



QUESTA

**Quantifier les services écosystémiques
rendus par les habitats semi-naturels**



Ce projet a reçu un financement de l'Union Européenne dans le cadre du Septième programme Cadre pour la recherche,
le développement technologique et la démonstration contrat n°3111879

Preface



Kakoli Ghosh

Coordinatrice, Partenariats Universités et Recherche,
Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

Pour répondre aux demandes globales croissantes en produits alimentaires, les systèmes agricoles doivent produire en plus grandes quantités, avec une forte valeur nutritive, de façon plus variée et durable. La FAO a développé une approche qui vise à améliorer les contributions de l'agriculture, de la sylviculture et de la pêche au développement durable. Sur la base d'un ensemble de principes pour *l'Alimentation et l'Agriculture Durables* (<http://www.fao.org/3/a-i3940e.pdf>), la FAO promeut une politique de dialogue et le développement d'actions conjointes et coordonnées impliquant les organismes gouvernementaux, le secteur privé, la société civile, le monde universitaire et les institutions de recherche.

Cette approche inclusive, par le biais du dialogue et de partenariats, est la pierre d'angle de l'engagement de la FAO dans l'élimination de la faim. La FAO est en effet convaincue que la connaissance, la compétence, l'influence et la voix de tous les secteurs concernés doivent être rassemblées pour atteindre une sécurité alimentaire durable. Le monde universitaire joue un rôle majeur à cet égard et la FAO crée des partenariats avec des universités et des instituts de recherche de diverses façons, pour mobiliser la connaissance existante, répandre les innovations, renforcer les aptitudes et générer des preuves pour soutenir les processus politiques. La FAO travaille avec le monde universitaire pour susciter l'intérêt au niveau local, partager les expériences, motiver de futurs praticiens, combiner les synergies et savoir-faire pour des résultats sur le terrain. Le projet QUESSA, qui a tenu sa réunion finale à la FAO, met en exemple cette approche. La réunion a permis la dissémination des résultats du projet, ainsi qu'un échange d'expériences globales et locales. La méthodologie développée par le projet pour quantifier les habitats semi-naturels clés qui fournissent des services écosystémiques essentiels pour les systèmes de cultures dans les zones agro-climatiques européennes, peuvent être adaptées pour mener des tests dans d'autres zones agro-climatiques. La FAO a partagé sa connaissance de terrain avec de petits exploitants sur les services écosystémiques pour améliorer la gestion à l'échelle des systèmes de culture et des bassins versants. Ce type d'interactions ciblées et productives doit continuer pour atteindre une vision commune de ce que signifient alimentation et agriculture durables et se mettre d'accord sur les stratégies et les approches les plus appropriées pour leur mise en œuvre, dans différents contextes et à différentes échelles.



Lukáš Víšek

Economiste et analyste politique à la Direction de l'Agriculture
et du Développement Rural à la Commission européenne

L'agriculture et la production de denrées alimentaires sont totalement dépendantes des ressources naturelles et l'agriculture influence ainsi fortement l'environnement. Les agriculteurs et leur approche de l'agriculture peuvent être à la fois un problème et une solution pour l'environnement. On peut trouver un bon exemple de ce phénomène vis-à-vis du changement climatique – alors que l'agriculture de l'UE est responsable de 10% des émissions de GES en Europe (avec une baisse substantielle au cours des deux dernières décennies), elle permet également de s'adapter au changement climatique en produisant des ressources renouvelables et en séquestrant le carbone, ainsi qu'en partageant et recyclant les ressources. Un autre exemple est lié à la biodiversité, où l'agriculture peut aider à maintenir des habitats précieux qui doivent leur existence à des pratiques agricoles anciennes qui ont perdu au cours du temps leur rentabilité économique, tout en restant essentielles pour la préservation de la biodiversité.

En tant que telle, la Politique Agricole Commune demeure un outil important de la gestion des ressources naturelles. Depuis 2015, les agriculteurs reçoivent plus de 12 milliards d'euros chaque année, au titre des paiements verts en contribuant au maintien des caractéristiques du paysage, en diversifiant leur assolement et en maintenant les prairies naturelles. Il est prévu avant 2020, que 17% des surfaces agricoles et 3% des forêts entrent sous contrat de gestion contribuant à la biodiversité. En parallèle, 14% des terres agricoles et 3% des terres forestières devraient entrer sous contrat de gestion pour l'amélioration de la gestion du sol lorsque 15% des terres agricoles et 4% des terres forestières le seraient pour l'amélioration de la gestion de l'eau. Tous les agriculteurs recevant des versements directs et tous ceux qui s'engagent dans ces contrats doivent gérer leurs terres de façon à respecter les règles de conditionnalité.

Néanmoins, ce n'est que par une innovation continue et une diffusion des connaissances que les systèmes de production agroécologiques, reposant essentiellement sur des services écosystémiques intrants en vue d'une production multifonctionnelle, pourront se développer. La PAC soutient à cette fin les agriculteurs pour qu'ils puissent obtenir de l'aide de conseillers ainsi que d'autres agriculteurs. A cette fin, le partenariat européen pour l'innovation (www.eip-agri.eu) fournit une plate-forme pour construire et partager la connaissance à travers l'UE.

Sommaire

4	Introduction – Description du projet
7	Méthodologie
8	Evaluation des services écosystémiques
8	<i>Prédiction d'un potentiel pour les habitats semi-naturels</i>
9	<i>Dispositif expérimental</i>
10	<i>Etude du déficit de pollinisation</i>
11	<i>Régulation biologique</i>
12	<i>Perception des agriculteurs</i>
13	<i>Activités d'animation : rencontres « bout de champs »</i>
15	Cartographie des services écosystémiques
15	<i>Régulation biologique à l'échelle du paysage</i>
17	<i>Compromis et synergies à arbitrer</i>
19	<i>A l'échelle européenne</i>
20	Résultats et recommandations
20	La pollinisation
22	<i>Sur tournesol</i>
24	<i>Sur colza</i>
26	<i>Sur potiron</i>
27	<i>Sur poirier</i>
28	La régulation biologique
31	<i>Du méligèthe du colza</i>
34	<i>Des pucerons sur potiron</i>
35	<i>Du psylle du poirier</i>
37	<i>Des pucerons et les criocères sur blé tendre d'hiver</i>
39	<i>De la mouche de l'olive</i>
41	<i>De la cicadelle verte et de l'eudémis de la vigne</i>
43	Gestion des habitats semi-naturels des surfaces d'intérêt écologique
46	Conclusion
47	Remerciements



Contexte paysager



Infrastructures AE



Cultures



Filet fauchoir



Contrôle biologique



Le piège barber



Carto (GIS)



Prédateurs & parasitoïdes



Pollinisation



Recommandations





Introduction

La Nature peut apporter aux hommes une multitude de bénéfices, tels que la régulation biologique des ravageurs des cultures par leurs ennemis naturels, la pollinisation des cultures et la prévention de l'érosion des sols qui maintient la qualité de l'eau des rivières. Ces bénéfices sont appelés services écosystémiques et représentent des milliards d'euros chaque année dans chaque pays européen. Les habitats semi-naturels présents sur les exploitations soutiennent ces services en fournissant ressources et abris aux prédateurs, parasitoïdes et pollinisateurs. La diversité du paysage et de la végétation (composition, structure) contribuent aussi directement à d'autres services écosystémiques, comme la séquestration du carbone.

Le projet de recherche européen QuESSA visait à quantifier les habitats semi-naturels clés (ci-après HSN) qui fournissent ces services écosystémiques essentiels (ci-après SE) sur un éventail de systèmes de cultures d'importance économique, variant par leur intensification des pratiques, sur quatre zones agro-climatiques européennes. Ce travail a été rendu possible par le regroupement de 14 organismes de recherche, de formation et de développement, d'un comité consultatif européen de 16 groupes locaux associant les différents acteurs pour contribuer aux cas d'études régionaux. La recherche a été menée simultanément dans huit pays européens (Angleterre, Pays-Bas, Estonie, Allemagne, Hongrie, Suisse, Italie et France), entre février 2013 et janvier 2017.

L'évaluation de la contribution des HSN tels que les haies, les bandes enherbées, les bosquets, les pâturages extensifs... aux SE clés pour l'agriculture durable a été réalisée en identifiant tout d'abord les traits de la végétation responsables de la fourniture des services écosystémiques et en faisant des estimations sur leur valeur. La provision réelle de ces SE a ensuite été mesurée dans 16 cas d'étude à travers les huit pays pré-cités. Les SE étudiés ont été principalement la régulation biologique des principaux ravageurs des cultures par leurs ennemis naturels et la pollinisation des cultures. La contribution des HSN à la réduction de l'érosion, l'accumulation de matières organiques dans le sol, le rendement des cultures, le contrôle des plantes adventices et la qualité esthétique du paysage, sans oublier les possibles effets négatifs, la valeur non monétaire des SE sélectionnés ont également été évalués.

Les données ont été utilisées pour développer des modèles mathématiques pour cartographier les services écosystémiques à plusieurs niveaux d'échelle : de la ferme à l'ensemble de l'UE. Des modèles ont aussi été utilisés pour explorer les synergies et les compromis entre SE et HSN, à ces différentes échelles et pour identifier des opportunités à saisir pour valoriser les synergies des HSN entre SE.

Le projet a intégré les demandes formulées par les acteurs locaux et nationaux et a fourni des résultats utilisables pour améliorer la fourniture de SE par les HSN.

Ceux-ci ont été traduits en recommandations techniques et politiques.

Focus sur les définitions :

Services écosystémiques (SE) : ils comprennent le support, la fourniture, la régulation et les services culturels dont les bénéfices sont reconnus par la société. Le projet QuESSA s'est concentré sur la régulation biologique des ravageurs et la pollinisation mais a aussi étudié la réduction de l'érosion, l'accumulation de matières organiques dans le sol et la valeur esthétique du paysage.

Habitat semi-naturel (HSN) : tout habitat où des changements imputables aux agriculteurs peuvent être détectés ou qui est géré par ceux-ci, mais qui est proche d'un habitat naturel en termes de diversité et de complexité interrelationnelle des espèces.

Le projet a reçu un financement de la Commission européenne par le biais du Septième Programme Cadre et a été coordonné par le **Game and Wildlife Conservation Trust (GWCT)**, un organisme caritatif du Royaume-Uni, œuvrant depuis 80 années pour la promotion de la préservation de la nature et les pratiques en faveur de l'agriculture durable. Les partenaires incluent des organisations privées ou publiques ayant une large expérience de l'agriculture, la biodiversité et les services écosystémiques.

Solagro (en France) soutient depuis sa création en 1980, le développement d'une agriculture durable au travers d'une gestion respectueuse des ressources naturelles. L'association a élaboré et met à disposition gratuite des outils au service des agriculteurs ([Dialecte](#), [Planète](#), [ACCT](#), [Osaé](#), [Herbea](#)).

La **Scuola Superiore Sant'Anna** (Italie) est une université publique depuis 1986. Le groupe Agroécologie de l'Institut des Sciences de la vie concentre son travail sur le développement de cultures et systèmes agricoles durables fondés sur des principes agroécologiques, principalement en gérant la végétation dans le but de soutenir la biodiversité fonctionnelle.

L'Université de Pise (Italie) est une université publique depuis 1343. Le Centre de recherche en agro-environnement « Enrico Avanzi » est la station expérimentale des départements de l'Agriculture et de la Médecine Vétérinaire et concentre son travail sur les systèmes d'agriculture durable et les problématiques agro-environnementales, en étroite collaboration avec la Scuola Superiore Sant'Anna.



Agroscope (Suisse) est le centre suisse d'excellence pour une recherche agricole qui contribue à une agriculture et une industrie agro-alimentaire durables ainsi qu'à la préservation de l'environnement.

Wageningen University & Research (Pays-Bas) est une collaboration entre l'Université de Wageningen et le Wageningen Research foundation (Stichting DLO). C'est une université des sciences de la vie de premier plan en Europe, se concentrant sur la recherche et l'éducation pour la production alimentaire durable, la santé et la qualité de vie.

Bordeaux Sciences Agro (France) est un établissement public d'enseignement supérieur et de recherche agronomique sous tutelle du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Créé en 1962, Bordeaux Sciences Agro travaille sur plusieurs domaines, en particulier en agro-alimentaire et sur les relations entre systèmes de cultures en grandes cultures et viticulture, les ravageurs et les effets du paysage sur la biodiversité.

L'Université Szent Istvan (Hongrie) de Godolló est une des plus grandes universités hongroises, couvrant un large spectre des sciences liées au développement rural. L'université mène des programmes de Licences, Masters et Doctorats avec plus de 18 000 étudiants sur 7 campus. Le Plant Protection Institute (PPI) est composé de cinq groupes: phytopathologie, agro-entomologie, la gestion des mauvaises herbes, la protection intégrée des cultures (IPM), le diagnostic et la gestion de l'innovation.

L'Université de Koblenz de Landau (Allemagne) est une jeune université avec une spécialisation sur les Sciences Environnementales. Le groupe Ecosystem Analyses étudie principalement la structure et le fonctionnement des agro-écosystèmes.

L'Université d'Exeter (Royaume-Uni) : Le département de Biosciences de l'Université d'Exeter est un centre de recherche et d'enseignement couvrant l'étendue du spectre des biosciences. La communauté universitaire est activement engagée dans la production de travaux de recherche révolutionnaires et de classe mondiale, parmi les plus importants du Royaume-Uni.

L'Estonian University of Life Sciences (Eesti Maaulikool, Estonie) est devenue indépendante de l'Université Tartu en 1951 sous le nom du Estonian Academy of Agriculture et a pris son nom actuel en novembre 2005. Elle est la seule université estonienne à se concentrer sur le développement durable de l'agriculture, les ressources naturelles et la préservation de l'héritage et de l'habitat.

Le Centre Commun de Recherche (CCR) est le service de sciences et connaissances de la Commission européenne, sa mission est d'alimenter les politiques menées par l'UE avec une expertise indépendante. Un des champs de recherche du CCR consiste à aider la Commission Européenne et les Etats Membres de l'UE à comprendre comment l'agriculture et l'environnement sont étroitement liés en fournissant des connaissances scientifiques obtenues par des évaluations géophysiques et basées sur des modèles.

L'ESSRG (Hongrie) est une PME en R&D qui travaille à la frontière des sciences de l'environnement et des sciences sociales avec une approche transdisciplinaire.

Les seize cas d'étude ont été menés sur sept cultures (l'olive, le tournesol, le colza, le blé tendre d'hiver, la poire, la vigne et la courge) en se concentrant sur les deux SE principaux (pollinisation et/ou régulation biologique des ravageurs) (Figure 1). Pour chaque cas d'étude, 18 parcelles cibles dans une zone paysagère donnée ont été suivies.

Figure 1. Seize cas d'étude conduits à travers l'Europe pour le projet QuESSA.





QuESSA en quelques chiffres

Un focus sur ce qui a été réalisé durant les expérimentations dans les champs :

- 539 "HSN" ont été échantillonnés avec une description de la composition de la végétation et de leurs caractéristiques structurelles et fonctionnelles,
- pour le système de notation QuESSA (QuESSA Scoring System), 7 253 abeilles mellifères, 14 519 abeilles sauvages, 20 087 guêpes parasites, 58 777 diptères prédateurs ont été échantillonnés à la fois par transect et par cuvette de couleur dans les HSN,
- 450 secteurs de 314 ha ont été cartographiés,
- 6 400 systèmes sentinelles ont été mis en place. Des proies sentinelles ont été placées au sol et/ou sur les cultures pour mesurer la prédation sur celles-ci ou sur des graines d'adventices.
- le déficit de pollinisation a été mesuré pour 3 500 plantes,
- la fréquence des visites par les pollinisateurs a été mesurée sur 2 300 parcelles,
- les interviews de 352 agriculteurs ont été analysés,
- des démonstrations à la ferme ont été organisées.

Des experts ont développé des méthodes pour mesurer les services écosystémiques à l'échelle de la parcelle et du paysage. Ensemble, ceux-ci et un panel représentatifs des parties prenantes ont identifié des recommandations clés, dans les pratiques agricoles et la gestion des habitats semi-naturels, offrant ainsi un champ d'amélioration en termes de biodiversité et de services écosystémiques fournis.

Sept problématiques importantes ont été identifiées :

- Diffuser et partager les connaissances, puisqu'une énorme quantité de travail a été réalisée sur les habitats semi-naturels et la biodiversité qu'ils hébergent. Les scientifiques, les agriculteurs, les industries alimentaires, les consommateurs et les décideurs politiques sont les cibles principales déjà identifiées.
- Améliorer la biodiversité pour améliorer les services écosystémiques rendus.
- Promouvoir les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement et une bonne gestion des HSN.
- Renforcer les paiements verts pour certaines surfaces d'intérêt écologique (ci-après SIE).
- Promouvoir la diversité et la connectivité des HSN.
- Promouvoir la multifonctionnalité des HSN.

Les résultats de QuESSA ont servi également à améliorer pour partie le calculateur des SIE, un outil téléchargeable pour PC destiné à évaluer l'atteinte de l'objectif fixé par la Politique Agricole Commune sur cette question et développé pour le CCR par l'Université de Hertfordshire (<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/efa/index.htm>). Le cas échéant, l'utilisateur peut avec ce calculateur tester différents scénarios intégrant l'implantation de différentes SIE et avoir une évaluation des services écosystémiques fournis et du temps de travail pour leur mise en place.

Le projet incluait aussi diverses activités de communication envers les agriculteurs, les conseillers et les associations professionnelles.

En conclusion, l'objectif du projet QuESSA visait à faire du secteur agricole européen l'un des leaders internationaux en termes de protection de la biodiversité dans les agro-écosystèmes et de fourniture de services écosystémiques par les HSN. Il reconnaît le rôle fondamental et déterminant des agriculteurs pour l'accomplissement de l'ensemble de ces services (production alimentaire, atténuation et adaptation au changement climatique, protection des sols, qualité des paysages et conservation de la biodiversité).



Méthodologie





Évaluation des services écosystémiques

Prédiction d'un potentiel pour les habitats semi-naturels

L'objectif était de construire un outil permettant de prédire facilement la contribution d'un habitat semi-naturel aux services écosystémiques de pollinisation ou de régulation biologique des ravageurs. Cet outil est le **Quessa Scoring System**.

Il est basé sur des caractéristiques des HSN qui peuvent facilement être déterminées à l'aide d'un système d'information géographique (SIG). **Une typologie** a été définie pour décrire la composition de la végétation et la structure des HSN en utilisant **5 types d'HSN**: Cultures intermédiaires, Surface Boisée, Surface Herbacée, Linéaire Boisée et Linéaire Herbacée tels que décrits dans la Figure 2.

