocane-bearing raspberries. Proceedings of the 85th Cumberland-Shenandoah fruit workers conference,
- McDonald, R., Puttler, B., Klein, M., Oliver, J., Grundler, J., Brown, M. E., Wilcox, B., & Burfitt, C. (2020). Establishment of *Tiphia vernalis* (Hymenoptera: Tiphidae), a naturalized parasitoid of the Japanese beetle,

- Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae), in Meramec State Park, Sullivan, Missouri, USA. *Journal of Entomological Science*, 55(1), 130-136. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-55.1.130>
- McDonald, R. C., & Klein, M. G. (2007, December 9-12). *Recent IPM advances using parasitoids to suppress Japanese beetle populations*. ESA Annual Meeting, San Diego (USA). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16786.99523>
- Mercader, R. J., & Isaacs, R. (2003a). Damage potential of Rose chafer and Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in Michigan vineyards. *The Great Lakes Entomologist*, 36(3 & 4), 9. <https://doi.org/10.22543/0090-0222.2091>
- Mercader, R. J., & Isaacs, R. (2003b). Phenology-dependent effects of foliar injury and herbivory on the growth and photosynthetic capacity of nonbearing *Vitis labrusca* (Linnaeus) var. Niagara. *American Journal of Enology and Viticulture*, 54(4), 252-260. <https://doi.org/10.5344/ajev.2003.54.4.252>
- Milián-García, Y., Pyne, C., Lindsay, K., Romero, A., & Hanner, R. H. (2023). Unveiling invasive insect threats to plant biodiversity: Leveraging eDNA metabarcoding and saturated salt trap solutions for biosurveillance. *PLoS ONE*, 18(8), e0290036. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290036>
- Mori, N., Santoiemma, G., Glazer, I., Gilioli, G., Ciampitti, M., Cavagna, B., & Battisti, A. (2022). Management of *Popillia japonica* in container-grown nursery stock in Italy. *Phytoparasitica*, 50(1), 83-89. <https://doi.org/10.1007/s12600-021-00948-2>
- Nardi, F., Boschi, S., Funari, R., Cucini, C., Cardaioli, E., Potter, D., Asano, S.-I., Toubarro, D., Meier, M., Paoli, F., Carapelli, A., & Frati, F. (2024). The direction, timing and demography of *Popillia japonica* (Coleoptera) invasion reconstructed using complete mitochondrial genomes. *Scientific Reports*, 14(1), 7120. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57667-x>
- Niemczyk, H., & Lawrence, K. (1973). Japanese beetle: evidence of resistance to cyclodiene insecticides in larvae and adults in Ohio. *Journal of Economic Entomology*, 66(2), 520-521. <https://doi.org/10.1093/jee/66.2.520>
- O'Hara, J. E. (2014). New tachinid records for the United States and Canada. *The Tachinid Times*, 27, 34-40. http://www.nadsdiptera.org/Tach/WorldTachs/TTimes/TT27_e-prints/OHara2014_34-40_TTT_New%20records.pdf
- Oliver, J. B., Reding, M. E., Youssef, N. N., Klein, M. G., Bishop, B. L., & Lewis, P. A. (2009). Surface-applied insecticide treatments for quarantine control of Japanese beetle, *Popillia japonica* Newman (Coleoptera: Scarabaeidae), larvae in field-grown nursery plants. *Pest Management Science*, 65(4), 381-390. <https://doi.org/10.1002/ps.1701>
