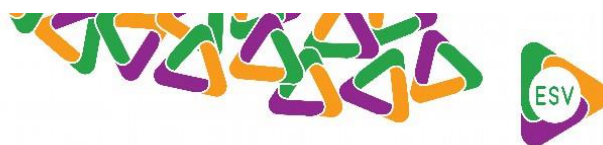


POINT SUR



GROUPE DE TRAVAIL « VEILLE SANITAIRE INTERNATIONALE » - VSI

Les "Point sur" résument l'état actuel des connaissances sanitaires et scientifiques des végétaux au travers de l'actualité en Europe et à l'International.

Point sur	Mieux gérer les épidémies végétales via l'action collective fondée sur les systèmes socio-écologiques
N°2 / décembre 2024	
Sujet	Synthèse (avec intégration de quelques références supplémentaires) de la revue « Free-Riding in Plant Health : A Social-Ecological Systems Approach to Collective Action » rédigé de Sara Garcia-Figuera et al. (Septembre 2024) : https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-121423-041950 .
Rédaction	Pieretti Isabelle.
Relecture (ordre alphabétique)	David Guillaume, Duperier Sandy, Farigoule Pauline, Grosdidier Marie, Quillévéré Anne.

RÉSUMÉ

La faisabilité et le succès de l'action collective dans la gestion des maladies en santé des plantes dépendent d'une série de variables épidémiologiques, économiques et sociales. Adapter la stratégie de gestion à l'échelle de propagation de la maladie, réduire les coûts de transaction et encourager la coopération par la confiance et la réciprocité sont les clés d'une gestion efficace des maladies des plantes à grande échelle. Les motivations et les freins à la participation à des actions collectives en santé des végétaux sont influencés par une interaction complexe de facteurs personnels, sociaux et contextuels. La connaissance du problème, les avantages perçus, la tolérance au risque, les différences idéologiques, l'hétérogénéité et la taille du groupe, le capital social, les réseaux de communication, et les limites définies sont autant de facteurs qui déterminent la contribution des individus aux actions collectives. Pour encourager la participation, il est essentiel de favoriser une communication solide, de renforcer le capital social et d'offrir des avantages clairs aux participants. De plus, le leadership et le dépassement des frontières sociales et physiques sont essentiels pour combler les écarts entre les personnes et les organisations afin de pouvoir créer des stratégies de gestion collective efficaces. Par ailleurs, une gouvernance efficace de la santé des plantes nécessite une typologie de systèmes de gouvernance allant de l'approche externe (descendante) à l'approche communautaire (ascendante), chacune étant adaptée à des contextes pathologiques ou épidémiques différents. Les efforts externes, tels que l'application de la quarantaine, conviennent aux problèmes de grande ampleur, tandis que les modèles communautaires conviennent aux problèmes localisés. En perspective, seule la mise en place d'un programme de recherche interdisciplinaire est susceptible de permettre le développement d'une approche véritablement intégrée des systèmes socio-écologiques en vue d'une action collective réussie. Davantage de recherches empiriques devraient y être associées pour être en mesure de faire des recommandations adaptées en matière de gouvernance sanitaire.