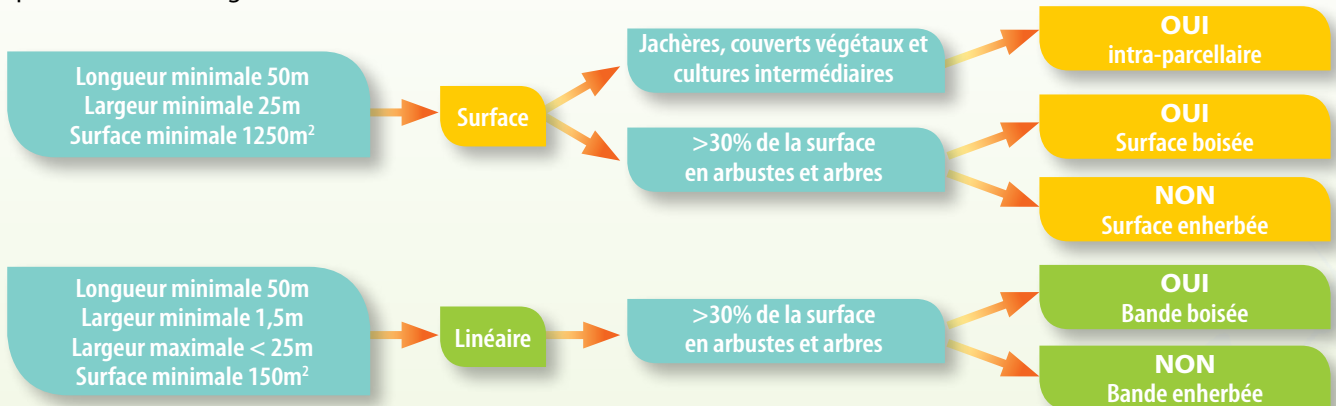


Figure 2. Typologie des habitats semi-naturels (HSN) du projet QuESSA.



Cuvettes de couleur



Piège Barber



Transect pour compter les pollinisateurs

Figure 3. Quelques méthodes d'échantillonnage de la faune auxiliaire.

Les ennemis naturels, les pollinisateurs et les ravageurs ont été recensés en utilisant différentes méthodes complémentaires (Figure 3) incluant,

- des cuvettes de couleur, mises en place à hauteur du couvert végétal, plutôt destinées aux insectes volants,
- des pots Barber, pots enterrés ouverts, pour piéger les insectes de type marcheur,
- et des observations visuelles le long de transect, méthode non-destructive contrairement aux deux précédentes.

Les scores de pollinisation et de régulation biologique des ravageurs ont été calculés à l'aide de modèles utilisant l'abondance de la faune auxiliaire en lien avec deux descripteurs d'HSN :

- le type décrit ci-dessus
- et la position où cette faune auxiliaire a été observée (en bordure ou à l'intérieur).

Des analyses ont été faites à deux niveaux : au niveau pan-européen et au niveau national. Le système de calcul des scores s'est appuyé sur les données issues de 4 pays (Italie, Allemagne, Royaume-Uni et Suisse) les données des autres pays n'étant pas suffisantes.

Le score de pollinisation a été basé sur l'abondance des abeilles¹ (*Apis mellifera* et toutes les espèces d'abeilles sauvages²) issues des données regroupées des captures réalisées dans les cuvettes de couleur et des comptages lors des transects (4 périodes d'échantillonnage sur un an).

Le score de la régulation biologique des ravageurs a été basé sur les prédateurs volants (*Parasitica*³, *Syrphidae* et autres mouches prédatrices⁴) à partir des données des cuvettes de couleur. Les scores ont été calculés en utilisant des modèles linéaires mixtes généralisés⁵.

Pour plus de détails, veuillez contacter :
moonen@sssip.it

¹ Les *Syrphidae* et *Lepidoptera* n'ont pas été pris en compte dans l'analyse.

² *Bombus*, *Eucera*...

³ *Chalcidoidea*, *Ichneumonoidea*

⁴ *Empidoidea*, *Dolichopodidae*, *Asilidae*

⁵ Les Modèles Linéaires Mixtes Généralisés (GLMM) sont une extension des modèles linéaires mixtes permettant d'utiliser des variables réponse de différentes distributions, et sont construits de façon à inclure à la fois en place des effets fixes et aléatoires (d'où la terminologie de modèles mixtes). Dans les cas d'étude QuESSA, les effets aléatoires sont liés aux parcelles, à la culture, aux répétitions temporelles et spatiales, à l'année ...



Dispositif expérimental

Dans chaque cas d'étude, 18 parcelles cibles ont été sélectionnées, avec pour chacune une zone tampon d'1 km de rayon selon un gradient de proportion d'habitats semi-naturels pour la région étudiée. Les parcelles cultivées cibles ont été choisies avec un HSN adjacent soit boisé, soit enherbé ou devant servir de témoin (pas d'HSN ou parcelle cultivée avec la même culture selon les régions), à raison de 6 répétitions pour chaque type d'HSN. Des mesures de la pollinisation des cultures ou de la régulation biologique des ravageurs ont été menées en utilisant des proies sentinelles le long de deux transects en partant de l'HSN vers le centre du champ (Figure 4). L'abondance des arthropodes bénéfiques a aussi été évaluée le long des transects en combinant des méthodes destructives et non destructives. Des pièges Barber et des cuvettes de couleur ont été mis en place pour les arthropodes terrestres et volants respectivement. Des filets fauchoirs, des cuvettes de couleur et l'observation ont été utilisés pour les pollinisateurs (incluant les Syrphes dont les adultes sont de très bons pollinisateurs et les larves peuvent être pour certaines d'importants prédateurs des pucerons). Des vidéos ont aussi été utilisées pour visualiser les prédateurs et les communautés de parasitoïdes attirés par les systèmes sentinelles ou encore pour quantifier les visites de fleurs par les pollinisateurs..

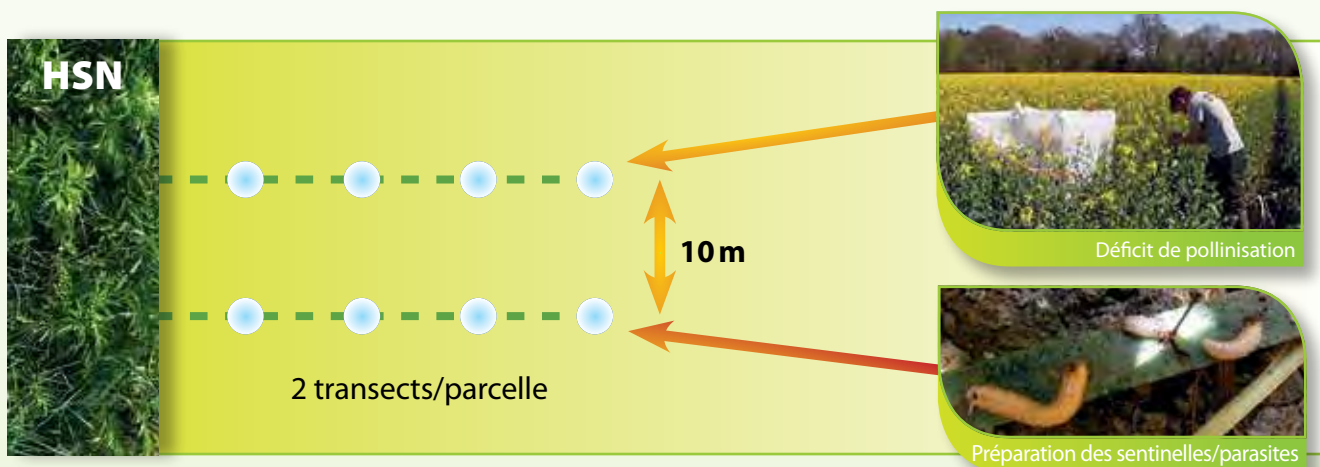


Figure 4. Dispositif expérimental dans la parcelle cultivée cible.

Le type d'HSN adjacent, la distance du bord du champ et la proportion d'HSN dans le paysage (une zone tampon d'1 km autour de la parcelle cultivée cible) sont les variables explicatives évaluées dans les cas d'étude, (Figure 5).

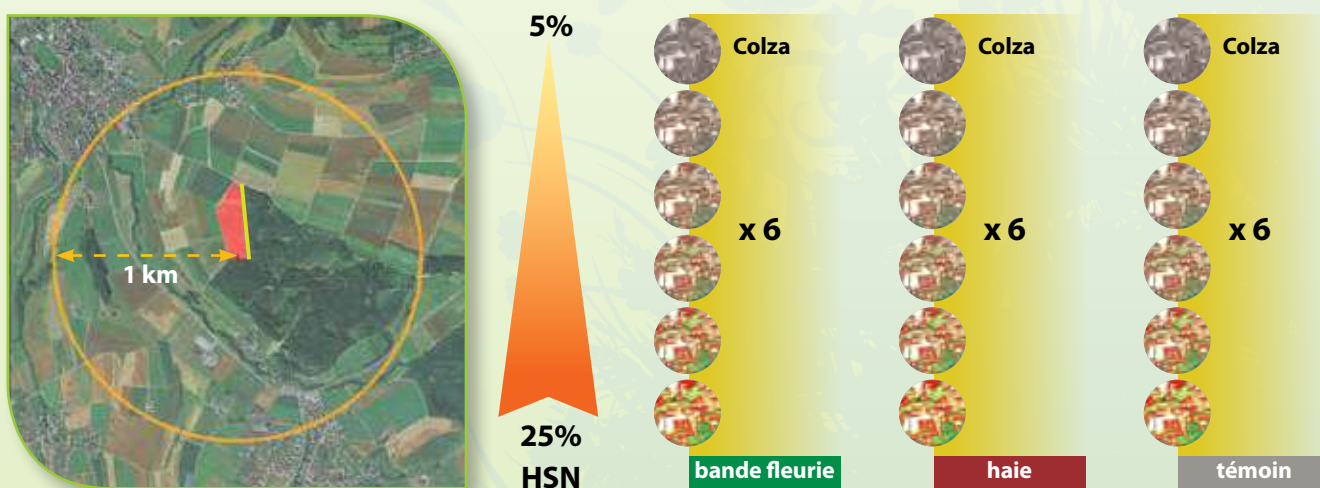


Figure 5. Dispositif expérimental à l'échelle du paysage – Parcelle cultivée cible (polygone rouge), habitat semi-naturel clé adjacent à cette parcelle (ligne verte) et un secteur de paysage (cercle orange ; à gauche). 18 secteurs de paysage de ce type ont été investigués, chacun avec un HSN de type 1, 2 ou témoin (culture - culture). Les secteurs étudiés variaient selon un gradient de complexité du paysage (6 par type d'HSN adjacent ; ici, l'exemple du cas d'étude de colza en Suisse ; à droite).

Les caractéristiques des parcelles cultivées cibles (taille, nombre de cultures dans la rotation et longueur de la rotation) et les pratiques agricoles ont été également prises en compte en menant des entretiens auprès des agriculteurs (nombre d'applications d'insecticides, herbicides et fongicides, utilisation d'engrais azoté minéral, densité des semis, dates de semis et de récolte et rendements).

Pour plus de détails, veuillez contacter : philippe.jeanneret@agroscope.admin.ch



Mesure du déficit de pollinisation

La pollinisation a été évaluée en mesurant le déficit de pollinisation et la quantité de pollen délivré par les insectes à la culture. Les détails de la méthodologie sont fournis dans le tableau 1.

Variable mesurée	Méthode	Analyse
Niveau de pollinisation par les insectes	<p>Comparaison entre pollinisation manuelle, sur plante ensachée ou témoin (Figure 6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuelle (dépôt de pollen à l'aide d'un pinceau qui simule le corps d'un insecte pollinisateur) pour évaluer la pollinisation maximale • Sur plante ensachée d'un filet insect-proof pour évaluer la part d'auto-pollinisation • Témoin : pour évaluer la pollinisation entomophile, anémophile et l'auto-pollinisation 	<p>La dépendance d'une culture à la pollinisation des insectes peut être évaluée quantitativement (nombre de graines) et/ou qualitativement (teneur en huile).</p> <p>Si le pourcentage de graines entièrement développées est réduit de façon significative pour les fleurs ensachées par rapport à celles pollinisées manuellement, la culture est considérée comme fortement dépendante des insectes.</p>
	<p>Des Dépôts en Visite Unique (DVU) d'abeilles mellifères, de bourdons et de Halictidae ont été enregistrés en 2015 sur des fleurs de potiron. Des vidéos de pollinisateurs sur des fleurs femelles de potiron ont été réalisées en 2014, dans 18 parcelles (3 répétitions, 4 distances et pendant 15').</p>	<p>Des vidéos pour analyser le nombre et la durée des visites des fleurs par les insectes.</p>
Indicateurs permettant d'évaluer la qualité de la pollinisation	<p>Augmentation du nombre de graines (%) imputable à la pollinisation entomophile</p>	<p>Nombre moyen de graines sur les plantes « témoin » présentes sur chaque parcelle moins le nombre moyen de graines obtenues par auto-pollinisation dans chaque culture.</p>
	<p>La réponse en production liée à la dose de pollen a été étudiée en utilisant la pollinisation manuelle sur des potirons en 2015. Le dépôt de pollen sur des fleurs femelles de potiron dans 18 champs a été mesuré 2 fois à 4 distances sur 4 stigmates en 2014.</p>	<p>Pour déterminer la quantité minimale de pollen nécessaire pour le maximum de rendement.</p>
Déficit de pollinisation (en termes de productivité)	<p>Différence au niveau du nombre de graines et/ou de la teneur en huile entre pollinisation « témoin » et « manuelle ».</p>	<p>Modèle Linéaire Mixte Généralisé</p>
Abondance de pollinisateurs	<p>Insectes pollinisateurs capturés dans les cuvettes colorées et nombre de visites des fleurs de la parcelle cultivée (observation visuelle).</p>	<p>Modèle Linéaire Mixte Généralisé</p>
Influence de HSN locaux sur le service de pollinisation	<p>Effet du type d'HSN adjacent sur le nombre de graines et/ou la teneur en huile.</p>	
Influence du paysage sur le service de pollinisation	<p>Proportion des surfaces et/ou linéaires enherbés ou boisés présents dans le paysage.</p>	<p>Analyse de la couverture du sol dans un rayon d'un km autour de la parcelle cultivée cible.</p>

Tableau 1. Synthèse des variables, méthodes et analyses réalisées dans le projet QuESSA.



Figure 6. Pollinisation manuelle, ensachée et témoin : méthode simple pour évaluer le déficit de pollinisation part de la pollinisation entomophile.

Certaines études évaluant la pollinisation pour différents taxons utilisent des expériences en cage à exclusion dans lesquelles les pollinisateurs n'ont plus de choix pour s'alimenter⁶. Ce qui introduit un biais par rapport aux pollinisateurs dans une parcelle qui peuvent choisir entre la culture et l'HSN. Dans QuESSA, les niveaux naturels de recherche de nourriture et l'impact sur la pollinisation ont été examinés.

Pour plus de détails, veuillez contacter :
philippe.jeanneret@agroscope.admin.ch

⁶ Jauker F, Bondarenko B, Becker HC & Steffan-Dewenter I, 2012. Pollination efficiency of wild bees and hoverflies provided to oilseed rape. *Agricultural and Forest Entomology* 14: 81-87.



Régulation biologique des ravageurs des cultures

Le potentiel de prédation globale a été appréhendé par l'utilisation des systèmes sentinelles. Les proies sentinelles étaient des proies introduites et exposées à la prédation dans les parcelles cultivées. Les sentinelles pouvaient être des adultes, des larves, des œufs d'insectes ou des graines d'adventices. Dans le projet QuESSA, plusieurs sentinelles ont été analysées et leur taux de prédation a été mesuré (Figure 7) :

- *Calliphora vomitaria* (larve) et *Ephestia kuehniella* (œuf) pour évaluer la prédation potentielle par des prédateurs généralistes.
- Des graines de *Poa trivialis* & *Chenopodium album* pour évaluer la prédation potentielle par des insectes consommateurs de graines.
- Des appâts à chenilles pour évaluer la prédation potentielle par des oiseaux.

Les proies sentinelles ont été collées ou épinglées sur des assiettes en plastazote ou polystyrène (10 par assiette) placées sur le sol ou sur la végétation en fonction des prédateurs finaux visés. En quantifiant la consommation des proies sentinelles sur une durée d'exposition donnée (24 heures ou 7 jours), le potentiel de prédation globale a été évalué.



Figure 7. Description des systèmes sentinelles utilisés pour l'évaluation de la prédation globale.

La prédation de ravageurs spécifiques a aussi pu être évaluée en mesurant la consommation des adultes, nymphes ou larves du ravageur spécifique :

- Eudémis de la vigne (*Lobesia botrana*) dans les vignobles en France
- Pucerons des épis de céréales (*Sitobion avenae*) dans les champs de blé tendre au Royaume-Uni
- Criocère des céréales (*Oulema* spp.) en Hongrie
- Puppe de la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*) dans les vergers d'oliviers en Italie
- Psylle du poirier (*Cacopsylla pyri*) dans les vergers de poiriers aux Pays-Bas
- Larves de méligèthe du colza (*Meligethes aeneus*) dans le colza en Estonie et en Suisse.

En parallèle, le niveau de pression du ravageur naturellement présent dans les parcelles cultivées étaient également quantifié.

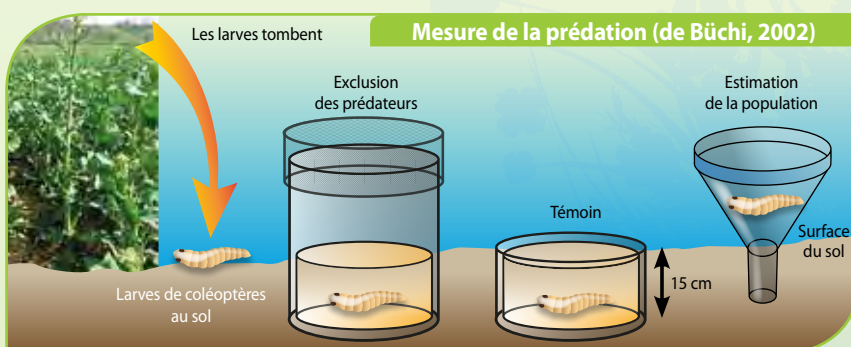


Figure 8. Protocole pour mesurer la prédation des larves de méligèthe du colza

La figure 8 détaille le protocole pour mesurer la prédation des larves de méligèthe du colza. Le témoin a été utilisé pour évaluer la prédation par tous les potentiels prédateurs (prédateurs terrestres, araignées, mais aussi de petits mammifères tels que les rongeurs). La cage d'exclusion a été utilisée pour évaluer la mortalité naturelle des larves de méligèthe du colza. Le tableau 2 résume des avantages et inconvénients principaux des systèmes sentinelles.

Avantages	Inconvénients
<p>Bon marché</p> <p>Répétable (dans le temps & dans l'espace)</p> <p>Standardisé à l'échelle européenne</p> <p>Pédagogique (« rendre l'invisible visible »)</p>	<p>Evaluation d'un potentiel de prédation, mais pas toujours de relation directe avec les ravageurs spécifiques des cultures.</p> <p>Les systèmes sentinelles doivent être analysés conjointement aux communautés d'auxiliaires des cultures piégés (pièges Barber, cuvettes colorées) et à l'observation (vidéos, transects) pour fournir une information complète.</p>

Tableau 2. Evaluation par les partenaires QuESSA de l'utilisation de systèmes sentinelles dans les cas d'étude.

Pour plus de détails, veuillez contacter : philippe.jeanneret@agroscope.admin.ch



La perception des agriculteurs



Les agriculteurs sont les premiers utilisateurs du sol. Ainsi, comprendre en interagissant avec eux leur perception vis-à-vis des services écosystémiques (SE) est capital pour proposer des recommandations adéquates concernant notamment la gestion de leurs sols.