- Paoli, F., Barbieri, F., Iovinella, I., Sciandra, C., Barzanti, G. P., Torrini, G., Sabbatini Peverieri, G., Mazza, G., Benvenuti, C., Sacco, D., Martinetti, D., Roversi, P. F., & Marianelli, L. (2024). Comparison of different attract-and-kill device densities to control the adult population of (Coleoptera: Scarabaeidae). *Pest Management Science*, 80, 6236-6242. <https://doi.org/10.1002/ps.8352>
- Paoli, F., Iovinella, I., Barbieri, F., Sciandra, C., Sabbatini Peverieri, G., Mazza, G., Torrini, G., Barzanti, G. P., Benvenuti, C., Strangi, A., Bosio, G., Mori, E., Roversi, P. F., & Marianelli, L. (2023). Effectiveness of field-exposed attract-and-kill devices against the adults of *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae): a study on duration, form and storage. *Pest Management Science*, 79(9), 3262-3270. <https://doi.org/10.1002/ps.7504>
- Pavasini, M. (2021). *Gestione integrata di Popillia japonica nella filiera vivaistica* University of Verona]. Verona, IT.
- Pfeiffer, D. G. (2012). Japanese beetle and other Coleoptera feeding on grapevines in eastern North America. In *Arthropod Management in Vineyards*: (pp. 403-429). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4032-7_17
- Piñero, J. C., & Dudenhofer, A. P. (2018). Mass trapping designs for organic control of the Japanese beetle, *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Pest Management Science*, 74(7), 1687-1693. <https://doi.org/10.1002/ps.4862>
- Piombino, M., Smitley, D., & Lewis, P. (2020). Survival of Japanese beetle, *Popillia japonica* Newman, larvae in field plots when infected with a microsporidian pathogen, *Ovavesicula popilliae*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 174, 107434. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107434>
- Pires, E. M., & Koch, R. L. (2020). Japanese beetle feeding and survival on apple fruits. *Bioscience Journal*, 36(4), 1327-1334. <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n4a2020-50364>
- Potter, D. A. (1998). *Destructive turfgrass insects: biology, diagnosis, and control*. John Wiley & Sons.
- Potter, D. A. (2003). Managing insect pests of sport fields: problems and prospects *1st International Conference on Turfgrass Management and Science for Sports Fields* (661 ed., pp. 449-461): International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.661.62>
- Potter, D. A., & Held, D. W. (1999). Absence of food-aversion learning by a polyphagous scarab, *Popillia japonica*, following intoxication by geranium, *Pelargonium × hortorum*. In S. J. Simpson, A. J. Mordue, & J. Hardie (Eds.), *Proceedings of the 10th International Symposium on Insect-Plant Relationships* (pp. 83-88). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1890-5_9
- Potter, D. A., & Held, D. W. (2002). Biology and management of the Japanese beetle. *Annual Review of Entomology*, 47(1), 175-205. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145153>
- Potter, D. A., Powell, A. J., Spicer, P. G., & Williams, D. W. (1996). Cultural practices affect root-feeding white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 89(1), 156-164. <https://doi.org/10.1093/jee/89.1.156>