1. INTRODUCTION

L'article traite de l'action collective, et de l'importance des fondamentaux épidémiologiques i.e l'échelle et la connectivité dans la gestion des maladies des plantes. L'efficacité de la gestion des maladies végétales est étroitement liée à l'échelle de dispersion des agents pathogènes et à la manière dont les efforts de gestion s'adaptent à ces dernières. Si la plupart des maladies végétales sont gérées au niveau du champ ou de l'exploitation, certains agents pathogènes nécessitent des efforts de gestion à l'échelle de la région qui impliquent une action coordonnée sur une plus grande échelle spatiale. Les bénéfices de l'action collective pour la gestion des bioinvasions ont fait l'objet d'une étude antérieure au travers du prisme économique ([Epanchin-Niell et al., 2017](#)) et ont déjà montré leur efficacité dans le cadre de la surveillance d'agents pathogènes comme par exemple la rouille du soja en Amérique du Nord ([Sikora et al., 2014](#)). Toutefois, la mise en œuvre de telles actions collectives se heurte à des difficultés, notamment en raison de la tendance des individus à « resquiller » ou à « faire du parasitisme », c'est-à-dire à bénéficier des efforts du groupe sans y contribuer. Cela crée un dilemme et si un nombre suffisant de participants s'abstiennent, les avantages collectifs diminuent. L'action collective est un concept issu des sciences sociales qui désigne les efforts déployés par des groupes d'individus en vue d'atteindre un objectif commun. Cependant, en matière de gestion collective, les efforts peuvent être difficiles à organiser en raison des coûts associés et des incitations pour les individus à se soustraire de l'action. Dans leur article de synthèse, [Garcia-Figueras et collaborateurs \(2024\)](#) analysent les difficultés associées à l'action collective dans le domaine de la santé des plantes, en utilisant un cadre général de systèmes socio-écologiques (SSE) défini par Elinor Ostrom¹ afin d'identifier les variables qui favorisent la réussite des efforts de groupe (Ostrom [1990](#), [2007](#), [2009](#)). Le concept de SSE utilisé dans cette approche repose sur l'interaction entre plusieurs attributs i.e un groupe de producteurs (acteurs) qui adopte des mesures de gestion des maladies pour améliorer la santé des plantes (unités de ressources) dans leurs cultures, dans un paysage de champs voisins (système de ressources), en suivant certaines règles (systèmes de gouvernance), où les mesures de gestion des maladies d'un producteur, en lien avec les conditions biotiques et abiotiques influençant la dispersion des agents pathogènes et le développement des épidémies (interactions), sont conditionnées par les niveaux de maladie d'un autre producteur (résultats) » ([Garcia-Figueras et al., 2024](#)). Les auteurs décortiquent les différents rouages de l'approche intégrée des SSE de l'action collective pour la gestion phytosanitaire.

2. LE CADRE

2.1. L'échelle

Les preuves de l'action collective dans la gestion de la santé des plantes peuvent être observées à différentes échelles. À la plus petite échelle, la communication informelle et le partage d'informations entre producteurs voisins sur les niveaux de maladie et les pratiques de gestion constituent une forme courante de coopération. Dans certains cas, des institutions ou des agences publiques peuvent faciliter la coopération par le biais de l'évaluation des risques et de la prévision des maladies. Pour les agents pathogènes avec des capacités à de dispersion sur de longues distances, des efforts plus formalisés et coordonnés à des échelles spatiales plus grandes sont nécessaires, tels que des réseaux de notifications des maladies et dans certains cas des échantillonnages d'air.

¹ Elinor Ostrom (1933-2012) est une économiste américaine. Elle a été la première femme à recevoir le prix Nobel d'économie en 2009. Elle était particulièrement connue pour son travail sur la gouvernance des biens communs et par sa respectueuse novatrice dans le domaine de l'économie (Source : <https://www.economie.gouv.fr/facileco/elinor-ostrom>).

La gestion collective à l'échelle de la zone a bien été documentée pour des arthropodes nuisibles, comme par exemple l'application coordonnée d'insecticides pour lutter contre les vecteurs de la maladie du Huanglongbing ([Garcia-Figuera et al., 2021](#)) et de la maladie de Pierce ([Haviland et al., 2021](#)) ou la mise en œuvre de mesures de quarantaine pour les ravageurs envahissants. Dans certains cas, les producteurs s'organisent eux-mêmes pour financer des mesures de lutte ou elles sont incitées par des politiques publiques, par exemple en empêchant l'introduction de nouveaux organismes nuisibles par le biais d'une réglementation au niveau de l'État.

2.2. Les variables clés

Pour parvenir à une action collective, il faut une bonne adéquation entre les coûts de transaction associés aux mesures de gestion (unités de ressources) et leurs avantages relatifs pour les acteurs d'un paysage donné (système de ressources). Les caractéristiques épidémiologiques de la maladie et son impact économique sont autant de variables qui influencent la faisabilité d'une action collective. Ainsi les agents pathogènes qui se propagent dans plusieurs champs ou qui nécessitent une gestion collective de l'inoculum sont plus susceptibles de bénéficier d'efforts à l'échelle de la région. L'impact perçu d'une maladie, en particulier pour les maladies végétales émergentes à fort potentiel épidémique, motive également l'action collective. Enfin, les cultures à haute valeur ajoutée tendent à attirer des efforts de gestion plus organisés et formalisés en raison du coût élevé de la lutte contre les maladies.