Pour chaque étude de cas, des ateliers ont été organisés avec les agriculteurs pour mieux appréhender leurs ressentis vis-à-vis du rôle fonctionnel des HSN sur les services écosystémiques et mieux comprendre le type de valeurs économiques et non-matérielles qui leur attribuaient, à l'aide de méthodes standardisées appropriées (interviews semi-structurés, groupes de discussion avec les agriculteurs, carte mentale). Un ensemble riche et complexe de perceptions des SE a été enregistré, liées à des attitudes et valeurs multiples. Certains aspects (ex : directement économiques) sont fréquemment pris en considération ; d'autres aspects culturels ou holistiques ne sont pas du tout mentionnés. Les cas d'étude étaient hétérogènes vis-à-vis de la connaissance et des systèmes de croyance des agriculteurs influençant leurs perceptions et leur compréhension des SE et en ce sens représentaient correctement l'hétérogénéité de l'agriculture dans l'UE. L'exercice de carte mentale (Figure 9) a produit un ensemble très étendu et détaillé des perceptions des agriculteurs des SE locaux les plus importants de leurs points de vue, fortement liées au contexte agricole.

L'analyse a montré que les agriculteurs ont perçu de nombreuses relations réciproques entre SE, avec un focus sur les SE économiques. Ils ont reconnu que leurs pratiques agricoles avaient un impact direct sur les SE et que les SE étaient directement intégrés à leurs décisions agricoles. Les agriculteurs ont apprécié les SE de multiples façons (ex : apprécier l'esthétique et l'impression de paix, bénéficier des SE, etc.) et leur ont reconnu de la valeur face aux dommages causés par les ravageurs, les maladies et les mauvaises herbes (une indication de leur succès en tant qu'agriculteurs). Les attitudes positives vont typiquement vers les SE associés au rendement, y compris la pollinisation ; alors que les attitudes négatives sont plus souvent enregistrées envers la biodiversité fonctionnelle. L'exercice d'évaluation a aussi éclairé le fait que le concept de SE est réinterprété lorsque les agriculteurs sont impliqués dans les discussions à l'échelle locale. La compréhension des perceptions des agriculteurs est donc cruciale pour les inviter à maintenir les SE.

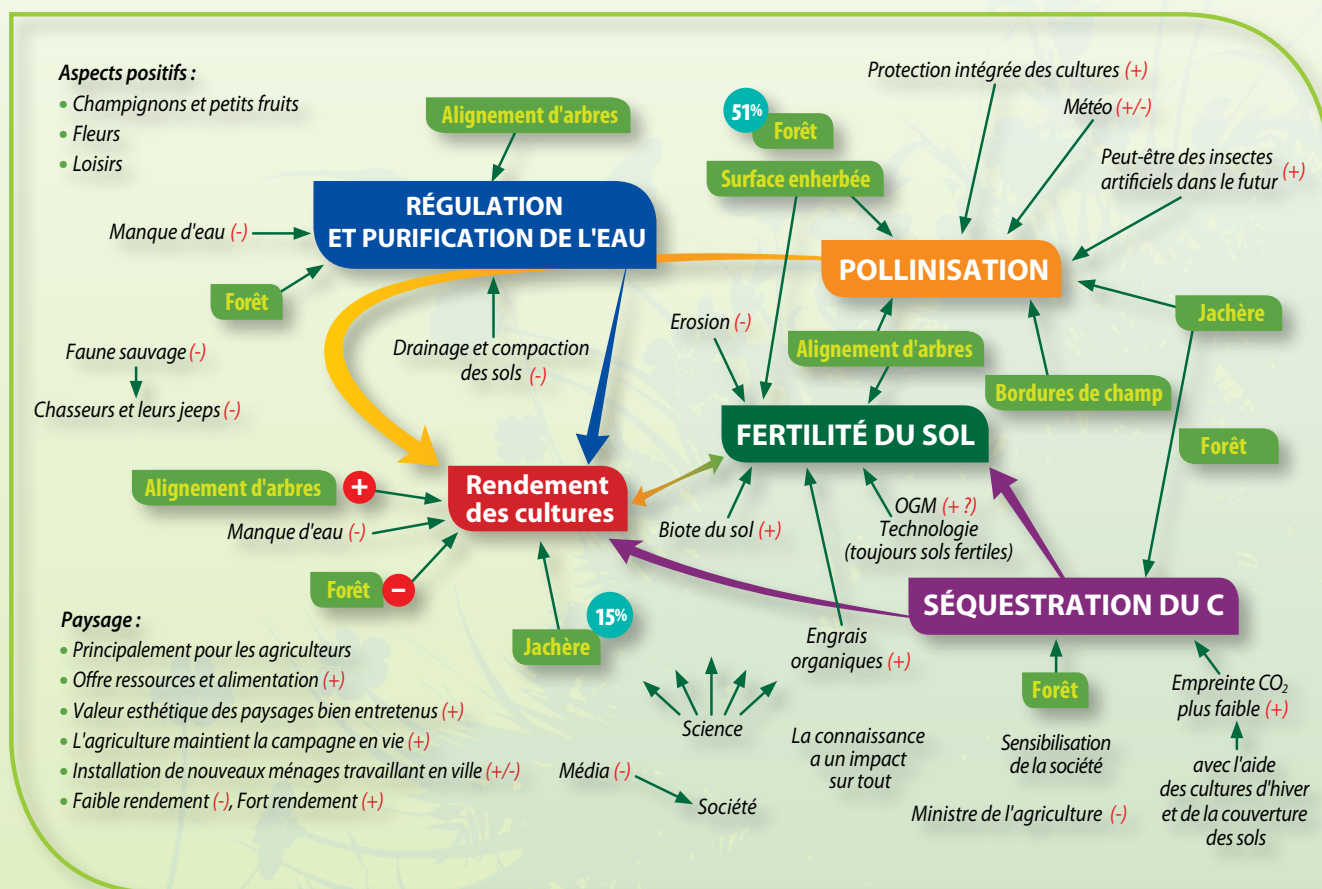


Figure 9. Exemple de carte mentale d'un groupe de discussion dans le projet.

Pour plus de détails, veuillez contacter : balazs.balint@essrg.hu



Activités d'animation : rencontres " bout de champ "



Les agriculteurs sont les acteurs clés dans la mise en place d'innovations, de nouvelles approches et de technologies en faveur du développement durable, de l'alimentation, de la sécurité alimentaire et de la gestion intégrée des cultures etc., y compris la préservation et l'amélioration des services écosystémiques sur leurs exploitations. D'après les sondages, il y a plus de chances que les agriculteurs introduisent de nouvelles pratiques s'ils ont la possibilité d'expérimenter ses effets dans leur vie de tous les jours. En effet, pour pouvoir les utiliser correctement, les agriculteurs ont besoin de comprendre l'idée à la base de l'innovation et le principe opératoire de la nouvelle approche. Voilà pourquoi le partage des connaissances et savoirs-faire constitue un élément clé dans le développement de ces innovations.

Dans le projet QuESSA, des rencontres « bout de champ » ont été organisées pour sensibiliser les agriculteurs aux services écosystémiques (amélioration du contrôle des ravageurs, de la pollinisation, de la fertilité des sols, etc.) au travers de formations associant d'autres acteurs et offrant ainsi de nouvelles perspectives (Figures 10-14). Bien que les parties prenantes clés visées soient les agriculteurs, plusieurs partenaires ont invité un spectre plus large de parties prenantes (conseillers), et parfois les événements étaient liés à d'autres activités de recherche et développement. Dans certains cas, la présence de journalistes a permis d'augmenter l'audience.

Le résultat de ces activités a mis en lumière que les habitats semi-naturels (HSN) et la biodiversité fonctionnelle en général peuvent intéresser les agriculteurs, mais ce sont plus souvent les problèmes spécifiques (par exemple gérer un ravageur important des bandes fleuries, etc.), qui attirent les agriculteurs vers de telles réunions techniques. Si (comme on l'espère dans des programmes de co-innovation) les agriculteurs sont impliqués dans les préparatifs des projets et les formulations des problèmes et peuvent contribuer au développement des expérimentations sur le terrain, ils se sentiront partie prenante du développement des connaissances et des savoirs-faire. Le projet QuESSA a veillé à impliquer activement les agriculteurs dans le processus de formation et d'apprentissage, au travers de discussions en petits groupes et de pédagogie active.



Figure 10. Rencontres "bout de champ" sur plusieurs bandes fleuries et autres habitats semi-naturels pour discuter de leur potentiel et défis pratiques par rapport à la promotion des services de pollinisation et de contrôle des ravageurs dans les paysages agricoles suisses (Suisse).

Figure 11. Visite des bandes fleuries de la ferme biologique de Ralf Gensheimer (Allemagne).





Figure 12. Observation de pièges sentinelles dans des bandes fleuries en bordure de champ (Hongrie).

En Italie, deux évènements avec les agriculteurs ont été co-organisés par l'Université de Pise et l'Ecole Supérieure Sant'Anna. Les agriculteurs y ont largement exprimé leur intérêt pour les HSN inclus dans les cultures (ex : les cultures intermédiaires), avec comme SE cibles le maintien de la fertilité des sols et l'apport de nutriments. Une première journée sur site a été organisée pour montrer aux agriculteurs comment une culture intermédiaire pouvait améliorer cette composante. Un focus spécial a été fait sur la fertilité physique et biologique du sol et aussi sur les méthodes empiriques disponibles pour la mesurer (ex : test bêche, profil cultural de sol, les pièges Barber, test du sachet de thé, tapis pour mesurer l'érosion des sols, tri manuel des vers de terre).

Les agriculteurs ont été très impressionnés par l'efficacité que peuvent avoir les cultures de couverture dans la modification de la structure du sol et de son activité biologique ainsi que par la facilité qu'ils pourraient avoir à estimer eux-mêmes ces modifications. Dans un deuxième évènement sur site, l'attention des agriculteurs a été attirée vers le rôle des cultures intermédiaires en tant qu'HSN pour les pollinisateurs sauvages au travers de 2 exemples, un champ semé avec du trèfle, l'autre avec de la vesce, maintenus en fleurs dans la ferme de démonstration de l'Université de Pise. La présence, la diversité et les traits fonctionnels de nombreux spécimens de pollinisateurs sauvages ont été démontrés par les chercheurs aux agriculteurs et apiculteurs, qui ont été activement impliqués dans l'échantillonnage.

Pour plus de détails, veuillez contacter :

Jozsef.Kiss@mkk.szie.hu



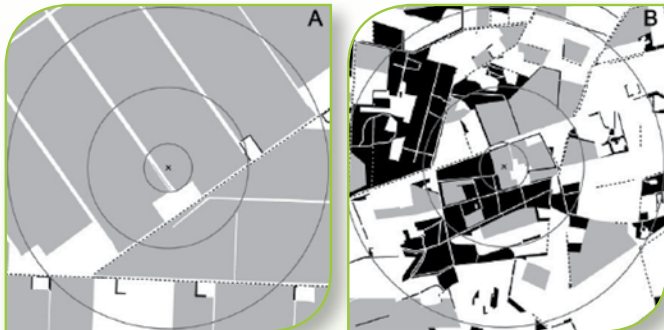
Figure 13. Journée sur site où les agriculteurs ont évalués la structure des sols, modifiée par des cultures intermédiaire.

Figure 14. Journée sur site où les agriculteurs ont observé les pollinisateurs sauvages au cours d'un parcours de transect.





Cartographie des Services Ecosystémiques Régulation biologique à l'échelle du paysage



Les habitats semi-naturels (HSN) et les paysages agricoles ont une incidence sur la régulation biologique des bioagresseurs. La composition du paysage affecte les taux de prédation, en fonction de la forme, la surface et l'emplacement de l'HSN (Figure 15).

Figure 15. Exemple de champs de choux de Bruxelles cultivés en agriculture biologique dans des paysages avec une surface de forêt petite (A) et grande (B). Le gris indique des surfaces agricoles, le noir indique des forêts et des haies et les traits pointillés représentent des lignes d'arbres. Les taux de parasitisme dans (A) et (B) étaient de 7% et 94% respectivement⁷.

Le projet QuESSA avait pour objectif de répondre à ces quatre questions :

- Quels habitats clés affectent le contrôle des ravageurs ?
- Sur quelle(s) distance(s) les habitats affectent-ils le contrôle des ravageurs ?
- Quelle est l'impact des différents habitats sur les SE rendus ?
- Quel est le service écosystémique fourni au niveau paysage ?

Dans un premier temps, un modèle a été développé pour générer des "cartes thermiques" pour la régulation biologique des bioagresseurs et la pollinisation à l'échelle de l'exploitation et à l'échelle de l'Europe. La modélisation de la fourniture de SE au niveau du paysage s'est basée sur la contribution de sources multiples à partir des données des cas d'étude pour permettre une évaluation intégrée des SE au niveau parcelle, exploitation et paysage. Les groupes de données étaient composés de SE mesurés dans les parcelles cibles et de la quantité d'habitats sources à différentes distances du champ cible, avec les cartes d'utilisation des sols dans un rayon d'1 km autour de la parcelle cible. L'importance du SE a été calculée au travers de la somme des contributions de SE des différents habitats sources dans le paysage, en utilisant une fonction de poids spatial (noyau) pour prendre en compte l'effet décroissant des habitats sources par rapport à la distance à la parcelle cible. Ce travail s'est focalisé sur l'estimation de la distance et les paramètres de forme du noyau de dispersion autour du champ cible et sur l'estimation de la puissance de la source par rapport au type d'habitat semi-naturel (surface boisée, linéaire boisé, surface enherbée, linéaire enherbé ou intra-parcellaire).

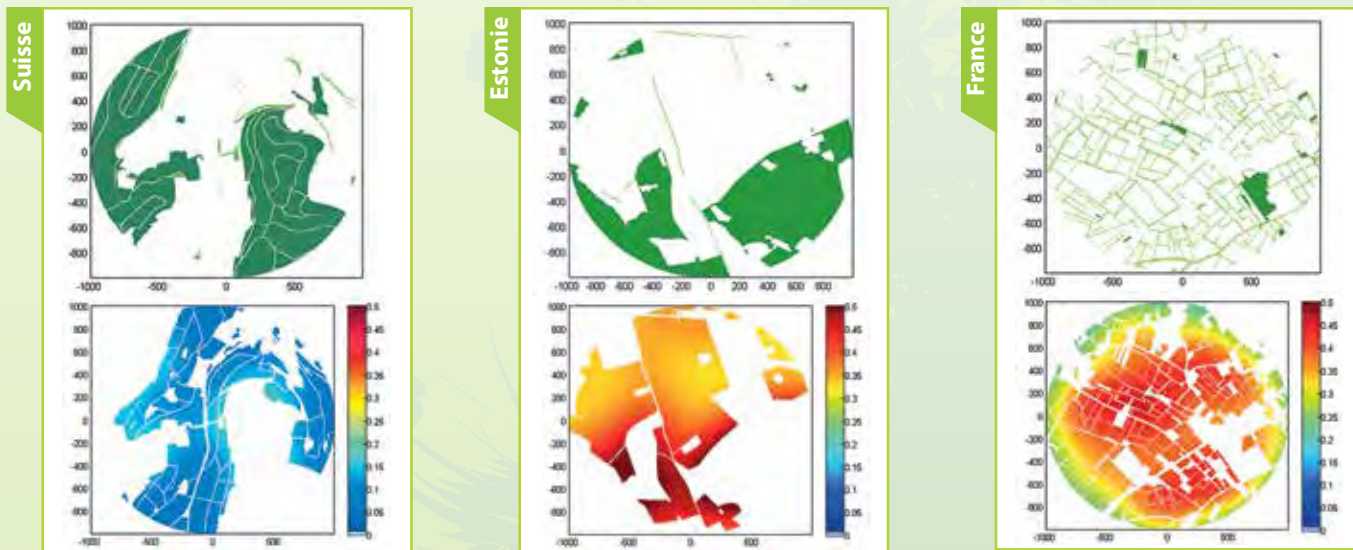


Figure 16. Cartes thermiques pour le taux de parasitisme des larves de méligèthe du colza (en bleu, faible et en rouge fort taux de parasitisme, respectivement) fournis par les HSN linéaires enherbés (vert clair) et surfaces boisées (vert foncé) en Suisse et en Estonie. En France, un paysage à petite échelle avec beaucoup d'éléments linaires enherbés proches des parcelles pourrait potentiellement fournir un meilleur service de régulation biologique des ravageurs.

⁷ Bianchi FJJA, Goedhart PW & Baveco JM, 2008. Enhanced pest control in cabbage crops near forest in the Netherlands. *Landscape Ecology* 23: 595-602.



Sept partenaires ont étudié la prédation des graines d'adventices (*Poa annua* et *Chenopodium album*). La présence d'habitats semi-naturels dans le paysage a eu un effet significatif sur la prédation des graines, mais des différences au niveau de l'intensité des effets ont été observées entre les cas d'étude expliquées par l'espèce de la graine et le type d'habitat. Le paysage a aussi affecté la régulation biologique des ravageurs des cultures (Figure 17) avec à nouveau de grandes différences dans le niveau de prédation parmi les cas d'étude. Des résultats similaires pour le parasitisme des larves de méligèthe du colza en Estonie et en Suisse ont été observés, avec des effets significatifs du paysage. Le taux de parasitisme des larves du méligèthe du colza dépendait dans les deux pays des éléments linéaires enherbés et des surfaces boisées (forêts). Toutefois, le taux de parasitisme en Estonie était bien plus élevé qu'en Suisse pour une même proportion d'HSN. Cette différence ne peut pas s'expliquer par des différences d'HSN dans le paysage. Des éléments linéaires enherbés, combinés à des surfaces enherbées, ont influé la prédation des Tordeuses de la pelure Capua dans les vergers de poiriers du Pays Bas (Figure 19). Par ailleurs, les bordures boisées avaient un effet négatif sur le nombre de forficules recensés dans les vergers de poiriers du Pays Bas (Figure 18). Ceci constitue un dis-service, car les forficules sont des prédateurs généralistes des vergers de poiriers. En conclusion, les habitats semi-naturels ont un impact significatif sur les services de régulation biologique des ravageurs à travers l'Europe, mais les relations quantitatives dépendent fortement du contexte, avec des différences importantes observées entre cas d'étude, renforçant le fait que les données locales sont primordiales pour identifier les meilleures stratégies agroécologiques à adapter aux contextes spécifiques. Une différenciation entre pays devra être faite.

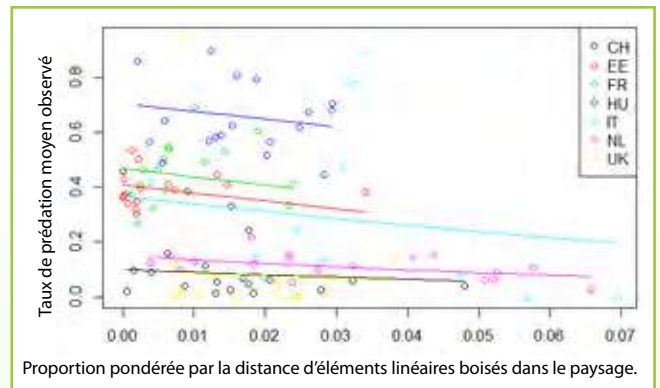


Figure 17. La prédation des graines de *Chenopodium album* décroît avec l'augmentation d'éléments linéaires boisés dans le paysage. Néanmoins, les différences entre cas d'étude sont plus importantes que l'effet de l'HSN.