- Ramoutar, D., & Legrand, A. (2007). Survey of *Tiphia vernalis* (Hymenoptera: Tiphidae), a parasitoid wasp of *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae), in Connecticut. *Florida Entomologist*, 90(4), 780-782, 783. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2007\)90\[780:SOTVHT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2007)90[780:SOTVHT]2.0.CO;2)
- Reding, M. E., & Klein, M. G. (2001). *Tiphia vernalis* (Hymenoptera: Tiphidae) parasitizing oriental beetle, *Anomala orientalis* (Coleoptera: Scarabaeidae) in a nursery. *The Great Lakes Entomologist*, 34(2), 8. <https://doi.org/10.22543/0090-0222.2049>
- Redmond, C. T., & Potter, D. A. (1995). Lack of efficacy of in vivo- and putatively in vitro-produced *Bacillus popilliae* against field populations of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) grubs in Kentucky. *Journal of Economic Entomology*, 88(4), 846-854. <https://doi.org/10.1093/jee/88.4.846>
- Redmond, C. T., Wallis, L., Geis, M., Williamson, R. C., & Potter, D. A. (2020). Strengths and limitations of *Bacillus thuringiensis galleriae* for managing Japanese beetle (*Popillia japonica*) adults and grubs with caveats for cross-order activity to monarch butterfly (*Danaus plexippus*) larvae. *Pest Management Science*, 76(2), 472-479. <https://doi.org/10.1002/ps.5532>
- Regione Piemonte. (2019). *Popillia japonica* descrizione dei danni e indicazioni per possibili strategie di difesa. https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2019-06/popillia_danni_difesa.pdf
- Régnière, J., Powell, J., Bentz, B., & Nealis, V. (2012). Effects of temperature on development, survival and reproduction of insects: Experimental design, data analysis and modeling. *Journal of Insect Physiology*, 58(5), 634-647. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2012.01.010>
- Régnière, J., Rabb, R. L., & Stinner, R. E. (1981). *Popillia japonica*: Simulation of temperature-dependent development of the immatures, and prediction of adult emergence. *Environmental Entomology*, 10(3), 290-296. <https://doi.org/10.1093/ee/10.3.290>
- Renkema, J. M., & Parent, J.-P. (2021). Mulches used in highbush blueberry and entomopathogenic nematodes affect mortality rates of third-instar *Popillia japonica*. *Insects*, 12(10), 907. <https://doi.org/10.3390/insects12100907>
- Ribeiro, A. V., Cira, T. M., MacRae, I. V., & Koch, R. L. (2022). Effects of feeding injury from *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) on soybean spectral reflectance and yield. *Frontiers in Insect Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/finsec.2022.1006092>
- Rogers, M. E., & Potter, D. A. (2002). Kairomones from scarabaeid grubs and their frass as cues in below-ground host location by the parasitoids *Tiphia vernalis* and *Tiphia pygidialis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 102(3), 307-314. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2002.00951.x>
- Rogers, M. E., & Potter, D. A. (2003). Effects of spring imidacloprid application for white grub control on parasitism of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) by *Tiphia vernalis* (Hymenoptera: Tiphidae). *Journal of Economic Entomology*, 96(5), 1412-1419. <https://doi.org/10.1093/jee/96.5.1412>
- Rogers, M. E., & Potter, D. A. (2004a). Biology of *Tiphia pygidialis* (Hymenoptera: Tiphidae), a parasitoid of Masked chafer (Coleoptera: Scarabaeidae) grubs, with notes on the seasonal occurrence of *Tiphia vernalis* in Kentucky. *Environmental Entomology*, 33(3), 520-527. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-33.3.520>
- Rogers, M. E., & Potter, D. A. (2004b). Potential for sugar sprays and flowering plants to increase parasitism of white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) by Tiphid wasps (Hymenoptera: Tiphidae). *Environmental Entomology*, 33(3), 619-626. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-33.3.619>
- Sanchez, B., Barreiro-Hurle, J., Soto Embodas, I., & Rodriguez-Cerezo, E. (2019). *The Impact Indicator for Priority Pests (I2P2): A tool for ranking pests according to Regulation (EU) 2016/2031* (Vol. 10).
- Santoemma, G., Battisti, A., Gusella, G., Cortese, G., Tosi, L., Gilioli, G., Sperandio, G., Ciampitti, M., Cavagna, B., & Mori, N. (2021). Chemical control of *Popillia japonica* adults on high-value crops and landscape plants of northern Italy. *Crop Protection*, 150, 105808. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105808>
- Sciandra, C., Barbieri, F., Ancillotto, L., Torrini, G., Marianelli, L., Iovinella, I., Paoli, F., Paolo Barzanti, G., Benvenuti, C., Federico Roversi, P., & Mazza, G. (2024). Can we manage alien invasive insects without altering native soil faunal communities? A field trial on *Popillia japonica*. *Ecological Indicators*, 161, 111955. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111955>
- Shanovich, H. N., Dean, A. N., Koch, R. L., & Hodgson, E. W. (2019). Biology and management of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in corn and soybean. *Journal of Integrated Pest Management*, 10(1). <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz009>
- Shanovich, H. N., Ribeiro, A. V., & Koch, R. L. (2021). Seasonal abundance, defoliation, and parasitism of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in two apple cultivars. *Journal of Economic Entomology*, 114(2), 811-817. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa315>
- Sim, R. J. (1934). Small mammals as predators on Japanese beetle grubs. *Journal of Economic Entomology*, 27(2), 482-485. <https://doi.org/10.1093/jee/27.2.482>
- Simões, N., Laumond, C., & Bonifassi, E. (1993). Effectiveness of *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis bacteriophora* against *Popillia japonica* in the Azores. *Journal of Nematology*, 25(3), 480. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2619391/>
- Smith, L. B. (1923). *Feeding habits of the Japanese beetle which influence its control* (Vol. 1154). U.S. Dept. of Agriculture. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.109044>
- Smitley, D., Hotchkiss, E., Buckley, K., Piombiono, M., Lewis, P., & Studyvin, J. (2022). Gradual decline of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) populations in Michigan follows establishment of *Ovavesicula popilliae* (Microsporidia). *Journal of Economic Entomology*, 115(5), 1432-1441. <https://doi.org/10.1093/jee/toac085>