3. LE PROCESSUS DE DECISION

La décision des individus de participer à des efforts collectifs, en particulier en ce qui concerne la santé des végétaux, est influencée par plusieurs facteurs qui vont de leurs perceptions personnelles à des variables sociales et contextuelles plus larges. Comprendre les motivations qui sous-tendent l'action collective peut aider à résoudre les problèmes liés à la santé des plantes en rassemblant les individus, les cultivateurs et les organisations pour gérer efficacement les ressources partagées.

3.1. Prise de conscience et perception du problème

La première étape pour motiver l'action collective consiste à s'assurer que les personnes concernées sont conscientes de la nécessité d'une action collective. Certaines peuvent ne pas reconnaître cette nécessité en raison d'un manque de connaissances sur les cycles de vie des organismes nuisibles ou de la difficulté à observer certains processus biophysiques (comme leur dispersion). Cette prise de conscience est essentielle, et les personnes doivent percevoir qu'elles bénéficieront de l'effort collectif. Sans cette reconnaissance, elles peuvent considérer leur contribution comme futile, chronophage ou inutile, surtout si les actions individuelles de gestion existantes semblent suffisamment efficaces pour les champs individuels.

3.2. Coûts, avantages et perception des risques

L'une des principales raisons pour lesquelles les personnes participent à l'action collective sont les bénéfices futurs, malgré les coûts immédiats en termes de temps, d'argent et d'efforts. Ces coûts ne sont acceptables que lorsque les bénéfices semblent les dépasser et qu'ils ne peuvent être obtenus par la seule action individuelle. Toutefois, l'incertitude quant aux bénéfices futurs et la dépendance à l'égard des actions d'autrui peuvent décourager la participation. L'attitude à l'égard du risque joue également un rôle important dans la contribution des individus aux efforts collectifs en matière de santé des plantes. Les personnes sensibles au risque sont plus aptes à adhérer à une gestion collective contrairement aux personnes réfractaires au risque qui peuvent

hésiter. En effet, une connaissance incomplète des caractéristiques des maladies, combinée à des niveaux différents de tolérance au risque, conduit souvent à une attitude d'évitement de gestion collective (en termes de contribution) tout en profitant des efforts communs (« resquillage/parasitisme »).

3.3. Différences idéologiques et modèles mentaux

Les conflits idéologiques, en particulier entre les mentalités dites « productivistes » et « individualistes », entravent souvent les efforts collectifs en matière de santé des plantes. Les producteurs dits productivistes, qui se concentrent sur les systèmes à forte consommation d'intrants et à forte production ont tendance à donner la priorité aux profits à court terme et à ne pas adhérer à l'action collective, la considérant comme inutile ou contre-productive. De même, les producteurs dits individualistes, qui valorisent l'indépendance et la prise de décision personnelle (i.e. producteur considérant qu'il est le plus légitime à savoir ce qui est bon pour son exploitation), peuvent être réticents à participer à une action collective, à moins d'être soutenus par des structures ou des réseaux de communication renforcés. Mais ces positions idéologiques ne sont pas statiques, l'attitude des producteurs peut évoluer au fil du temps, sous l'influence de l'évolution des circonstances ou des avantages démontrés de l'action collective.

3.4. Hétérogénéité et leadership

L'hétérogénéité des profils des participants à la gestion collective, en termes de taille de leur exploitation agricole, d'accès aux ressources et de connaissances peut créer des obstacles à la coopération. En effet, des conflits peuvent surgir lorsque les participants perçoivent une répartition inégale des coûts de transaction ou des avantages. Cependant, malgré ces défis, l'action collective peut réussir lorsque des canaux de communication solides sont en place, en particulier lorsque des personnes très motivées assument des rôles de leadership. Les dirigeants efficaces, souvent appelés « passeurs de frontières », contribuent à combler les lacunes en matière d'organisation et de connaissances et à favoriser l'apprentissage collectif.