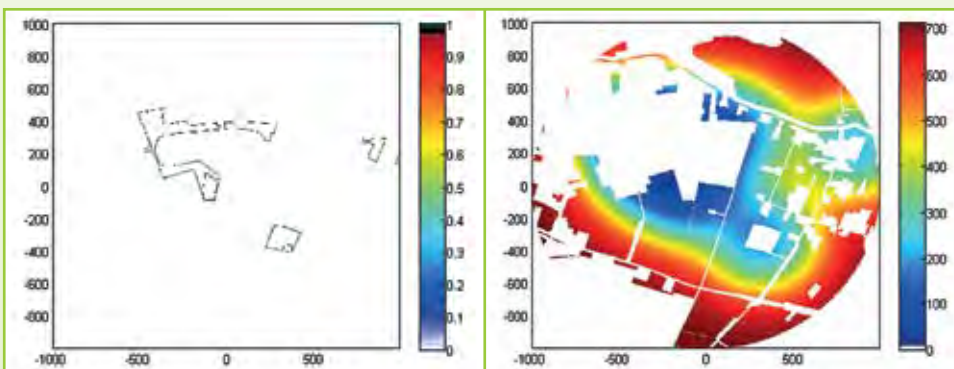


Figure 18. Carte thermique du nombre potentielle de forficules (à droite) en fonction des éléments linéaires boisés (à gauche) du paysage. Leur densité décroît à proximité des bordures boisées.

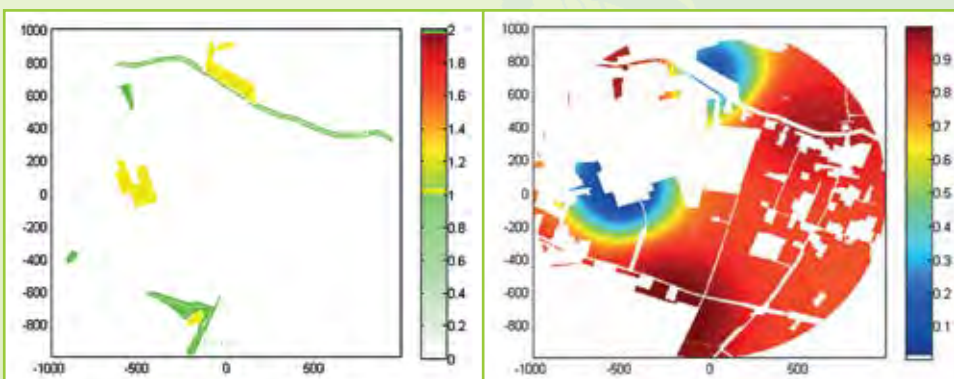


Figure 19. Carte thermique de la prédation potentielle des Tordeuses de la pelure (*Adoxophyes orana*) basée sur la proportion de linéaires enherbés (vert clair) et surfaces enherbées (jaune) dans les paysages, pondérée par la distance.

Pour plus de détails, veuillez contacter :
 wopke.vanderwerf@wur.nl
 marjolein.lof@wur.nl



Compromis et synergies à arbitrer

En fonction de la composition du paysage et de l'arrangement spatial des habitats semi-naturels (HSN) dans le paysage, le niveau de fourniture des divers services écosystémiques peut varier, et des synergies et/ou des compromis à arbitrer entre services écosystémiques peuvent émerger. Dans le cadre du projet QuESSA, les synergies et les compromis entre :

- la régulation biologique des ravageurs,
- la conservation de la biodiversité,
- la séquestration du carbone,
- l'esthétique des paysages,
- et la prévention de l'érosion ont été étudiés.

A cette fin, des indicateurs ont été développés pour chacun de ces cinq services écosystémiques, avant d'explorer les synergies et les compromis entre eux, en utilisant « Landscape IMAGES », un cadre à optimisation multi-objectif. Voici une illustration de la méthode au travers des deux cas d'étude en Allemagne et Hongrie.

L'indicateur du potentiel de régulation biologique est basé sur la pertinence des habitats et du paysage environnant pour héberger les ennemis naturels par rapport à la parcelle cible. La pertinence des habitats semi-naturels à héberger des prédateurs a été renseignée par une revue bibliographique portant sur les habitats linéaires boisés et enherbés, les surfaces boisées et enherbées. L'indicateur de la conservation de la biodiversité est basé sur le nombre d'espèces dans l'HSN en utilisant une approche de courbe d'accumulation des espèces renseignée par les araignées collectées dans des pièges Barber placés dans les habitats enherbés et boisés dans 18 secteurs de paysages en Allemagne. L'indicateur de séquestration de carbone est basé sur la teneur en matières organiques spécifiques de la première couche de sol, alors pondérée par la surface de chaque type d'utilisation du sol. L'indicateur pour l'esthétique du paysage est basé sur des indicateurs topographiques qui sont positivement ou négativement associés à la valeur esthétique. Et pour terminer, l'érosion du sol est mesurée en utilisant l'équation de RUSLE, qui estime la quantité de charge sédimentaire à partir d'une unité de paysage définie spatialement.

Les synergies et les compromis entre ces services écosystémiques ont été explorés en utilisant Landscape IMAGES. Ce logiciel génère un grand nombre de configurations de paysages alternatifs en utilisant un algorithme qui évalue le niveau de fourniture de cinq services écosystémiques cibles pour chaque configuration de paysage et sélectionne les configurations de paysage les plus performants en utilisant la procédure d'optimisation Pareto (Figure 20). La frontière d'efficacité de Pareto (ligne pointillée rouge) montre le compromis qui devra au final être accepté si un service écosystémique ne peut être accru sans en décroître un autre. Cependant, les paysages courants pourraient être très éloignés de cette frontière d'efficacité de Pareto, et ainsi des situations gagnant-gagnant existent avant d'en arriver aux compromis. De plus, les services écosystémiques peuvent s'améliorer conjointement, résultant ainsi en synergies.

L'analyse Landscape IMAGES pour les cas d'études allemand et hongrois a montré qu'au final les compromis surviennent entre valeur esthétique et valeur de conservation, alors que les synergies sont observées entre valeur esthétique et séquestration du carbone, valeur esthétique et prévention de l'érosion du sol et séquestration carbone et régulation biologique (Figure 21). Alors que les courbes de compromis/synergie ont des formes similaires dans les cas d'étude allemand et hongrois, des différences nettes ont été observées dans les niveaux de fourniture de services écosystémiques dans les deux cas d'étude. Les résultats de cette étude peuvent aider les parties prenantes à prendre des décisions éclairées concernant la gestion des écosystèmes dans les cas d'étude et ainsi contribuer à la conception de paysages multifonctionnels.

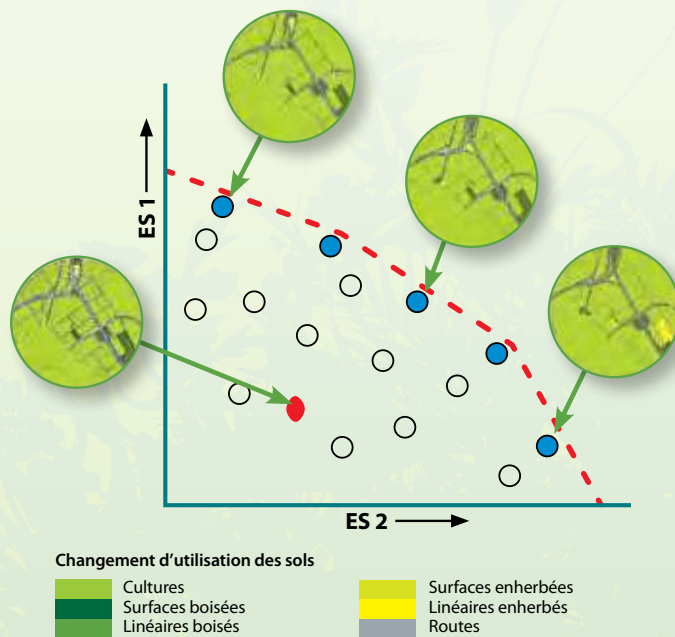
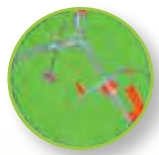


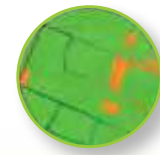
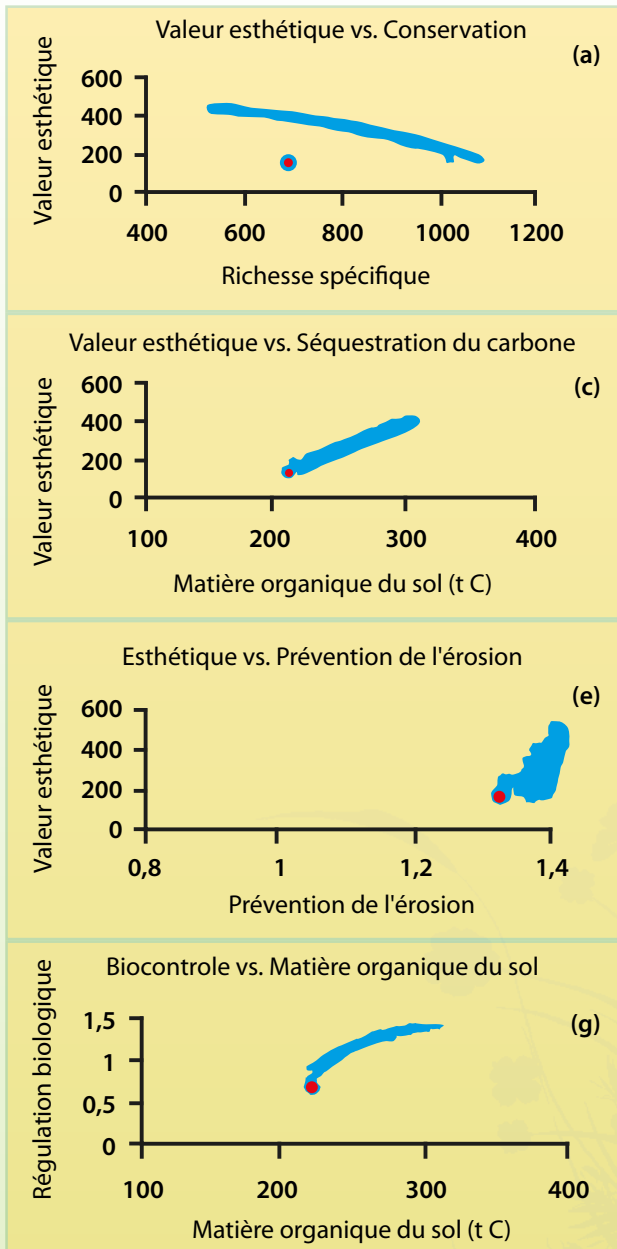
Figure 20. Courbe de Pareto montrant une analyse compromis/synergie entre deux SE (ES1 et ES2). La configuration originelle du paysage est indiquée par le diamant rouge, les paysages générés sont symbolisés par des cercles et les configurations de paysage Pareto-optimum sont indiquées par les points bleus.

⁸ Holland JM, Bianchi FJJA, Entling MH, Moonen AC, Smith BM & Jeanneret P, 2016. Structure, function and management of semi-natural habitats for conservation biological control: a review of European studies. *Pest Management Science* 72: 1638-51.

⁹ Renard KG, Foster GR, Weesies GA, McCool DK & Yoder DC, 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). U.S. Department of Agriculture-Agriculture Handbook N° 703.



Allemagne



Hongrie

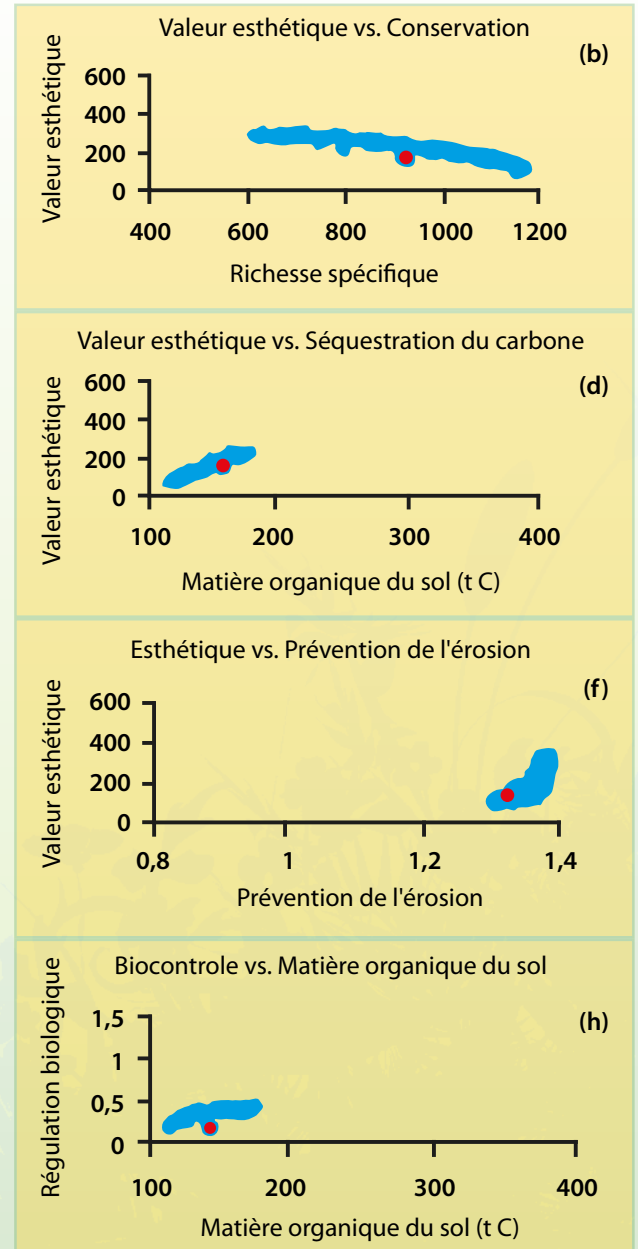


Figure 21. Courbes de compromis/synergie pour cinq services écosystémiques dans les cas d'étude allemand (à gauche) et hongrois (à droite). Les diamants rouges montrent le niveau de fourniture de services écosystémiques pour la configuration de paysage courante, alors que les points bleus montrent le niveau de fourniture de services écosystémiques pour les configurations de paysage alternatives (Pareto-optimum).

Pour plus de détails, veuillez contacter :

seleshi.yalew@wur.nl
walter.rossing@wur.nl
felix.bianchi@wur.nl



A l'échelle européenne

Deux modèles spatialisés des services écosystémiques de pollinisation et de régulation biologique des ravageurs ont été développés à une résolution fine (100 m), à l'échelle européenne. Le modèle de pollinisation évalue la pertinence potentielle du paysage entier à fournir des ressources aux abeilles sauvages. Le modèle de régulation biologique des ravageurs évalue la contribution des HSN aux besoins des prédateurs aériens des ravageurs cibles. Comme pour les cartes thermiques, les deux modèles utilisent une fonction de pondération spatiale pour déterminer l'effet global des HSN sur la fourniture de service en tout point du paysage. Les couches pan-européennes représentatives de l'abondance des HSN sur les surfaces agricoles ont d'abord été identifiées et leur fiabilité a été validée en utilisant des techniques statistiques. Les couches à haute résolution de la couverture des arbres, disponibles depuis peu, ont été utilisées à cette fin, ainsi que Corine Land Cover 2012 et la carte de végétation semi-naturelle dans les terrains agricoles développée par Garcia-Feced et al. (2014)¹⁰. Les modèles ont aussi été paramétrés avec des données issues des cas d'étude pour quantifier le potentiel des différents types d'HSN à subvenir aux besoins des abeilles et prédateurs aériens (§ Prédiction d'un potentiel). Dans les deux modèles, on considère que les HSN exercent une influence sur les niveaux mesurés des services écosystémiques dans les terrains agricoles, en fonction de leur type et de leur distance spatiale. Le modèle de pollinisation est un développement du modèle original élaboré par Zulian et al. (2013)¹¹. Il n'existe pas de modèle à l'échelle européenne de la régulation biologique des ravageurs sur lequel se baser. Celui qui a été développé durant ce projet peut donc être considéré comme le premier.

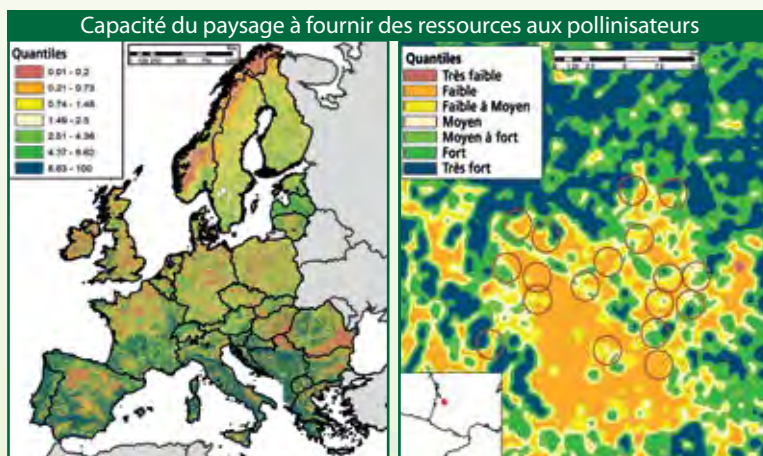


Figure 22. Carte du potentiel du paysage à fournir des ressources aux pollinisateurs en Europe (à gauche) et au niveau régional (à droite).

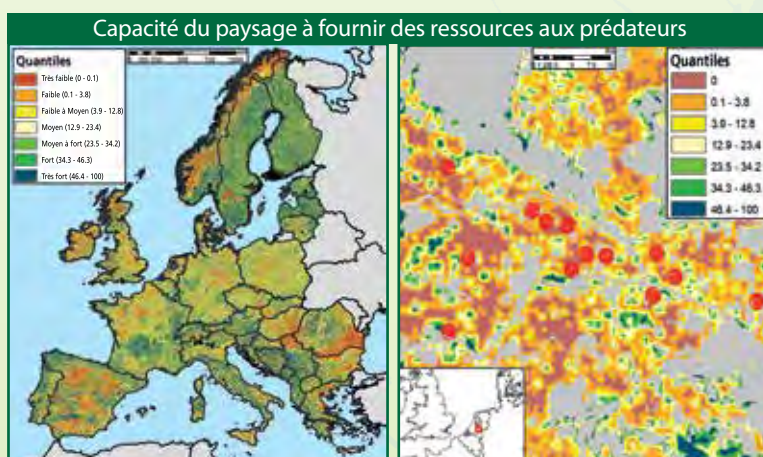


Figure 23. Carte de la capacité potentielle du paysage à fournir des ressources aux prédateurs aériens des ravageurs cibles dans les régions agricoles en Europe (à gauche) et aux Pays-Bas (à droite).

Pour plus de détails, veuillez contacter :

maria-luisa.paracchini@ec.europa.eu

carlo.rega@ec.europa.eu

Les modèles peuvent être facilement adaptés une fois que de nouvelles informations sont disponibles en entrée. Les couches de données peuvent être facilement modifiées pour inclure des résultats plus récents dès qu'ils sont disponibles. En couplant ces cartes de pollinisation (Figure 22) et de régulation biologique des ravageurs (Figure 23), avec celles de distribution des cultures dépendantes de la pollinisation et ayant besoin d'auxiliaires, les zones qui souffrent de sous-fourniture de ces services peuvent être identifiées pour renforcer les mesures politiques en leur faveur (e.g. favoriser l'implantation collective des surfaces d'intérêt écologique).