- Strangi, A., Paoli, F., Nardi, F., Shimizu, K., Kimoto, T., Iovinella, I., Bosio, G., Roversi, P. F., Carapelli, A., & Marianelli, L. (2024). Tracing the dispersal route of the invasive Japanese beetle *Popillia japonica*. *Journal of Pest Science*, 97(2), 613-629. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01653-1>
- Strasser, H., Zelger, R., Pernfuss, B., Längle, T., & Seger, C. (2005). EPPO-based efficacy study to control *Phyllopertha horticola* in golf courses. *Bulletin OILB SROP (France)*, 28, 189-192.
- Straubinger, F. B., Benjamin, E. O., Venus, T. E., & Sauer, J. (2022). The economic importance of early pest control: new insights from potential *Popillia japonica* infestation in Europe. *AgriRxiv*. <https://doi.org/10.31220/agriRxiv.2022.00151>
- Straubinger, F. B., Venus, T. E., Benjamin, E. O., & Sauer, J. (2023). Private management costs of *Popillia japonica*: a study of viticulture in Italy. *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsc.2023.1176405>
- Streito, J., & Chartois, M. (2022). *Popillia japonica* (Newman, 1838): *Historique de l'invasion*. INRAE. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/27017/Agir-Historique-de-l-invasion>
- Switzer, P. V., & Cumming, R. M. (2014). Effectiveness of hand removal for small-scale management of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*, 107(1), 293-298. <https://doi.org/10.1603/ec12303>
- Switzer, P. V., Enstrom, P. C., & Schoenick, C. A. (2009). Behavioral explanations underlying the lack of trap effectiveness for small-scale management of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*, 102(3), 934-940. <https://doi.org/10.1603/029.102.0311>
- Tayeh, C., Poggi, S., Desneux, N., Jactel, H., & Verheggen, F. (2023). Host plants of *Popillia japonica*: a review. *Recherche Data Gouv*, V2, UNF:6:657Ao271KA610h656jsXEMdmg== [fileUNF]. <https://doi.org/10.57745/SXZNQF>
- Terry, L. A., Potter, D. A., & Spicer, P. G. (1993). Insecticides affect predatory arthropods and predation on Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) eggs and Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) pupae in turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 86(3), 871-878. <https://doi.org/10.1093/jee/86.3.871>
- Torrini, G., Paoli, F., Mazza, G., Simoncini, S., Benvenuti, C., Strangi, A., Tarasco, E., Barzanti, G. P., Bosio, G., Cutino, I., Roversi, P. F., & Marianelli, L. (2020). Evaluation of indigenous entomopathogenic nematodes as potential biocontrol agents against *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Northern Italy. *Insects*, 11(11), 804. <https://doi.org/10.3390/insects11110804>
- USDA. (2015). *Managing the Japanese beetle: a homeowner's handbook* (A. P. H. I. S. United States Department of Agriculture, Ed.). United States Department of Agriculture <https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/JBhandbook.pdf>
- Villani, M. G., & Wright, R. J. (1988). Entomogenous nematodes as biological control agents of European chafer and Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae infesting turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 81(2), 484-487. <https://doi.org/10.1093/jee/81.2.484>
- Wawrzynski, R. P., & Ascerno, M. E. (1998). Mass trapping for Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) suppression in isolated areas. *Journal of Arboriculture*, 24(6), 303-307. <https://doi.org/10.48044/jauf.1998.038>
- Wey, M., Neuenschwander, H., Hoesli, E., Maurhofer, M., & Grabenweger, G. (submitted). Autodissemination of *Metarhizium brunneum*: A strategy for biological control of adult Japanese beetles. *Journal of Pest Science*.
- Wood, T. N., Richardson, M., Potter, D. A., Johnson, D. T., Wiedenmann, R. N., & Steinkraus, D. C. (2009). Ovipositional preferences of the Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) among warm- and cool-season turfgrass species. *Journal of Economic Entomology*, 102(6), 2192-2197. <https://doi.org/10.1603/029.102.0623>
- Zenger, J. T., & Gibb, T. J. (2001). Identification and impact of egg predators of *Cyclocephala lurida* and *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass. *Environmental Entomology*, 30(2), 425-430. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-30.2.425>