3.5. Capital social, réseaux et communication

Le capital social, défini comme un stock de confiance sociale, de réseaux, de réciprocité et de valeurs partagées, est essentiel pour favoriser l'action collective. Le capital social s'accumule lentement au fil du temps, grâce à des interactions répétées et il est facilité par des expériences d'actions collectives antérieures. Des niveaux élevés de capital social réduisent les coûts de transaction associés à la participation et augmentent la probabilité de coopération. Les réseaux sociaux jouent également un rôle important, en accélérant l'échange d'informations et en favorisant les changements de comportement. La communication en face à face est essentielle pour instaurer la confiance, renforcer la coopération et faciliter la diffusion de l'information. La communication interpersonnelle permet aux individus de s'adapter à de nouvelles situations et jette les bases des structures institutionnelles nécessaires à une action collective réussie.

3.6. Taille du groupe

Le nombre de participants influe considérablement sur la réussite de l'action collective. Les grands groupes peuvent rencontrer des difficultés en termes de confiance, de réciprocité et de réputation, qui sont toutes cruciales pour soutenir l'action collective. Dans les grands groupes, les coûts de transaction sont généralement plus élevés et la probabilité de « resquillage/parasitisme » augmente, car il devient plus difficile de contrôler et de reconnaître

les contributions individuelles. A contrario, les groupes trop petits peuvent rencontrer des difficultés à générer les ressources nécessaires pour être efficaces. Dans les actions phytosanitaires, la disposition spatiale des champs et la taille de la zone gérée jouent également un rôle sur le recrutement de participants à l'action collective. Par exemple, la gestion à l'échelle de la zone d'une maladie végétale peut être moins efficace lorsque l'infection initiale se produit dans de petites plantations ou dans des zones comprenant à la fois des propriétés commerciales et privées, en raison de différences dans l'adoption des efforts de gestion.

3.7. Limites définies

Ces limites permettent de déterminer qui est responsable de la contribution à l'effort collectif et quelles sont les zones qui relèvent de la gestion collective. Dans certains cas, les frontières administratives (comtés, régions, États ...) sont utilisées pour définir ces zones. Toutefois, ces frontières ne correspondent pas toujours à l'épidémiologie des maladies, et il peut être nécessaire de faire correspondre les frontières physiques et sociales pour une gestion collective efficace.

4. LA GOUVERNANCE

La gouvernance en matière de santé des végétaux englobe un éventail de mesures gouvernementales descendantes et des initiatives individuelles ou communautaires ascendantes. Historiquement, la gouvernance phytosanitaire s'est fortement appuyée sur des structures descendantes, les institutions mettant en œuvre des mesures telles que les inspections, les quarantaines et l'élimination des végétaux infectés. Toutefois, ces méthodes se heurtent souvent à des limitations pratiques, à des conflits d'intérêts et à un manque d'incitation des parties prenantes à dépasser les normes réglementaires minimales. Inversement, les initiatives ascendantes, bien que bénéfiques, peuvent manquer d'efficacité en raison de l'incapacité à prendre en compte les avantages collectifs des actions individuelles. Il est donc nécessaire de mettre en place des structures de gouvernance qui intègrent les deux approches afin de faciliter une action collective efficace en matière de gestion phytosanitaire. Les huit principes de conception définis par E. Ostrom ([1990](#)) pour améliorer l'action collective dans la gestion des ressources, peut être adapté à la gouvernance phytosanitaire.

Les principes clés sont les suivants :

- Définir clairement qui participe à la gestion des ressources pour établir la confiance, la responsabilité et l'effort partagé entre les acteurs ;
- Garantir un rapport équitable entre les contributions et les avantages favorise le respect des règles et réduit les conflits liés à la prise de décision ;
- Donner aux acteurs locaux les moyens d'établir des « règles locales » accroît la légitimité et la compréhension, ce qui augmente les chances de réussite de la coopération ;
- Mettre en œuvre des systèmes de suivi du respect des règles permet d'identifier les contrevenants et de promouvoir la responsabilité au sein de la communauté ;
- Prévoir des mécanismes de sanction graduées permet de maintenir l'équité et de traiter les infractions d'une manière perçue comme juste par la communauté ;
- Mettre en place des mécanismes de résolution des conflits accessibles et peu coûteux facilite la compréhension et le respect des règles ;

- Veiller à ce que les groupes locaux puissent s'auto-organiser protéger leurs intérêts et légitimer leurs actions face aux pressions extérieures ;
- Intégrer de la gouvernance locale dans des cadres institutionnels plus larges permet de résoudre des problèmes à plus grande échelle tout en permettant à des solutions locales de se développer.