Les futurs développements pourraient inclure la prise en compte des relations émergentes entre SE et différents types d'HSN telles qu'identifiées par les modèles élaborés à partir des secteurs de paysage; améliorer les données géo-spatiales utilisées pour décrire les HSN afin de prendre en compte par exemple les éléments linéaires enherbés; et élaborer plus avant le rôle des configurations et compositions de paysage dans le soutien de la pollinisation et de la régulation biologique des ravageurs.

¹⁰ Garcia-Feced C, Weissteiner CJ, Baraldi A, Paracchini ML, Maes J, Zulian G et al., 2014. Semi-natural vegetation in agricultural land : European map and links to ecosystem service supply. *Agron Sustain Dev* 35: 273-83.

¹¹ Zulian G, Maes J & Paracchini ML, 2013. Linking land cover data and crop yields for mapping and assessment of pollination service in Europe. *Land* 2: 472-92.



Résultats & Recommandations

La pollinisation entomophile

Description de la fonction écologique sous-jacente

La pollinisation entomophile correspond au processus de transport du grain de pollen (gamète male) des étamines vers les organes reproducteurs femelles d'une plante par un insecte. C'est une étape essentielle dans la production de graines pour toutes les spermatophytes (plantes à graines). Elle représente un service écosystémique clé d'importance économique capitale¹².

En effet, la pollinisation par les insectes augmente et stabilise le rendement de plus des trois quarts des cultures alimentaires les plus importantes du monde¹³. Bien que la majorité des aliments de base du régime alimentaire humain ne nécessitent pour autant pas la présence de pollinisateurs, environ un tiers de la production alimentaire globale vient de cultures qui en dépendent dans une certaine mesure¹⁴.

Les principaux groupes de pollinisateurs rencontrés dans le projet QuESSA



Quelques espèces de carabes, mouches, thysanoptères et oiseaux pourraient aussi contribuer dans une moindre mesure à la pollinisation de certaines cultures, mais n'ont pas fait l'objet de suivis dans le cadre du projet QuESSA.

Avantages	Environnemental	Agronomique	Socio-économique
	<p>↗ Biodiversité</p> <p>Maintenance de la flore sauvage</p>	<p>↗ Productivité : quantité et qualité du rendement des récoltes</p>	<p>↗ Production et diversité alimentaires</p> <p>Activité apicole</p> <p>↘ Coûts d'opération : moins de ruches par hectare à cause des pollinisateurs sauvages.</p>

Classement des cultures dépendantes des pollinisateurs (adapté de Klein et al. 2007)¹³

Classe de dépendance aux pollinisateurs	Description	Cultures testées dans QUESSA	Type de pollinisateurs
Essentielle	Les pollinisateurs sont essentiels pour la plupart des variétés : réduction de la production de 90% , en comparant les expériences avec et sans insecte pollinisateur	Potiron	Abeilles mellifères (<i>Apis cerana</i> , <i>A. mellifera</i>), Bourdons (<i>Bombus sp.</i>), Abeilles solitaires
Haute	La pollinisation entomophile est importante : réduction de la production entre 40 et 90% sans insecte pollinisateur	Poire	Abeilles mellifères (<i>Apis mellifera</i>), Bourdons (<i>Bombus sp.</i>), Abeilles solitaires (<i>Osmia sp...</i>), Mouches (<i>Eristalis sp.</i>)
Modeste	La pollinisation entomophile est clairement bénéfique : réduction de la production entre 10 et 40% sans insecte pollinisateur	Colza, Tournesol	Abeilles mellifères (<i>Apis mellifera</i>), Bourdons, Abeilles solitaires (<i>Andrena sp.</i> , <i>Osmia cornifrons</i> , <i>lignaria...</i>)
Faible	Quelques indicateurs suggèrent que la pollinisation entomophile peut être bénéfique : réduction de la production inférieure à 10% sans insecte pollinisateur	Tomate	Abeilles mellifères (<i>Apis mellifera</i>), Bourdons (<i>Bombus hypnorum</i> , <i>B. pascuorum</i> , <i>B. terrestris...</i>), Abeilles solitaires (<i>Amegilla chlorocyanea</i> , <i>A. holmesi...</i>)
Pas d'augmentation	Pas d'augmentation de la production liée à la pollinisation entomophile	Olive	Les abeilles mellifères visitent les fleurs occasionnellement

¹²Gallai N, Salles JM, Settele J & Vaissière BE, 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological economics 68: 810-821.

¹³Klein AM, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C & Tscharntke T, 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proc R Soc B-Biol Sci 274: 303-313; Aizen MA, Garibaldi LA, Cunningham SA et al, 2009.

How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. Ann Bot 103:1579-1588.

¹⁴Kearns CA, Inouye DW & Waser N, 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. Annu Rev Ecol Syst 29: 83-112; Klein et al., 2007.



Résultats

La pollinisation des cultures étudiées a montré des réponses divergentes dans les cas d'étude détaillés ci-après dans le document. Dans deux cas (le poirier aux Pays Bas et le tournesol en Italie), une association entre la performance de la culture et la présence d'HSN dans la zone entourant une parcelle cible a été observée, mais avec des résultats opposés **ce qui va à l'encontre d'une approche unique de gestion pan-européenne des habitats semi-naturels boisés** dans le paysage pour améliorer ce service. Plus spécifiquement, les déficits en pollinisation des poiriers décroissaient avec la présence de linéaires boisés à leur proximité. Ainsi, chaque fois que l'élément linéaire boisé se rapprochait de 100 mètres de la parcelle cible, le niveau de pollinisation augmentait de 50%. A contrario du tournesol où les linéaires boisés ont eu un effet négatif sur la pollinisation.

L'importance des pollinisateurs sauvages a été montrée au travers de quelques cas d'étude tels que le potiron en Allemagne (importance des bourdons). Moins de pollinisateurs ont été recensés dans la partie intérieure des surfaces boisées, et ce quelques soient les pollinisateurs et les différents groupes fonctionnels (mellifères vs. abeilles sauvages). **Ainsi, pour ces espèces, seule la surface en bordure est considérée comme fonctionnelle.** Davantage de prédateurs aériens ont été recensés dans les parties extérieures qu'intérieures des éléments boisés, alors que c'était équivalent pour les éléments enherbés. Quelques différences ont également été remarquées parmi les guêpes parasitoïdes (très abondantes à l'extérieur mais encore abondantes à l'intérieur des linéaires boisés ; elles étaient toutefois moins abondantes à l'intérieur des surfaces boisées). Les mouches prédatrices étaient quant à elles présentes dans les parties extérieures des éléments boisés, mais pas à l'intérieur. L'abondance des abeilles a été mieux prédite en décrivant la couverture végétale herbacée et les traits fonctionnels des ressources florales. Le type d'HSN seul n'était pour ce groupe-là pas un indicateur très précis. Au contraire de l'abondance des prédateurs aériens qui elle a été bien prédite par le type d'HSN et la distance dans l'HSN (surtout pour les surfaces boisées). Pour les deux groupes, il est recommandé que **seule la surface en bordure soit considérée comme fonctionnelle** pour les surfaces boisées. Ce travail a permis de montrer que ces insectes interagissent avec différents habitats. Aucun effet de paysage n'a été observé sur les abeilles mellifères. Néanmoins, les apiculteurs sont conscients que le positionnement des ruches en fonction de leur environnement est déterminant pour la santé de leurs abeilles.



Recommandations pour les agriculteurs, conseillers et formateurs

- Pour les abeilles sauvages et mellifères, les éléments enherbés avec quelques arbustes semblaient les plus attractifs, surtout ceux appartenant à la famille des rosacées.
- Eviter de couper les espèces fleuries telles qu'Achillea, Leucanthemum, Hypericum et Trifolium.
- Il est plus bénéfique de créer de petits bosquets et des éléments enherbés avec des ressources fleuries variées durant l'année pour attirer davantage de pollinisateurs.
- Prendre en compte l'environnement des ruches (moins d'utilisation de pesticides) pour la santé des abeilles.
- Utiliser moins d'herbicides pour que la flore sauvage puisse davantage se développer et ainsi offrir des ressources nutritives aux pollinisateurs.
- Introduire quelques espèces à floraison précoce et tardive autour des champs, ce qui fournira des ressources nutritives au début du printemps et pendant l'automne quand les ressources deviennent rares.
- Les abeilles mellifères ont besoin de pollen comme source de protéines pour se reproduire tout au long de l'année et les pollens fournis par les espèces sauvages sont très importants, en plus du nectar.



Recommandations aux décideurs politiques

- Des politiques qui promeuvent et maintiennent différents types d'HSN sur les terres agricoles, une gestion de la végétation diversifiée et intégrée des HSN (régimes de coupe, réduction ou non-utilisation d'herbicides,...) dans et autour des parcelles et impliquant non seulement les agriculteurs, mais aussi les municipalités et autres structures territoriales pour protéger la biodiversité fonctionnelle.
- Améliorer la biodiversité pour améliorer le service écosystémique de pollinisation : proposer des « solutions axées sur la nature » pour augmenter les conditions favorables à la biodiversité en proposant des habitats favorables aux auxiliaires des cultures dans les paysages agricoles. Travailler avec la nature plutôt que contre, en intégrant quelques résultats intéressants issues des projets de recherche des programmes FP7, BiodivERsA et des futurs H2020.



sur tournesol

Contexte

La culture du tournesol (*Helianthus annuus*) est économiquement importante au sein de l'UE. Historiquement, elle a été considérée comme étant une culture hautement auto-incompatible, mais aujourd'hui, avec l'utilisation courante des variétés cultivées commerciales, elle est prétendue hautement auto-fertile. C'est la culture oléagineuse la plus importante en Hongrie et sa surface s'est accrue de 50% au cours de la dernière décennie.



Le saviez-vous ?

Les abeilles mellifères et les pollinisateurs sauvages peuvent contribuer à hauteur de 5 à 25% du rendement selon les variétés (ou hybrides).

Figure 24. Des bourdons sur un tournesol en Hongrie.

Objectifs

Evaluer l'état actuel de la pollinisation, et son implication en termes de production de culture, en essayant de comprendre

- comment le contexte du paysage affecte la fourniture de service de pollinisation ?
- si les HSN contribuent à ce service écosystémique en fournissant des ressources alternatives pour le nectar et le pollen aux insectes pollinisateurs ?

Résultats

Les variétés cultivées commerciales, en dépit de leurs différents degrés d'auto-fertilité, nécessitent toujours un niveau minimal de pollinisation croisée, qui accroît la production de graines et la teneur en huile. La composition chimique de l'huile n'est en revanche pas affectée par le niveau de pollinisation entomophile. Les abeilles mellifères ont représenté la grande majorité des pollinisateurs dans la zone, assurant une pollinisation globalement correcte. Les ruches dans le paysage environnant ont affecté le rendement de façon positive, ainsi que la présence de cultures à floraison précoce, de zones urbaines et des éléments linéaires boisés. A l'inverse, **les éléments enherbés ont réduit la productivité des tournesols, en jouant le rôle de puits pour les pollinisateurs.**

En Hongrie, aucun déficit de pollinisation n'a été enregistré en 2015, mais des taux plus élevés de fécondation (+4.7%) ont été toutefois mesurés en 2014. Le taux de pollinisation entomophile était en moyenne de 7.5%. Une proportion plus élevée d'HSN dans le paysage étudié ne s'est pas traduite par des niveaux de SE plus élevés.



Recommandations pour les agriculteurs, les conseillers et les formateurs

- Créer un support de connaissances pour leur permettre de reconnaître/identifier les pollinisateurs (en particulier les sauvages), mieux comprendre leur écologie et les impacts qu'ont les pratiques de gestion sur eux. Les conseillers agricoles, les ONG agro-environnementales doivent disposer de ces informations pour savoir comment les identifier et quels sont les habitats à préserver (refuges d'hivernage, sites de nidation, ressources florales...).
- Promouvoir la suppression ou la réduction des pesticides. Les insecticides, les herbicides ont un effet létal sur la flore sauvage et pourraient avoir un effet négatif sur la santé de nombreuses espèces d'insectes.
- Eviter les insecticides systémiques (ex : néonicotinoïdes) quand cela est possible et prévenir la dérive de pulvérisation sur les HSN fleuris avoisinants.
- Eviter de faucher avant la floraison.
- Maintenir une diversité de types d'HSN (végétation herbacée, bandes fleuries avec une diversité spatiale et temporelle en particulier).
- Promouvoir les haies, lisières boisées ou petits bosquets pour les pollinisateurs qui y trouvent des ressources nutritives.
- Etablir des bandes fleuries plus proches ou à l'intérieur des champs cultivés.
- Attirer les pollinisateurs de façon précoce à la fin de l'hiver et au début du printemps (ex : *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*...) et préserver les adventices à feuilles larges et à floraison précoce.
- Promouvoir une image positive envers les consommateurs en utilisant un étiquetage et un label indiquant qu'ils adhèrent à une charte de préservation de la biodiversité fonctionnelle et en particulier des pollinisateurs comme Bee Friendly. (<http://www.certifiedbeefriendly.org>)



Recommandations pour les décideurs politiques

- Promouvoir la diversité des variétés cultivées au sein d'un même territoire.
- Favoriser une gestion concertée de ces variétés cultivées et une gestion différenciée de l'entretien des HSN (taille ou fauche tardive et alternée).
- Favoriser la diversité des HSN au niveau du paysage pour maintenir les populations de pollinisateurs.
- Éviter la floraison simultanée des HSN et de la culture cible. Encourager la floraison précoce et tardive dans les haies vives (arbres et arbustes) pour attirer les pollinisateurs (abeilles mellifères et pollinisateurs sauvages) dès que possible pour qu'ils puissent être présents quand la parcelle cible est en fleurs et subvenir à leurs besoins pour les années à venir.
- Développer des mesures qui répondent aux besoins des pollinisateurs à travers les paysages par la protection et l'augmentation des plantes à fleurs dans les habitats semi-naturels.
- Poursuivre les travaux de recherche pour développer des mélanges floraux adaptés aux contextes, aux cultures et aux pollinisateurs cibles.
- Renforcer les travaux de recherche pour mieux comprendre l'importance de la ressource en pollen dans le paysage environnant pour la santé des abeilles mellifères.
- Identifier les espèces clés parmi les arbres et arbustes à floraison précoce, les cultures de légumineuses et la strate herbacée dans les HSN qui fournissent des ressources florales.



Pour plus de détails, veuillez contacter :

moonen@sssup.it
a.miquelbartual@sssup.it
Szalai.Mark@mkk.szie.hu

Figure 25. Champ de tournesol en Hongrie, avec la bordure de forêt au second plan.

Focus sur une analyse globale du déficit de pollinisation

Des déficits de pollinisation ont été détectés dans deux pays seulement : la Suisse (sur colza) et l'Italie (sur tournesol) (Figure 26a). En Suisse, le déficit en pollinisation a pu avoir lieu parce que les variétés de colza n'ont pas été pleinement auto-pollinisées en l'absence d'abeilles, à la différence des variétés utilisées en Estonie et au Royaume-Uni (Figure 26b). En Italie, le déficit s'est produit malgré un taux très fort de visites des abeilles domestiques, suggérant que celles-ci ne seraient pas les principaux pollinisateurs du tournesol.

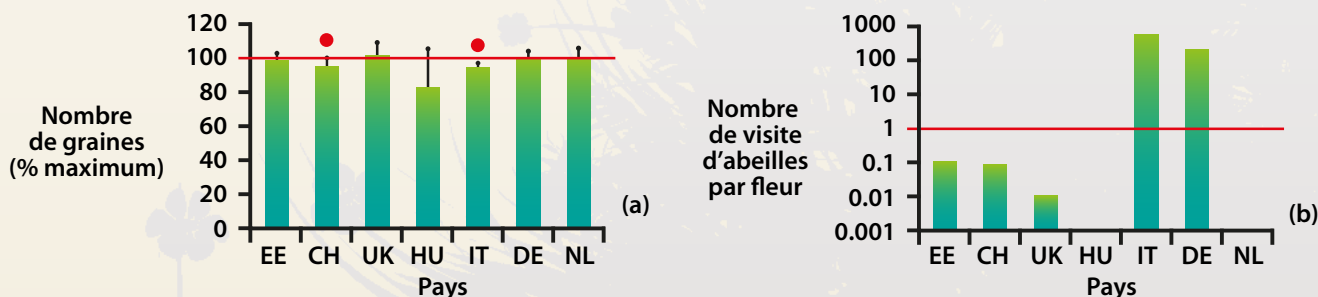


Figure 26. Déficients de pollinisation et visites des fleurs par les abeilles dans sept pays. Graphique de gauche (a) : nombre de graines obtenues sur des fleurs à pollinisation ouverte par rapport à celles obtenues sur fleurs pollinisées manuellement (%). Les points rouges indiquent les déficits détectables statistiquement. Graphique de droite (b) : nombre de visites d'abeilles par fleur (ou par tête pour le tournesol) de la culture. Le nombre de visite n'étaient pas disponibles pour la Hongrie et les Pays-Bas.

Pour plus de détails, veuillez contacter :

d.wallis@exeter.ac.uk
j.e.cresswell@exeter.ac.uk



Sur colza

Contexte

Le colza (*Brassica napus*) est une des productions les plus importantes au monde pour l'alimentation humaine et celle du bétail ainsi que pour le biocarburant. Le colza constitue aujourd'hui la troisième plus grande source d'huile végétale au monde (<http://faostat3.fao.org>). La zone cultivée du colza s'est largement étendue au cours des dix dernières années. Cette culture est auto-fertile et principalement anémophile (pollinisée par le vent), bien que des études récentes aient montré qu'elle bénéficie aussi de la pollinisation entomophile qui peut augmenter la qualité des graines et le rendement¹⁵. L'effet synergique de la pollinisation par les insectes et le contrôle des ravageurs sur le rendement et les plus-values pour ces agriculteurs ont aussi été montrés dans une autre étude en Suisse¹⁶.



Les principaux pollinisateurs du colza

Les abeilles mellifères, les bourdons, les abeilles solitaires et les Syrphes sont des pollinisateurs reconnus du colza, mais des différences existent relatives à leur efficacité en fonction du nombre de grains de pollen qu'ils peuvent transférer, de leur nombre de visites et de leur abondance.

Figure 27. Abeille mellifère (*Apis mellifera*) sur une fleur de colza (*Brassica napus*).

Objectifs

Pour étudier l'effet des habitats semi-naturels adjacents et des mesures de verdissement de la PAC (§ p43 Gestion des habitats semi-naturels et surfaces d'intérêt écologique) à l'échelle du paysage sur la pollinisation, deux hypothèses dépendantes ont été testées :

- La présence locale de deux types de HSN communément mises en œuvre (par exemple, les bandes de fleurs sauvages semées et les haies vives en Suisse) augmente la fourniture du service de pollinisation dans les cultures adjacentes au colza.
- L'efficacité de ces HSN pour promouvoir la pollinisation est renforcée en augmentant la proportion de mesures de verdissement équivalentes mises en œuvre au niveau du paysage.

Résultats

Aucun déficit de pollinisation entomophile n'est apparu dans le cas d'étude du Royaume-Uni. Le nombre de graines par gousses et le poids de 1000 grains ne différaient pas entre les modalités de pollinisation ouverte et manuelle.

Le déficit de rendement observé en Estonie est apparu comme positivement influencé par la présence d'habitats de surfaces enherbées autour de parcelles cibles (déficit moindre) mais négativement par des habitats linéaires boisés. Aucune augmentation de rendement n'a été constatée ni en fonction du type d'HSN adjacent ni de la distance à cet élément.