10 Liste des illustrations

Figure 1: Stades de vie du scarabée japonais (© Doris Ortner, Spotteron, IPM-Popillia www.popillia.eu).	9
Figure 2: Scarabée japonais adulte et comparaison de taille (© Christian Schweizer et Christian Linder, Agroscope).	10
Figure 3: Éperon tibial d'un scarabée japonais a) mâle et b) femelle. Chez le mâle (♂), l'éperon est pointu et fortement recourbé vers l'extérieur tandis qu'il est plus rond et moins recourbé chez la femelle (♀) (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	11
Figure 4: Œufs de scarabée japonais (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	11
Figure 5: a) Larve de scarabée japonais du troisième stade, incurvée en forme de C et b) détail du motif en V caractéristique de l'espèce constitué par les rangées d'épines, à l'extrémité de l'abdomen (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	12
Figure 6: Nymphe de scarabée japonais (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	13
Figure 7: Différents scarabéidés indigènes: a) hanneton horticole (<i>Phyllopertha horticola</i>), b) rutelle velue (<i>Anisoplia villosa</i>), c) <i>Mimela junii</i> , d) <i>Anomala dubia</i> et e) hanneton commun (<i>Melolontha melolontha</i>) (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	14
Figure 8: Comportement d'alerte du scarabée japonais adulte, déployant une paire de pattes en cas de danger (© Christian Schweizer, Agroscope).	14
Figure 9: Cycle de vie du scarabée japonais (© Magdalena Wey, Agroscope).	15
Figure 10: Dégâts foliaires sur différentes plantes hôtes (© Mauro Jermini et Patrik Kehrl, Agroscope).	17
Figure 11: Dégâts causés par les larves du scarabée japonais sur une pelouse jaunissante et clairsemée (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, TI).	18
Figure 12: Ver blanc de scarabée japonais parasité par un nématode du genre <i>Hexameris</i> (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	19
Figure 13: Carte mondiale de la distribution du scarabée japonais. La résolution régionale est imprécise, les différents pays ou États fédéraux étant colorés dans leur entier (© OEPP Global Database, dernière actualisation 7.11.2024, https://gd.eppo.int/taxon/POPIJA/distribution).	20
Figure 14: Courbe d'invasion d'un organisme nuisible envahissant, avec dynamique de population et perspectives de lutte (© United States Government Accountability Office (GAO) 2015. AQUATIC INVASIVE SPECIES Additional Steps Could Help Measure Federal Progress in Achieving Strategic Goals. GAO-16-49. https://www.gao.gov/products/gao-16-49).	23
Figure 15: Piège à phéromones pour la surveillance des scarabées japonais adultes (© Joana Weibel, Agroscope).	25
Figure 16: Échantillon de sol destiné à la détection de larves du scarabée japonais (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	27
Figure 17: Flyer de l'Office fédéral de l'agriculture sur le scarabée japonais .	29
Figure 18: Rose infestée par des scarabées japonais (© Tanja Graf, Agroscope).	30
Figure 19: Terrain de sport a) infesté par des vers blancs de scarabée japonais et b) dont émergent des adultes (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, TI).	31