Plusieurs études de cas dans le domaine de la santé des végétaux illustrent avec succès ces principes. Par exemple, la lutte contre les mouches des fruits en Australie a mis en évidence la nécessité d'adapter les règles locales et les mécanismes de contrôle. D'autres cas, comme la gestion de la maladie du Huanglongbing dans les régions productrices d'agrumes en Argentine, au Brésil, au Mexique et aux États-Unis ([Garcia-Figuera et al., 2021](#)), ont démontré que l'adhésion à ces principes avait favorisé l'engagement de la communauté et l'auto-organisation. En marge des différents principes décrits ci-dessus ([Garcia-Figuera et al., 2024](#)), une autre étude s'est intéressée aux conséquences épidémiologiques et économiques de la déréglementation de la sharka (maladie virale vectorielle des Prunus). Les auteurs montrent que les caractéristiques épidémiques (niveaux d'infection) conditionnent l'efficacité sociale de la gestion individuelle en favorisant chez les agriculteurs des comportements de « parasitisme/resquillage » (stratégie de substituabilité) ou d'entraînement (stratégie de complémentarité). Pour remédier à l'inefficacité sociale de la gestion individuelle, les auteurs recommandent l'application d'un régime de subvention différencié en fonction des niveaux d'infection, des propriétés agricoles et des périodes temporelles. Cette étude, dans l'ensemble plaide en faveur d'un ajustement des politiques publiques et des subventions pour traiter les externalités spatiales² en fonction des conditions locales spécifiques ([Martinez et al., 2024](#)).

5. RECHERCHE ET PERSPECTIVES

L'action collective dans le domaine de la santé des plantes est un domaine peu étudié, nous ne disposons à ce jour que de quelques études de cas. Seul un programme de recherches interdisciplinaires et empiriques est susceptible de permettre le développement d'une approche véritablement intégrée des SSE pour l'action collective en santé des plantes. Il est essentiel de créer une typologie des systèmes de gouvernance permettant de classer les différentes études de cas et d'identifier des modèles de gestion efficace. Les auteurs mentionnent une étude antérieure, sur laquelle s'appuyer, portant sur la gestion d'espèces envahissantes à travers quatre types d'actions collectives ([Graham et al., 2018](#)) selon que l'action était dirigée de l'extérieur (e.g. gouvernements, ONG), dirigée par la communauté (e.g. propriétaires fonciers privés ou résidents), cogérée, ou coordonnée par des coalitions organisationnelles (mise en commun des ressources de la part des institutions, des privés, et d'autres parties prenantes). Chacun des grands types de systèmes de gouvernance pour l'action collective nécessitera d'être adapté aux différents contextes et défis. Un programme de recherche interdisciplinaire permettrait de mieux comprendre la dynamique des efforts collectifs. Réduire l'incertitude autour des coûts et des avantages potentiels de l'action collective est essentiel, car l'incertitude sur les actions des autres freine souvent la coopération entre les producteurs. Par ailleurs, il existe peu de modèles épidémiologiques et économiques permettant d'évaluer l'efficacité de la gestion collective, malgré sa valeur potentielle pour la lutte contre les maladies à l'échelle d'une zone. La dynamique de propagation des maladies, influencée par des facteurs tels que la dispersion des agents

² « L'implantation d'une activité produit un impact sur l'environnement physique et humain ; la mesure économique de cet impact est appelée « externalité ». L'objectif du travail est d'inclure les externalités spatiales négatives, c'est-à-dire celles qui modifient l'environnement de façon défavorable, dans les modèles classiques de localisation » (d'après Marie-Alexandre Laurent, 1997 : <https://thema.univ-fcomte.fr/theoq/pdf/1997/TQ1997%20ARTICLE%207.pdf>).