Le nombre de visites de fleurs de colza par des pollinisateurs sauvages dans les parcelles cibles ont augmenté de façon synergique avec de plus fortes proportions de mesures de verdissement à l'échelle du paysage et la présence locale de bandes de fleurs sauvages vivaces et de haies vives¹⁷.

La visite des fleurs par des pollinisateurs sauvages dépendait de la présence locale du type d'HSN adjacent à la parcelle cible : elle a augmenté avec une bande de fleurs sauvages adjacente ou une haie fleurie en comparaison au témoin où aucun HSN n'était présent.

La présence d'un HSN adjacent et les mesures de verdissement à l'échelle du paysage ont augmenté conjointement l'effet de la pollinisation entomophile sur le nombre de graines obtenues dans les parcelles cibles.

Au Royaume-Uni, bien qu'un faible nombre de visites ait été enregistré, il s'agissait essentiellement de pollinisateurs sauvages (abeilles solitaires du genre *Andrena*). Un effet significatif de la surface boisée adjacente en comparaison avec l'habitat linéaire enherbé a été montré sur l'abondance des syrphes dans la parcelle cible.

En Estonie, les abeilles sauvages et spécialement les abeilles solitaires ont été plus importantes dans le colza que ce attendu. Les HSN adjacents ont augmenté l'abondance des pollinisateurs, et surtout les linéaires enherbés et boisés. Les bourdons étaient plus abondants dans les secteurs de paysage avec des proportions intermédiaires (16 – 26%) et fortes ($\geq 27\%$) d'HSN au niveau du paysage que ceux avec une proportion faible ($< 15\%$).

¹⁵ Bommarco R, Marini L & Vaissière BE, 2012. Insect pollination enhances seed yield, quality and market value in oilseed rape. *Oecologia* 169: 1025-32; Hudewenz A, Pufal G, Bogeholz AL & Klein AM, 2013. Cross-pollination benefits differ among oilseed rape varieties. *J Agric Sci* 152: 770-8.

¹⁶ Sutter L & Albrecht M, 2016. Synergistic interactions of ecosystem services: florivorous pest control boosts crop yield increase through insect pollination. *Proc R Soc B* 283: 20152529.

¹⁷ Sutter L, Albrecht M & Jeanneret P, 2017. Landscape greening and local creation of wildflower strips and hedgerows promote multiple ecosystem services *J Appl Ecol*. Accepted manuscript.



Recommandations pour les agriculteurs

- Fournir des habitats pour les pollinisateurs (abeilles mellifères et sauvages, syrphes) tels que des sites de nidification ou d'hivernage ainsi que des ressources nutritives (pollen, nectar) : combiner des éléments enherbés vivaces avec de la végétation variée et à plusieurs strates, et s'assurer d'un étalement des périodes de floraison (surtout les floraisons précoces et tardives pour ne pas entrer en compétition avec les cultures pollinisées par les insectes et fournir des ressources dans les périodes où ces cultures ne sont pas en fleurs).
- Avoir conscience que certaines pratiques peuvent affecter les pollinisateurs dans les champs.
- Encourager les abeilles solitaires qui nichent au sol : laisser des carrés de terre nue dans des zones abritées, orientées au sud et surtout des talus. Les garder sans culture jusqu'à l'été suivant. Eviter les zones sujettes à l'érosion.
- Pendant les périodes de floraison, il est important de coordonner la gestion des ravageurs et des pollinisateurs en encourageant les agriculteurs à utiliser des produits naturels, ou au moins d'utiliser des insecticides sélectifs de la faune auxiliaire (et portant la mention abeilles) qui ont moins d'impact sur les pollinisateurs, et en respectant les recommandations de pulvérisation (périodes et conditions d'application).
- Promouvoir l'introduction d'HSN à proximité des cultures (ex : des bandes de fleurs sauvages ou des haies vives) quand il n'y en a aucun pour augmenter la visite des fleurs de la culture par des pollinisateurs sauvages.



Recommandations pour les décideurs politiques

- Importance de préserver des sites de nidification pour les pollinisateurs sauvages, afin de conserver et subvenir aux besoins de ces populations locales par le biais de mesures agroenvironnementales.
- Promouvoir les travaux de recherche sur l'identification des sites de nidification des pollinisateurs sauvages et sur les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement afin de préserver ces sites (agriculture de conservation et couverts végétaux à base de légumineuses).
- Promouvoir la compréhension de la fonction des pollinisateurs dans les agroécosystèmes et les interactions avec d'autres pratiques adoptées par les agriculteurs : les besoins en pollinisation de la culture/la variété, les pollinisateurs efficaces, les guildes de pollinisateurs et les exigences minimales pour les cultures.
- Améliorer les politiques favorisant les pratiques agroécologiques qui bénéficient à la fois aux pollinisateurs et aux ennemis naturels.
- Promouvoir la gestion des HSN au niveau des parcelles et du paysage, puisqu'un effet interactif a été montré, suggérant que les HSN adjacents seuls ne fournissent pas assez de nourriture, de sites d'hivernage et de nidification pour les pollinisateurs sauvages.
- Encourager les agriculteurs par le biais de mécanismes de soutien pour augmenter les habitats semi-naturels au-delà des 5% de surfaces d'intérêt écologique requis par la PAC.
- La pollinisation des cultures cibles étudiées a montré des réponses divergentes à travers les cas d'étude. Les résultats sont dépendants du contexte. Une recherche plus poussée est nécessaire pour voir comment les SIE et autres mesures de verdissement peuvent être améliorées pour les rendre plus efficaces dans l'atteinte de leurs objectifs multiples (compromis et synergies).

Pour plus de détails, veuillez contacter :

louis.sutter@agroscope.admin.ch

matthias.albrecht@agroscope.admin.ch

Eve.Veromann@emu.ee

jholland@gwct.org.uk

Focus sur les plantes adventices en Italie et en Hongrie (disservices)

Les quatre distances habituellement prévues dans le protocole QuESSA (§ Dispositifs expérimentaux) n'ont pas été considérées pertinentes pour la mesure d'invasions par les adventices dans le champ depuis l'HSN adjacent et par conséquent d'autres carrés ont été ajoutés, surtout en bordure de cultures, pour un total de sept distances depuis la bordure vers le centre du champ (1, 2, 10, 15, 25, 50 et 75 m).

L'abondance des adventices était plus importante uniquement à la distance de 1 m de la bordure de l'HSN. A partir de 2 m, la distance de l'HSN n'affectait pas le taux de recouvrement des adventices. La proportion de l'HSN dans le secteur de paysage n'avait aucun effet sur la richesse des adventices dans le tournesol, et influait très peu sur la composition des espèces (imputation de 2,5% de la variabilité observée). Le disservice rendu par l'HSN en terme d'abondance des adventices semble donc être très limité et les éléments boisés paraissent décroître le recouvrement en adventices (dicotylédones annuelles et espèces vivaces). D'un autre côté, les éléments boisés pourraient avoir un effet négatif sur le rendement de la culture dans les premiers mètres à cause de la compétition des racines et de l'ombrage. La perte de rendement pourrait toutefois aussi être influencée par des effets indirects dans les premiers mètres (par ex. un mauvais labour ou une mauvaise maîtrise des adventices par les herbicides).

Pour plus de détails, veuillez contacter : moonen@sssup.it



Sur potiron

Contexte

Le potiron (*Cucurbita maxima*) est une plante bien adaptée à l'étude des services de pollinisation étant donné que la pollinisation entomophile lui est essentielle. Le potiron a une longue période de floraison (en moyenne 72 à 80 jours), avec une durée de vie courte des fleurs uniques (6h à 1 jour). Des visites de pollinisateurs rapides et efficaces sont ainsi vitales au rendement de la culture^{18,19}.

Objectifs

Évaluer l'état actuel de la pollinisation, et son implication sur production de la culture, en essayant de comprendre

- comment le contexte de paysage affecte la fourniture du service de pollinisation,
- comment les HSN contribuent à ce service écosystémique en fournissant des ressources alternatives de nectar et pollen aux insectes pollinisateurs.

Le saviez-vous ?

Pour produire un fruit commercialisable, une fleur de potiron a besoin de plus de 500 grains de pollen sur ses stigmates et la masse du fruit augmente jusqu'à une accumulation d'environ 3000 grains de pollen sur ses stigmates, seuil à partir duquel la masse reste égale. Pour atteindre une pollinisation complète, chaque fleur femelle nécessite 3,5 visites de bourdons ou 12 visites d'abeilles mellifères ou 190 visites d'Halictidae entre le lever du soleil et ~11:00 du matin. Le rendement de la culture est très sensible au déclin de la population de bourdons.

Résultats

Les bourdons ont été les pollinisateurs les plus efficaces, puisque le dépôt d'une seule visite (ci-après DVU) est égal à 3369 grains, avec un temps de manipulation très court (ci-après H, H=12") en comparaison des abeilles mellifères (DVU = 582; H=144") et des Halictidae (DVU = 45; H=191").

La fourniture de pollen a augmenté de façon significative avec le nombre de visites de bourdons, mais n'était pas liée de façon significative aux visites de tous les pollinisateurs, abeilles mellifères ou Halictidae.

Avec l'abondance de visites de bourdons (en moyenne 21 visites de bourdons par durée de vie de la fleur) observée sur la culture de potiron (9 ha sur un rayon d'1 km), il n'y a pas eu de constat de déficit de pollinisation.

Les visites de bourdons et la proportion d'HSN dans un rayon d'1 km (0-50%, éléments enherbés et boisés) ont eu tendance à augmenter significativement la fourniture en pollen.

Recommandations pour les agriculteurs, les conseillers et les formateurs

- Les bourdons sont des pollinisateurs du potiron particulièrement importants. Les agriculteurs devraient préférer les bourdons sauvages aux bourdons commerciaux, pour éviter la transmission de maladies aux bourdons, abeilles mellifères et autres abeilles sauvages locaux²⁰.
- Les HSN à l'échelle du paysage améliorent l'abondance des bourdons et la provision de pollen.
- Les agriculteurs devraient implanter des structures pérennes (tels que les bandes enherbées fleuries) composés d'espèces qui
 - Fleurissent durant toute la période de végétation.
 - Fournissent des sites de nidification aux bourdons par le biais de surfaces de sol non-remaniées et/ou la présence de terriers de petits mammifères²¹.

Recommandations pour les décideurs politiques

- Favoriser la connectivité et le mélange entre éléments enherbés et boisés dans une région donnée pour favoriser les pollinisateurs sauvages. Les éléments linéaires boisés offrent d'importantes ressources florales au printemps (*Prunus*, *Salix*, *Lamium* ...).
- Promouvoir les structures pérennes (avec des fleurs sauvages) tout en favorisant et incitant les semences et plants d'origine locale (éviter les espèces invasives et relais de bioagresseurs).

Pour plus de détails, veuillez contacter :

pfister@uni-landau.de
entling@uni-landau.de
schirmel@uni-landau.de

¹⁸ Dmitruk M, 2008. Flowering, nectar production and insect visits in two cultivars of *Cucurbita maxima* Duch. flowers. *Acta Agrobotanica*, 61: 99–106.

¹⁹ Nepi M & Pacini E, 1993. Pollination, pollen viability and pistil receptivity in *Cucurbita pepo*. *Annals of Botany*, 72: 527–536.

²⁰ Goulson D, Nicholls E, Botias C & Rotheray EL, 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347: 1255957.

²¹ Goulson D, Lye GC & Darvill B, 2008. Decline and conservation of bumblebees. *Annual Review of Entomology*, 53: 191–208.



Sur poire

Contexte

La poire (*Pyrus sp.*) revêt une importance croissante dans la production fruitière des Pays-Bas., devenus l'un des quatre plus grands producteurs de poires européens, aux côtés de l'Italie, l'Espagne et la Belgique. Une grande proportion de la production est destinée à l'export. Pour rester dans une position de leader du marché il faut des systèmes de production sans cesse plus efficaces, fournissant des fruits répondant à des standards de qualité exigeants.

Le saviez-vous ?

La pollinisation par les abeilles mellifères, solitaires, bourdons et autres pollinisateurs constitue un service écosystémique d'importance majeure dans les vergers de poiriers. La production et la qualité des fruits en sont ainsi améliorées.

Objectifs

Afin de quantifier l'impact de la pollinisation, de l'abondance des pollinisateurs et celui de la structure de l'exploitation et du paysage sur la provision du SE de pollinisation, les questions suivantes se sont posées :

- Est-ce que la pollinisation entomophile contribue à la formation des graines pour les poires ?
- Quels pollinisateurs sont abondants dans les vergers de poires ?
- L'abondance de pollinisateurs est-elle influencée par les HSN adjacents et/ou par la proportion d'HSN dans le paysage environnant ?

Résultats

Sur les deux années, les poires pollinisées manuellement avaient significativement davantage de pépins en comparant le nombre de graines obtenues par fruit pour les fleurs à pollinisation ouverte et celles obtenues pour les fleurs ensachées. La réelle contribution de la pollinisation entomophile sur la formation des graines pour les poires a donc été montrée. Les pollinisateurs les plus abondants dans le verger étaient les abeilles et, dans une moindre mesure, les bourdons et les syrphes.

Pour les deux années, aucun effet des HSN adjacents ni de la proportion d'HSN dans le paysage environnant n'a pu être montré sur les niveaux de pollinisation. De façon générale, l'abondance de pollinisateurs différait considérablement entre les années, avec plus de pollinisateurs observés en 2014. Cette différence s'est également reflétée dans le nombre de graines obtenues par fruit (supérieur en 2014).



Recommandations pour les agriculteurs, les conseillers et les formateurs

- Renforcer la sensibilisation et la prise de conscience de l'intérêt fonctionnel d'autres espèces comme les bourdons et les abeilles solitaires pour la pollinisation en plus de celui déjà bien connu des abeilles mellifères disponibles dans le commerce.
- Fournir des sites d'hivernage et de nidification pour subvenir aux besoins de ces pollinisateurs sur le long terme.
- Augmenter la présence de ressources florales dans les vergers pour fournir aux pollinisateurs les ressources dont ils ont besoin pour leur reproduction en dehors de la période de floraison de la culture.



Recommandations pour les décideurs politiques

- Les agriculteurs, mais aussi les municipalités et autres organisations chargées de l'entretien territorial devraient être impliqués dans la diversification de la végétation des espaces publics afin de subvenir aux besoins des populations de pollinisateurs à l'échelle régionale.
- Les espaces publics, les bords de route et les fossés près des vergers pourraient être transformés en habitats riches en fleurs et pourraient ainsi subvenir aux besoins des populations de pollinisateurs.

Pour plus de détails, veuillez contacter :

karin.winkler@wur.nl



La régulation biologique des ravageurs



Description des fonctions écologiques sous-jacentes

La régulation biologique des bioagresseurs (ravageurs, champignons, bactéries, virus, nématodes et acariens) repose sur les chaînes trophiques, la lutte biologique, plutôt que sur l'application de produits chimiques pour protéger les cultures. QuESSA s'est particulièrement intéressé à la lutte biologique par conservation²². La protection des cultures est un service clé d'importance économique primordiale²³. Dans l'ensemble, on estime que la régulation biologique des bioagresseurs se produit principalement par les ennemis naturels (~50%) et la résistance des plantes hôtes (~40%) et dans une moindre mesure au travers de l'usage des produits phytosanitaires (~10%)²⁴.

La lutte biologique par conservation se base sur deux régulations décrites ci-après (Tableau 3): par le haut, par des populations d'arthropodes bénéfiques en créant, entretenant et diversifiant les HSN sur la ferme; et par le bas en modifiant les pratiques agricoles au niveau de la parcelle pour rendre le milieu hostile aux ravageurs.

	Régulation par le haut : favoriser la présence d'arthropodes bénéfiques	Régulation par le bas : rendre le milieu hostile aux ravageurs
Cible trophique	Les arthropodes bénéfiques (prédateurs ou parasitoïdes) indigènes = niveau III	La culture = niveau I
Objectifs	Améliorer la survie, la fécondité et la longévité des auxiliaires pour une meilleure efficacité de prédation/parasitisme	Rendre la parcelle défavorable aux ravageurs
Moyens	Création et/ou gestion d'infrastructures agroécologiques existantes (haies vives, bandes fleuries ou herbacées ...)	Modification des pratiques agricoles (mélanges d'espèces ou de variétés, des cultures pièges en bordure des champs ou à l'intérieur)

Table 3. Les principes de la lutte biologique par conservation

Pour obtenir un impact plus fort, la meilleure solution serait de combiner ces deux approches, stratégie du « push-pull » (attirer et repousser). La lutte biologique par conservation induit une nouvelle conception du système de production de la culture à court, moyen et long terme, l'idéal étant un brainstorming en bout de champ en réfléchissant à différentes échelles avec les différentes parties prenantes du paysage, (agriculteurs, conseillers, gestionnaires du milieu rural...). Ce concept est en cohérence avec les recommandations générales de la Production Intégrée émises par l'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB)²⁵, dans lesquelles les infrastructures écologiques devraient représenter au moins 5% de la SAU totale et être gérées de façon extensive. Il y est également recommandé que pour chaque culture dans une région donnée, deux ennemis naturels indigènes d'importance ou plus, soient préservés et augmentés. Ce concept, en promouvant les SE intrants, la diversité génétique et spécifique, et en préservant les ressources naturelles, est en adéquation avec les principes agroécologiques²⁶.

Avantages	Environnementaux	Agronomiques	Socio-économiques
	<ul style="list-style-type: none"> ↗ de la flore sauvage ↗ Habitats diversifiés aux niveaux exploitation et paysage 	<ul style="list-style-type: none"> ↗ Productivité : rendement de la culture et qualité ↘ Pullulations des ravageurs ↗ Biodiversité des sols (imputable aux changements dans les pratiques agricoles) 	<ul style="list-style-type: none"> ↗ Esthétique du paysage (bandes fleuries et bosquets) ↘ Utilisation de produits phytosanitaires ↗ Connaissance de la biodiversité fonctionnelle et de ses intérêts Reconnaissance des agriculteurs comme gestionnaires des paysages et de la biodiversité fonctionnelle

Quelles sont les catégories d'arthropodes bénéfiques ?

Les prédateurs recherchent activement leurs proies, qu'ils tuent et consomment.

Les parasitoïdes pondent leurs œufs dans leur proie, leurs larves consomment alors la proie à plus ou moins long terme.

Les généralistes attaquent les ravageurs de façon opportuniste en changeant de proies fréquemment et fournissent ainsi un contrôle de fond. En revanche, **les spécialistes** attaquent préférentiellement un genre voire une espèce, en exerçant alors un contrôle plus marqué sur ces populations (baisse drastique des effectifs de ravageurs).

²² There are two other basic types of biological pest control strategies. Importation (sometimes called classical biological control), in which a natural enemy of a pest is introduced in the hope of achieving control; and augmentation, in which locally occurring natural enemies are bred and released to improve control

²³ Oerke EC, 2005. Crop losses due to pests. Journal of Agricultural Science 144: 31-43; Gallai N, Salles JM, Settele J & Vaissière BE, 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecol Econ 68: 810-21.

²⁴ Pimentel D & Burgess M, 2014. Environmental and economic costs of the application

of pesticides primarily in the United States. In : Pimentel D, Peschin R (eds) Integrated pest management. Springer, Dordrecht pp 47-71.