Figure 20: Infestation de scarabées japonais sur a) du maïs et b) du soja (© Giselher Grabenweger et Tanja Graf, Agroscope).	32
Figure 21: Scarabée japonais sur une feuille d'aubergine (© Luca Jelmini, Servizio fitosanitario cantonale, TI).	33
Figure 22: Prunes infestées de scarabées japonais (© a) Tanja Graf, Agroscope, b) Giovanni Dal Zotto, Università di Verona).	34
Figure 23: a) Mûres et b) myrtilles infestées par des scarabées japonais (© Tanja Graf, Agroscope).	35
Figure 24: Vigne infestée de scarabées japonais (© Tanja Graf et Joana Weibel, Agroscope).	36
Figure 25: Plantes en pot munies d'une couche de protection contre les pontes de scarabée japonais (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, TI).	39
Figure 26: Terrains de sport recouverts de bâches pour entraver la ponte et/ou l'éclosion des adultes de <i>P. japonica</i> (© a) Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, BL, b) Fiona Eyer, Strickhof, ZH).	40
Figure 27: Fraisage de la couche herbeuse pour lutter contre les vers blancs de scarabée japonais dans le sol (© Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, BL).	40
: Fraisage de la couche herbeuse pour lutter contre les vers blancs de scarabée japonais dans le sol (© Eleonor Fiechter, Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, BL).	40
Figure 28: Ramassage manuel de scarabées japonais dans un vignoble (© Servizio fitosanitario cantonale, Sezione dell'agricoltura, TI).	41
Figure 29: Larve de scarabée japonais parasitée par <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>galleriae</i> (BTG) (© Giselher Grabenweger, Agroscope).	43
Figure 30: Scarabée japonais parasité par <i>Metarhizium brunneum</i> (© Hanna Neuenschwander, Agroscope).	44

Figure 31: Ver blanc de scarabée japonais infesté par des nématodes *Heterorhabditis bacteriophora* (© Giselher Grabenweger, Agroscope).....45

Figure 32: a) *Istochea aldrichi* est un parasitoïde de la famille des Tachinidae qui b) pond ses œufs sur le pronotum des scarabées japonais adultes (© Tim Haye, CABI).46

Figure 33: Argiope frelon (épeire fasciée) ayant capturé deux scarabées japonais adultes dans sa toile (© Tanja Graf, Agroscope).47

Figure 34: Scarabées japonais attirés au moyen d'un attractif vers un filet imprégné d'insecticide (= LLIN) (© Giselher Grabenweger, Agroscope).48

Figure 35: Pulvérisation d'insecticide destinée à éradiquer le scarabée japonais (© Fiona Eyer, Strickhof, ZH).49

: Pulvérisation d'insecticide destinée à éradiquer le scarabée japonais (© Fiona Eyer, Strickhof, ZH).....49

11 Liste des tableaux

Tableau 1: Estimation de l'importance des mesures présentées pour la régulation future du scarabée japonais dans les différentes cultures. Un X signale une application prometteuse et donc probable de la mesure dans le groupe de cultures correspondant, un (X) correspond à une application partiellement prometteuse et donc possible de la mesure, les cellules vides représentent des mesures peu prometteuses et donc une application peu probable de celles-ci.53