pathogènes et la connectivité du paysage, affecte les niveaux de participation et l'ampleur de l'action collective requise. Des études de simulation et des recherches sur le terrain pourraient aider les décideurs politiques à comprendre l'impact des actions phytosanitaires collectives en fonction de différentes hypothèses sociales et écologiques. Les producteurs sont confrontés à l'incertitude quant au niveau de participation nécessaire pour une gestion réussie, et l'analyse des réseaux peut fournir des indications sur les structures de gouvernance qui permettent d'optimiser l'action collective. Les phytopathologistes reconnaissent de plus en plus que les facteurs sociaux sont aussi critiques que les facteurs écologiques dans le succès de la gestion phytosanitaire collective. D'autres études empiriques sont nécessaires pour documenter la manière dont les structures d'action collective, les origines institutionnelles et les comportements des acteurs contribuent à des solutions de gouvernance efficaces dans des contextes phytosanitaires spécifiques. Un tel programme de recherche permettra d'organiser les interactions complexes entre les variables sociales et écologiques et de faire progresser les connaissances en vue d'une gestion collective efficace. Cela permettra d'identifier les meilleures pratiques et de développer des cadres qui alignent des typologies de gouvernance spécifiques sur des défis particuliers en matière de santé des plantes. Cette approche globale est essentielle pour aborder les questions à multiples facettes de la gestion de la santé des plantes dans le contexte des défis agricoles à l'échelle du Monde.

6. CONCLUSION

L'article de synthèse souligne que si la gestion de la santé des plantes est généralement axée sur l'échelle de l'exploitation agricole, elle peut être plus efficace lorsqu'elle est adaptée à l'échelle physique de la dispersion des agents pathogènes. L'action collective implique que les groupes de personnes œuvrent ensemble pour gérer les maladies dans un intérêt commun, bien que le « resquillage/parasitisme » soit un défi courant. Le cadre des SSE, ses principes de conception sont utiles pour analyser une action collective efficace. Les études de cas montrent que la nécessité d'une gestion collective est influencée par l'efficacité relative et le rapport coût-bénéfice des efforts individuels par rapport aux efforts collectifs. Enfin, le choix de la structure institutionnelle appropriée pour l'action collective dépend des caractéristiques spécifiques de chaque contexte socio-écologique. En termes de perspectives, les auteurs soulignent trois axes principaux pour améliorer la gestion collective de la santé des végétaux : 1) mener des recherches interdisciplinaires afin de créer une approche intégrée des systèmes socio-écologiques pour favoriser l'action collective ; 2) mener des études empiriques supplémentaires pour aligner les types de gouvernance aux menaces spécifiques en santé des végétaux ; 3) utiliser la modélisation, les études de simulation, les enquêtes de terrain et l'analyse des réseaux pour mieux comprendre les impacts des hypothèses écologiques et sociales sur les recommandations de gestion, en tenant compte de leurs coûts et avantages.

RÉFÉRENCES

Epanchin-Niell, R. S. (2017). "Economics of invasive species policy and management." *Biological Invasions* 19(11): 3333-3354. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1406-4>

Haviland, D.R. (2021). "Control of Pierce's Disease Through Areawide Management of Glassy-Winged Sharpshooter (Hemiptera: Cicadellidae) and Roguing of Infected Grapevines" *Journal of Integrated Pest Management* 12(1): 3333-3354. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmab008>

Garcia-Figuera, S., et al. (2021). "Institutional approaches for plant health provision as a collective action problem." *Food Security* 13(2) : 273-290. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01133-9>

Garcia-Figuera, S., et al. (2024). "Free-Riding in Plant Health: A Social-Ecological Systems Approach to Collective Action." Annual Review of Phytopathology 62(Volume 62, 2024) : 357-384.

<https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-121423-041950>

Graham, S., et al. (2019). "Opportunities for better use of collective action theory in research and governance for invasive species management." Conservation Biology 33(2) : 275-287.

<https://doi.org/10.1111/cobi.13266>

Martinez, C., et al. (2024). "The private management of plant disease epidemics: infection levels and social inefficiencies." European Review of Agricultural Economics 51(2) : 248-274.

<https://doi.org/10.1093/erae/jbae009>

Ostrom, E. (1990). Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge, Cambridge University Press.

<https://www.cambridge.org/core/product/7AB7AE11BADA84409C34815CC288CD79>

Ostrom, E. (2007). "A diagnostic approach for going beyond panaceas." Proceedings of the National Academy of Sciences 104(39) : 15181-15187. <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.0702288104>

Ostrom, E. (2009). "A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems." Science 325(5939) : 419-422. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1172133>

Sikora, E. J., et al. (2014). "A Coordinated Effort to Manage Soybean Rust in North America: A Success Story in Soybean Disease Monitoring." Plant Disease 98(7) : 864-875.

<https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS-02-14-0121-FE>

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiologie en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de modification
CC BY-NC-ND