²⁵ El Titi A, Boller EF & Gendrier JP (Eds), 1993. Integrated Production Principles & Technical Guidelines (in English, French, German). Bulletin IOBC/WPRS 16; Boller FE, Häni F & Peohling HM, 2004. Ecological Infrastructures - Ideabook on Functional Biodiversity at the Farm Level. 220p.

²⁶ Altieri, 1995 ; Gliessman, 1998 ; Solagro, osez l'agro.cologie <http://www.osezagroecologie.org>



La régulation biologique des bioagresseurs

Exemples de prédateurs spécialistes

Larve de chrysope
(vs. Pucerons)



©Milou C

Larve de syrphé
(vs. Pucerons)



©Milou C

Larve de coccinelle
(vs. Pucerons)



©Hemptinne JL

Coccinelle adulte
(vs. Pucerons)



©Giffard B & Chauvin L

Exemples de prédateurs généralistes

Carabes



©McGee K

Staphylins



©McGee K

Mouches prédatrices



©McGee K

Araignées



©Pfister S

La lutte biologique par conservation se base sur le concept de réseau alimentaire, dans lequel l'importance de la flore sauvage est de plus en plus mise en évidence²⁷.

Exemples de parasitisme

Momie beige doré
à marron : caractéristique
du genre *Aphidius*



©Milou C

Momie blanche,
caractéristique
du genre *Praon*



©Milou C



Recommandations pour les agriculteurs, les conseillers, les formateurs et les décideurs politiques

Passer d'une gestion curative des ravageurs à une gestion préventive

- Nécessité de passer d'une approche curative à préventive dans une perspective de gestion sur le long terme (moins de pullulations en maintenant les dommages des ravageurs sous les seuils économiques), ce qui induit une utilisation fortement réduite des pesticides et surtout qu'en dernier recours.
- Promotion de la lutte biologique par conservation en tant que vecteur important pour préserver la biodiversité fonctionnelle dans les paysages agricoles par la mise en place d'outils en ligne gratuits à destination des agriculteurs et conseillers tels que : [Herbea](#), plateforme de promotion et mise en oeuvre de la lutte biologique par conservation.

²⁷ Pocock MJO, Evans DM & Memmott J, 2012. The Robustness and Restoration of a Network of Ecological Networks. Science 335: 973-77.



herbea

habitats à entretenir
pour la régulation biologique
dans les exploitations agricoles



Herbea, c'est :

- un outil interactif pour connaître les plantes hôtes favorables aux auxiliaires des cultures en fonction de son contexte pédo-climatique,
- des informations fiables et détaillées, tirées de + de 500 articles, revues techniques, livres..., sur les relations trophiques entre culture, ravageurs, auxiliaires, plantes et infrastructures agroécologiques, sous l'influence des pratiques agricoles et du contexte paysager,
- un partage d'expériences pour capitaliser le savoir et les essais des agriculteurs sur le terrain,
- l'organisation de formations pour les agriculteurs et les agronomes sur la lutte biologique par conservation.

Gestion agroécologique des communautés végétales & animales aux échelles ferme et paysage

- En augmentant la diversité des plantes (cultivées et/ou les habitats semi-naturels), la régulation biologique des ravageurs est assurée par une diversité d'ennemis naturels qui donne au système une certaine résilience par rapport aux aléas climatiques et économiques.
- En améliorant la gestion et la mise en place d'infrastructures agroécologiques pour augmenter leur diversité au niveau des exploitations. (§ Les habitats semi-naturels et la gestion des surfaces d'intérêt écologique).
- Par la promotion de pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (§ Mouche de l'olive et § Pucerons sur le Potiron).

Remise en cause des échelles de temps et d'espace à gérer

La proportion d'HSN dans le paysage environnant a davantage d'impact sur les ennemis naturels et la régulation biologique des ravageurs. Promouvoir une **gestion collective de la protection des plantes à l'échelle du paysage**, ainsi qu'une approche préventive par la gestion de la diversité de la flore sauvage et des ennemis naturels (ex : étudier la mise en place d'HSN avec des groupes de discussion d'agriculteurs d'un même territoire pour atteindre des objectifs spécifiques comme c'est déjà le cas pour la qualité de l'eau avec par exemple en France les Plans d'Action Territorial).

Vers une gestion intégrée des ravageurs aux échelles ferme et paysage

QuESSA a révélé différentes réponses en fonction des cultures, des ravageurs, des zones agro-climatiques; entre et parmi les prédateurs, les parasitoïdes et les pollinisateurs et liés ou non aux HSN. Ceci a montré que plutôt que de compter sur une méthode de protection unique, une gamme d'options de gestion des ravageurs devrait être mise en place, en accord avec les principes de la protection agroécologique des cultures²⁸. Plusieurs méthodes pourraient être ainsi combinées, telles que la lutte biologique par conservation, le biocontrôle, la lutte physique (filet anti-insectes, mulch...) ou génétiques (utilisation de variétés tolérantes...).

Considération non-additive mais synergique des services écosystémiques

- Importance de la prise en compte de façon non-additive mais synergique des interactions entre SE quand on les évalue, les cartographie ou les prévoit. Ceci a des implications fondamentales pour la gestion et la politique des écosystèmes quand on vise à maximiser les SE pour une agriculture durable.

²⁸ Deguine JP, Gloanec C, Laurent P, Ratnadass A et Aubertot JN, 2016. Protection agroécologique des cultures. Editions QuAE.



Du méligèthe du colza

Le colza est attaqué par plusieurs insectes ravageurs, mais le méligèthe du colza (*Meligethes aeneus*) est considéré comme l'un des plus importants à travers l'Europe, limitant considérablement le rendement. Le méligèthe du colza est univoltin (une seule génération par an). Il émerge des sites d'hivernage au printemps, quand la température de l'air dépasse les 10°C et se nourrit alors de pollens. Quand la température dépasse les 12°C, ils commencent à rechercher des plantes crucifères pour se reproduire et pondre sur les bourgeons du colza. Les larves du premier stade se nourrissent du pollen à l'intérieur du bourgeon, ceux du second stade des fleurs ouvertes. Les larves matures tombent de la canopée fleurie au sol et se nymphosent sous la surface du sol. Les plus importants dommages sont causés par les adultes bien que les larves, se nourrissant à l'intérieur des bourgeons, peuvent aussi faire des dommages mais de façon plus occasionnelle.



Figure 28. Larves de méligèthe du colza (*Meligethes aeneus*) sur inflorescence de colza en Estonie.

Figure 29. Champs de colza (*Brassica napus*) en Suisse.



Le saviez-vous ?

En France, dans les pays nordiques de l'Europe (la Suède et le Danemark), et en Suisse, depuis 1997-2000, des populations croissantes de méligèthe du colza ont été observées. Suite à une surveillance et des suivis des quelques phénomènes de résistance aux insecticides pyréthroïdes de synthèse ont été révélés. Des études pour trouver des alternatives pour contrôler les méligèthes du colza ont ainsi été menées. La taille de la population de méligèthes du colza peut être contrôlée par des ennemis naturellement présents – des hyménoptères parasitoïdes et des arthropodes prédateurs. Les œufs et les larves des méligèthes du colza sont attaqués par au moins neuf espèces d'hyménoptères endoparasitoïdes. Les larves des méligèthes du colza sont aussi vulnérables aux arthropodes prédateurs terrestres une fois tombées au sol en vue de leur nymphose.

Objectifs

En Suisse et en Estonie, pour appréhender l'effet des infrastructures agroécologiques adjacentes et des mesures de verdissement de la PAC (§ p43) à l'échelle du paysage sur la régulation biologique du méligèthe du colza, deux hypothèses interconnectées ont été testées :

- La création locale de deux types d'infrastructures agroécologiques souvent mises en œuvre (exemple des bandes de fleurs sauvages semées et haies vives en Suisse) améliore la fourniture de services de prédation des ravageurs et du contrôle des mauvaises herbes dans les cultures adjacentes de colza.
- L'efficacité de ces infrastructures adjacentes à favoriser la prédation est renforcée par l'augmentation de la part de ces surfaces mises en place au niveau du paysage.

Résultats

Des résultats contrastés ont été observés entre les deux pays.

En Estonie, la densité de méligèthe du colza était influencée par la distance à la bordure de la parcelle, avec plus d'insectes au bord des cultures qu'au centre, mais aussi par le type d'élément de paysage en bordure, avec plus de carabes dans les parcelles bordées d'habitats linéaires boisés. Les HSN linéaires enherbés ou d'autres parcelles cultivées n'ont pas augmenté l'abondance du ravageur principal. Le taux de parasitisme des méligèthes du colza était très élevé, 68 à 85% en moyenne en 2014. Les données groupées de 2014 et 2015 ont montré que les HSN linéaires enherbés ont eu des effets positifs sur les taux de parasitisme des larves de *M. aeneus* qui augmentait de façon significative avec une proportion croissante d'habitats linéaires enherbés à l'intérieur des secteurs de paysage de rayon d'1 km. Le taux de parasitisme des larves de *M. aeneus* a augmenté (+15%) avec une proportion de zones vertes (habitats boisés de surface et linéaire, enherbés de surface et prairies permanentes) au-dessus de 45,6% à l'intérieur de la zone tampon d'1 km.



Figure 30. Parasitoïde du méligèthe du colza sur des bourgeons de colza.



En Suisse, la prédation du mélégièthe du colza a augmenté de façon significative avec des mesures de verdissement à l'échelle du paysage, passant de 10% avec 6% de mesures de verdissement à 23% avec 26% de mesures de verdissement à l'échelle du paysage, mais aucun effet des HSN adjacents n'a pu être détecté. Le parasitisme des larves de mélégièthe du colza (8% en moyenne) était indépendant des HSN adjacents et n'a pas changé avec l'augmentation des mesures de verdissement à l'échelle du paysage.

Une augmentation de l'abondance des carabes terrestres prédateurs a été montrée, suivant le gradient des mesures de verdissement à l'échelle du paysage, mais elle n'était pas affectée par les types d'HSN adjacents.

La prédation du mélégièthe du colza a contribué de façon significative au rendement de la culture, après la prise en compte de la gestion de la culture, avec une augmentation prévue dans le rendement du colza de 0,4 t/ha (+9%) quand la prédation augmente de 0 à 50%.

Les effets synergiques entre la pollinisation par les insectes et la régulation biologique des ravageurs sur le rendement et le revenu des agriculteurs, ont été montrés dans une autre étude attenante au projet en Suisse²⁹.

Comme attendu, le rendement augmente avec un contrôle des ravageurs plus fort et ainsi un taux de dégâts plus faible. La pollinisation par les insectes a aussi augmenté de façon significative le rendement et le revenu des agriculteurs mais de façon intéressante, **ces effets n'étaient pas simplement additifs, mais plutôt synergiques**. Ainsi, la pollinisation a bien plus augmenté le rendement et le revenu des agriculteurs à des niveaux de contrôle des ravageurs forts en comparaison avec des niveaux de contrôle faibles. Ce phénomène semble être expliqué par le fait que le **mélégièthe du colza** a une incidence indirecte sur le nombre de **visites des pollinisateurs qui réduit du fait la réduction de la durée de vie de la fleur** (Figures 31 et 32).

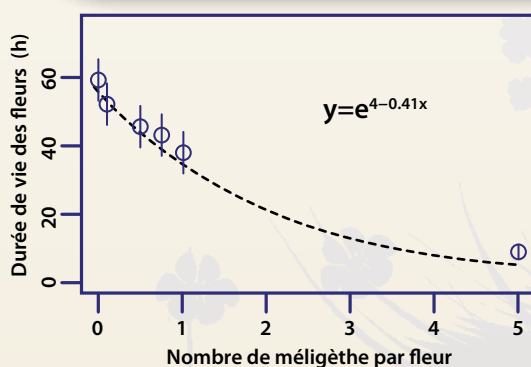


Figure 31. Relation négative entre densité de mélégièthes du colza sur les fleurs de colza et la durée de vie des fleurs en Suisse.

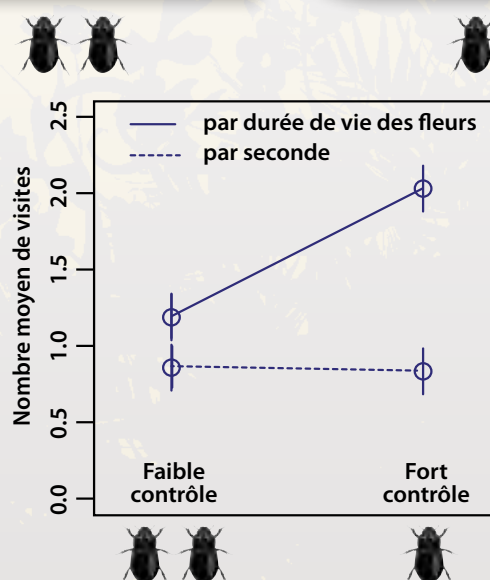


Figure 32. Augmentation du nombre de visites de pollinisateurs par durée de vie des fleurs avec un contrôle fort du mélégièthe du colza en Suisse.

²⁹ Sutter L. & Albrecht M., 2016. Synergistic interactions of ecosystem services: florivorous pest control boosts crop yield increase through insect pollination. Proc. R. Soc. B. 283: 20152529.



Recommandations pour les agriculteurs, les conseillers et les formateurs

- Le transfert des connaissances sur les effets synergiques entre prédateurs et pollinisateurs.
- Diffuser des messages clés tels que les habitats enherbés linéaires n'encouragent pas les méligèthes dans les champs de colza : la mise en œuvre des HSN n'induit pas systématiquement des disservices comme l'augmentation des ravageurs ou des adventices.
- Promouvoir l'agriculture de conservation ou au moins la réduction du travail du sol, pour préserver les arthropodes terrestres consommateurs de graines d'adventices mais également les nids des parasitoïdes du méligèthe (au niveau du sol).
- Promouvoir la réduction des produits phytosanitaires (herbicides et insecticides) au profit de la lutte biologique par conservation, le biocontrôle et la protection agroécologique des cultures.



Recommandations pour les décideurs politiques

- Encourager les agriculteurs voisins à travailler ensemble au niveau du paysage lors de la mise en œuvre d'HSN pour augmenter les populations de parasitoïdes et de prédateurs terrestres.
- Aller au delà des 5% de surfaces d'intérêt écologique requises par le verdissement de la PAC puisque c'est au delà de ce seuil que les SE de régulation biologique des ravageurs du colza se sont montrés efficaces.
- Accroître la surface de HSN en bord de champ, tels que les bandes fleuries de fleurs sauvages vivaces, avec une grande diversité d'espèces, et les haies vives proches des cultures de colza, mais aussi à l'échelle du paysage pour améliorer le rendement du colza.
- Promouvoir une gestion intégrée et biologique des bioagresseurs puisque la mise en œuvre d'HSN en bord de champ et à l'échelle paysage pourrait avoir un impact plus grand sur le rendement des cultures.

Pour plus de détails, veuillez contacter :

louis.sutter@agroscope.admin.ch

matthias.albrecht@agroscope.admin.ch

Eve.Veromann@emu.ee



Des pucerons sur potirons

Contexte

Le potiron (*Cucurbita maxima*) est hautement approprié à la mise en place de la lutte biologique par conservation vis-à-vis des pucerons parce que le potiron passe une longue période dans le champ pour une culture maraîchère et qu'il y a ainsi assez de temps pour constituer des populations d'ennemis naturels. Il existe un réel potentiel pour réduire les applications d'insecticides qui sont utilisés par certains agriculteurs pour contrôler les pucerons et les virus qu'ils transmettent. Le fruit du potiron commercialisable n'est impacté ni par ses pucerons ni par les auxiliaires, ainsi l'utilisation d'ennemis naturels pour la suppression des pucerons chez le potiron ne mène pas à des problèmes d'acceptation du consommateur.

Objectifs

Évaluer l'état actuel de la régulation biologique des pucerons sur potiron, et son implication sur la production de la culture en essayant de comprendre :

- Comment le contexte du paysage affecte cette fourniture de service.
- L'impact des HSN à fournir des ressources alternatives de nectar et de pollen aux populations d'ennemis naturels pendant une partie de leur cycle de vie.

Résultats

En 2014, tous les arthropodes aphidiphages (cécidomyies, coccinelles, guêpes parasitaires, araignées et syrphes), sauf les chrysopes, étaient liés positivement à l'abondance des pucerons. Le seuil économique pour les potirons correspond à 150 pucerons par feuille au maximum de l'infestation, ce qui s'est rarement produit dans cette région. De plus, la présence de virus n'a pas augmenté avec l'infestation des pucerons.

La vitesse de croissance des pucerons en juin était supérieure dans les parcelles conduites en agriculture biologique par rapport à celles conduites en agriculture conventionnelle, induisant une abondance de pucerons plus élevée à la fin du mois de juillet sur ces mêmes parcelles. A cette époque, les pucerons étaient vus comme non-problématiques. Sur les parcelles bordées de bandes fleuries, la densité des pucerons avait tendance à diminuer, alors que parallèlement une augmentation de la densité totale de leurs ennemis naturels et en particulier celle des coccinelles, chrysopes, micro-hyménoptères et cécidomyies, était constatée. Ceci peut être expliqué par les apports de ressources nutritives à ces populations permettant d'améliorer globalement leur fitness et leur efficacité pour réduire les populations de pucerons.



Recommandations pour les agriculteurs, les conseillers et les formateurs

- Réduction de l'utilisation des insecticides car le seuil économique du puceron sur potiron très élevé est rarement atteint. Par ailleurs, en limitant leur usage, on réduit également les risques d'interactions négatives sur les insectes pollinisateurs et la pollinisation en général.
- Promouvoir la lutte biologique par conservation sur cette culture et dans ces systèmes de production.
- Promouvoir les bordures enherbées avec des ressources florales vivaces afin d'augmenter l'abondance des coccinelles, chrysopes et micro-hyménoptères dans les parcelles de production ainsi que la densité d'araignées (qui a tendance à être plus forte en leur présence) & de cécidomyies (du genre Aphidoletes; pour lesquelles l'effet est significatif en leur présence). Par ailleurs, ces aménagements auraient pour effet de réduire parallèlement la densité des pucerons dans ces mêmes parcelles.
- Mettre en place des formations, pour un transfert de connaissances sur l'identification des arthropodes bénéfiques



Recommandations pour les décideurs politiques

- Promotion de la lutte biologique par conservation au travers par exemple de la mise en place de bordures de parcelles avec d'abondantes ressources florales.
- Transfert de connaissances sur le seuil économique pour le potiron et le risque concernant les infestations de virus pouvant être associées aux pucerons.
- Favoriser la formation sur l'identification d'arthropodes bénéfiques et sur la lutte biologique par conservation et gestion des habitats pour les agriculteurs et les conseillers.

Pour plus de détails, veuillez contacter :

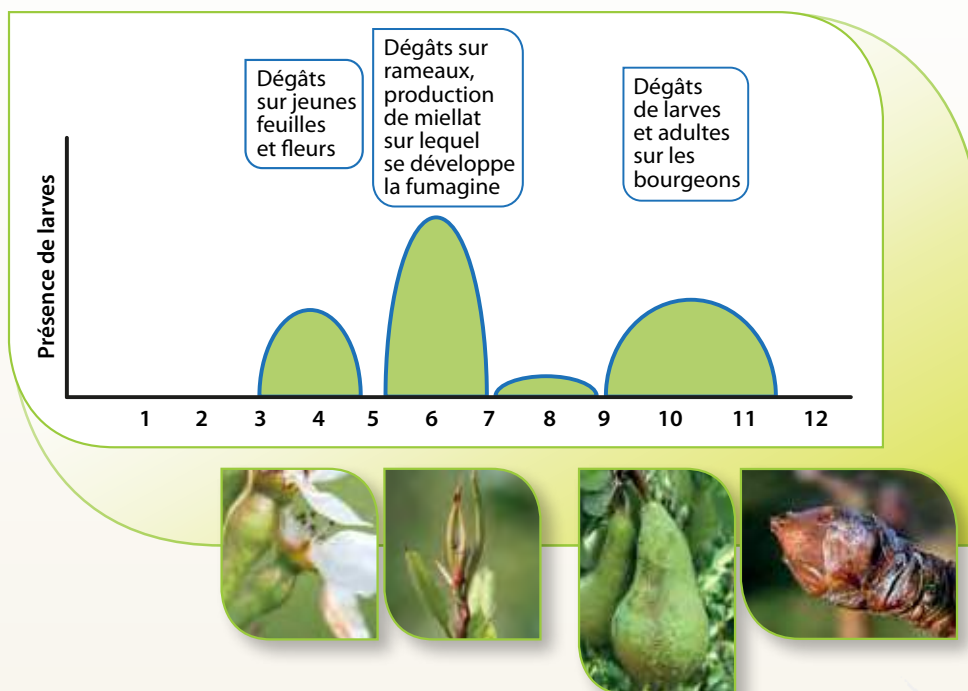
entling@uni-landau.de
schirmel@uni-landau.de
pfister@uni-landau.de



Du psylle du poirier

Contexte

Le psylle du poirier (principalement *Cacopsylla pyri*) est le principal insecte nuisible dans les vergers de poiriers européens. Il produit des générations multiples chaque année, a une grande capacité reproductive, et est capable de développer ainsi rapidement une résistance aux pesticides. Les dégâts principaux sont dus à la production de grandes quantités de miellat sur lequel des fumagines se développent, donnant des fruits salis et tâchés. De plus, le psylle du poirier est un vecteur du dépérissement du poirier *Candidatus Phytoplasma pyri*, l'agent responsable de la maladie du dépérissement du poirier.



Dans l'Europe du nord-ouest, le psylle du poirier produit de trois à quatre générations annuelles (Figure 33).

La densité de larves est souvent à son apogée en mai ou juin, mais peut aussi être nuisible avant la floraison ou encore à l'automne.

Figure 33. Cycle biologique du psylle sur les poiriers pendant l'année.

Objectifs

Cette étude vise à évaluer le niveau de régulation biologique des psylles dans les vergers de poiriers par rapport à :

- La composition du paysage environnant et la présence d'HSN à proximité
- La présence d'ennemis naturels dans le verger

Résultats

La plupart des œufs d'insectes des systèmes sentinelles (§ méthodologie) exposés dans les poiriers ont été consommés en 24 heures vraisemblablement par les ennemis naturels présents dans les vergers. Cependant, il y a eu une importante variabilité entre vergers. De même, les densités de psylles du poirier ont également fortement varié d'un verger à l'autre. Ces différences n'ont toutefois pas pu être reliées au pourcentage d'HSN dans le paysage environnant. Cependant, un important effet des forficules (*Forficula auricularia*) a été mis en évidence à la fois sur les proies sentinelles et sur les densités naturelles de psylles du poirier. Dans les vergers avec un grand nombre de forficules, davantage d'œufs ont été consommés durant l'été. Et la densité plus élevée de forficules a permis de réduire notablement la génération automnale de psylles du poirier. L'infestation automnale de psylles du poirier a été légèrement moindres dans les poiriers proches d'HSN de type linéaire boisé (ex : haies vives), suggérant que ces aménagements pourraient potentiellement être une source d'ennemis naturels.

En résumé :

- Le SE de régulation biologique des psylles du poirier a été confirmé.
- La prédation n'était pas liée de façon significative au type d'HSN ni à la proportion d'HSN dans le paysage environnant du verger.
- La prédation sur les proies sentinelles était fortement liée à la présence des forficules, prédateurs généralistes.
- La densité de psylles était négativement liée à la présence des forficules.
- Le nombre de forficules a fortement varié d'un verger à l'autre. Dans quelques vergers, il y avait très peu de forficules.
- Les poiriers près des haies vives avaient moins de psylles du poirier en comparaison aux poiriers à distance des haies vives.
- A proximité des haies vives denses et élevées, les producteurs ont observé quelques dommages (0,2%) sur des fruits à maturité causés par de petits oiseaux.



Le saviez-vous ?

Le forficule est un prédateur généraliste qui peut contribuer à la régulation biologique des ravageurs dans les vergers. Une partie importante de la vie des forficules se passe sous terre. A l'automne, les forficules adultes passent de la canopée à la terre pour l'hivernage. Au début du printemps, les femelles construisent un nid où elles pondent leurs œufs et prennent soin de leurs petits. A partir de mai, les jeunes forficules chassent dans les arbres, où ils se nourrissent de matières animales et végétales.



Recommandations aux agriculteurs, conseillers et formateurs

- Les stratégies de Production Fruitière Intégrée devraient viser à maintenir les populations de psylles à un niveau bas acceptable durant l'année.
- Fournir des conditions optimales pour les forficules. Ceci inclut :
 - l'application de produits phytosanitaires sélectifs des forficules et de la faune auxiliaire en général,
 - un bon drainage et une bonne structure du sol, pour éviter la saturation en eau durant l'hivernage du forficule et sa période de nidification.
- Les haies vives près des poiriers sont une source potentielle d'ennemis naturels qui contribuent à la régulation biologique du psylle du poirier et autres espèces de ravageurs. En même temps, ces haies vives en fournissant un abri aux oiseaux, peuvent causer quelques dommages aux poires en phase de maturation. Ces dommages sont un disservice potentiel des haies vives denses et élevées sur le pourtour des vergers.



Recommandation pour les décideurs politiques

- Faciliter l'enregistrement de produits phytosanitaires sélectifs de la faune auxiliaire et des produits de biocontrôle tels que le recours à la confusion sexuelle pour lutter contre le psylle du poirier.

Pour plus de détails, veuillez contacter :

herman.helsen@wur.nl



Des pucerons et criocères sur blé tendre d'hiver

Les pucerons et les criocères des céréales (*Oulema melanopa*, *O. lichenis*) peuvent entraîner de sérieux dommages aux cultures de céréales en Europe. Les pucerons des céréales causent surtout des dégâts par la transmission des virus, notamment vis-à-vis des cultures d'automne, mais leur prélèvement de sève en été peut aussi contribuer à réduire les rendements (typiquement entre 0,25 et 1 t/ha de moins) s'ils sont assez nombreux et, favoriser le développement de maladies fongiques. Les criocères, quant à eux, entraînent des dégâts en consommant le parenchyme des feuilles et notamment celui des feuilles étendards, fortes contributrices au rendement final (Figure 34). Ces deux ravageurs peuvent être contrôlés par une gamme d'ennemis naturels généralistes (carabes et araignées), d'ennemis naturels spécialistes (syrphes, coccinelles et chrysopes) et de micro-hyménoptères. Les habitats semi-naturels procurent aux ennemis naturels différents habitats et ressources alimentaires (sites d'hivernage, refuges en période de travaux agricoles, nectar, pollen, proies de substitution...).



Figure 34. Larve de criocères des céréales (a) et ses dégâts sur feuilles de blé d'hiver (b).



Figure 35. Carte de prédation avec comme proie sentinelle des pucerons (c).

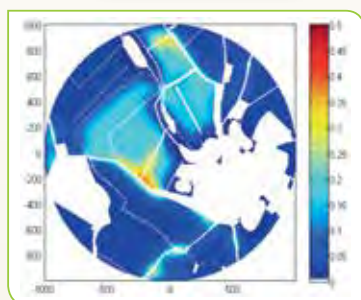


Figure 36. Carte thermique de la prédation, allant de faible (en bleu) à plus élevée (en rouge).

Objectifs

Evaluer la contribution, des habitats semi-naturels adjacents aux parcelles et dans le paysage, à la régulation biologique des pucerons et des criocères des céréales. Ceci a été réalisé en utilisant des proies sentinelles généralistes et des pucerons et en mesurant les niveaux naturels d'occurrence des ravageurs au Royaume-Uni et les dégâts causés par les criocères en Hongrie. Les deux pays possèdent de grandes parcelles et des systèmes agricoles intensifs, fortement dépendants aux insecticides pour le contrôle de ces ravageurs.

Résultats

Au Royaume-Uni, les proies sentinelles posées au sol ont montré de forts niveaux de prédation indiquant que les pucerons tombant de la végétation, ce qui se produit régulièrement, n'aurait probablement aucune chance de remonter sur les épis. La présence d'un plus grand nombre d'habitats enherbés dans le paysage a par ailleurs eu un effet positif sur les niveaux de prédation. La prédation des pucerons fixés aux cartes de prédation (Figure 35) sur la culture était relativement faible, montrant un effet limité de l'interprétation de cette méthode (pucerons congelés présentant peut-être une moindre appétence pour les auxiliaires des cultures). La proportion globale d'HSN dans le paysage a contribué à réduire les niveaux naturels d'infestation des pucerons.

En Hongrie, les dégâts causés par les criocères n'ont pas été affectés par le type d'HSN adjacent ni par la proportion d'HSN dans le paysage. Les dégâts étaient cependant plus élevés à proximité de bordures cultivées (témoin). La cartographie des niveaux de régulation biologique des ravageurs a révélé des zones de prédation faibles ou fortes, suggérant qu'il existe des opportunités d'amélioration sur l'ensemble du paysage (Figure 36).



Recommandations pour les agriculteurs, les conseillers et les formateurs

Encourager les ennemis naturels actifs dans les cultures tels que les syrphes, chrysopes et micro-hyménoptères en :

- Fournissant des habitats d'hivernage, en mettant en place des herbes formant des touffes sur des talus surélevés.
- Encourageant et maintenant des zones fleuries. Des fleurs simples, à structure ouverte conviennent le mieux (ex : Apiaceae). Eviter de couper les haies vives chaque année pour permettre la floraison.
- Préservant les ennemis naturels : utiliser l'inspection des cultures et des seuils de pulvérisation pour réduire l'utilisation des insecticides et éviter les ceux à large spectre.
- Limitant le travail du sol qui cause des dommages aux insectes qui hivernent dans les parcelles.



Recommandations pour les décideurs politiques

- Les politiques agro-environnementales devrait fournir un soutien financier pour la mise en place et la gestion d'habitats qui subviennent aux besoins des ennemis naturels des biogresseurs.

Pour plus de détails, veuillez contacter :

jholland@gwct.org.uk
szalai.mark@mkk.szie.hu



Focus sur la séquestration du carbone en Hongrie et au Royaume-Uni

Sur la base des analyses chimiques réalisées pour estimer d'autres services écosystémiques fournis par les sols (fertilité des sols), les valeurs de $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$, $\text{pH}(\text{KCl})$ et la qualité du humus (déterminée à partir du rapport de Welt = ratio E4/E6, à partir de la mesure des absorbances à 462 nm (E4) et 665 nm (E6) de solutions humiques diluées) des sols examinés ne différaient pas d'un site à l'autre, sauf pour la teneur en carbone (C). En Hongrie et au Royaume-Uni, les sols des HSN enherbés contenaient la quantité la plus élevée de C (4,3%), suivis par les HSN boisés (3,4%), puis les parcelles cibles (2,6%). La même tendance a été observée pour la teneur en azote. En accord avec une moindre perturbation physique des sols et un apport de matières organiques brutes plus élevé (débris de feuilles et de plantes, etc.) de ces HSN, ces sols peuvent physiquement capturer, protéger et stocker une plus grande quantité de carbone (% d'humus élevé) en comparaison avec les zones arables, ce qui fournit un service écosystémique, au travers de la séquestration du carbone. Un contenu total de carbone (% d'humus plus élevé) dans ces HSN fournit une capacité de stockage en eau et en nutriments plus élevée, une meilleure fertilité et ainsi, une meilleure qualité du sol. Ce service va pouvoir être mis en relation avec d'autres services écosystémiques, tels que la régulation biologique des ravageurs, la pollinisation des cultures, une érosion des sols plus faible, etc...

Le carbone total stocké dans chaque secteur de paysage a aussi été calculé au Royaume-Uni en multipliant les niveaux de carbone du sol par la surface occupée par chaque habitat. Ceci a révélé qu'en moyenne, la majeure partie du carbone (82%) est stockée dans le sol des parcelles cultivées étant donné qu'elles occupent la majorité de la surface, par rapport à celle des HSN. Il a été estimé qu'une augmentation de la matière organique de 1-2% à 6% dans ces mêmes parcelles doublerait la quantité de carbone stockée sur une exploitation.

Une des possibilités pouvant s'avérer efficace pour augmenter la séquestration du carbone dans le sol des exploitations pourrait être de convaincre les agriculteurs de mettre en place l'agriculture de conservation sur leurs parcelles cultivées tout en maintenant une proportion d'HSN importantes parmi les terres arables afin de contribuer au stockage global du C.

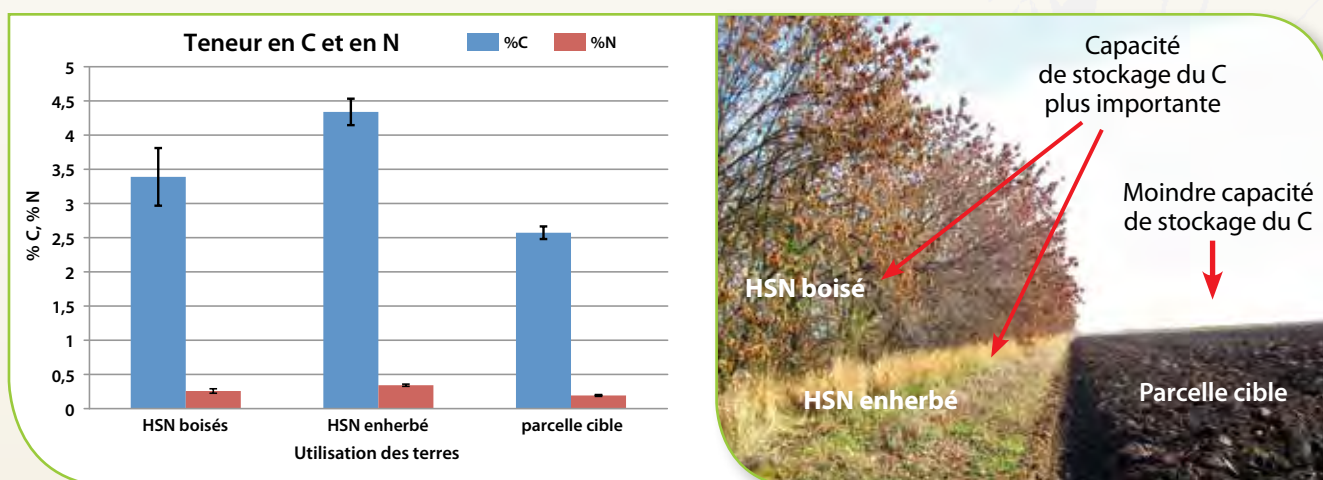


Figure 37. Contenu total en carbone et en azote (%) en rapport avec le type d'occupation des sols.

For more details, please contact:

simon.barbara@mkk.szie.hu

jholland@gwct.org.uk



De la mouche de l'olive

L'olivier est une culture pérenne typique de la zone méditerranéenne.

La mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*) en est le ravageur principal, largement répandu, spécialiste, qui se nourrit exclusivement d'olives sauvages et cultivées³⁰.



Figure 38. Mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*).

Figure 39. Oliveraie dans le sud de la France.

Le cycle de vie de *Bactrocera oleae*

La population de la mouche de l'olive augmente durant l'été, après la floraison et la nouaison, et les mouches prospèrent pendant l'été et l'automne³¹. Dans la plupart des régions méditerranéennes, les niveaux de population diminuent au cours de l'hiver, avec très peu voire aucune prise de mouches adultes au cours des mois froids. Un nombre conséquent d'adultes refont généralement leur apparition à la moitié du printemps suivant³².

En fonction des températures enregistrées durant la saison, deux à six générations par an peuvent se succéder³³. Des températures entre 25 et 29°C sont optimales à sa reproduction, ses activités de vol et son développement. La mouche de l'olive est toutefois sensible aux fortes températures et des températures dépassant 31°C réduisent de façon significative son activité reproductrice et conduisent à une mortalité importante et ce pour tous les stades phénologiques.

Les principaux dégâts dans les cultures

Des populations de mouches de l'olive non maîtrisées peuvent causer jusqu'à 90% de dégâts dans les oliveraies commerciales³³. Pendant l'été, la mouche de l'olive pond des œufs sous la surface des drupes murissantes et le développement des larves se fait en consommant la pulpe entraînant une chute prématurée des olives, soit une perte directe de récolte. Par ailleurs, les dégâts induits indirectement sont l'atteinte de la qualité de l'huile (oxydation, modification du profil aromatique...)³⁴. Les agriculteurs et les transformateurs décrivent l'année 2014 comme la pire des années pour la production d'huile d'olive, avec un rendement global en baisse de près de 40%, à cause de températures hivernales au-dessus de la moyenne et d'un été relativement humide et frais qui a permis le maintien de larges effectifs de mouches durant l'intégralité de la saison sur tout le pourtour méditerranéen.

Le saviez-vous ?

Des études génétiques suggèrent que cette mouche des fruits est originaire d'Afrique, où ses plantes hôtes d'origine étaient des précurseurs sauvages de l'olivier. La distribution répandue de ce ravageur est sans doute due à l'expansion géographique de la culture de l'olive. A la fin du printemps et en été, les adultes de la mouche de l'olive passent la majorité de leur temps à chercher des partenaires et des fruits, les exposant davantage à leurs ennemis naturels. Avant d'hiverner, la plupart des larves quittent les fruits pour nymphoser dans le sol où les prédateurs présents à la surface du sol pourraient les attaquer. La profondeur de nymphose est liée à la texture et l'humidité du sol, avec 90% des nymphes retrouvées entre 1 et 4 cm de la surface.

Les araignées de la canopée pourraient être liées à une réduction des dégâts du ravageur en été, alors que la prédation par les prédateurs terrestres pourrait être utile après la récolte des olives, quand l'abondance des nymphes dans le sol est à son maximum (période automnale). Les araignées ont développé différentes stratégies de chasse (araignées tisseuses et chasseuses) jouant ainsi un rôle complémentaire dans la suppression des ravageurs.

La garrigue méditerranéenne est un habitat sec et chaud³⁶, typique du paysage méditerranéen qui contient des espaces boisés (*Quercus* sp., *Pinus* sp. et *Castanea* spp.) et une mosaïque d'habitats ouverts et fermés.

Objectifs

Les pratiques agricoles, le type d'HSN adjacent ainsi que la proportion de types d'HSN dans le paysage ont été évalués par rapport à la régulation biologique de la mouche de l'olive exercée par les communautés d'araignées et autres prédateurs présents à la surface du sol.

³⁰ Daane KM & Johnson MW, 2010. Olive fruit fly: managing an ancient pest in modern times. *Annu Rev Entomol* 55: 151-69.

³¹ Ragalini G., Tomassone D., Petacchi R., 2005 - Can spring-preventive adulticide treatments be assumed to improve *Bactrocera oleae* (Rossi) management? 2nd European Meeting of the IOBC/WPRS Study Group "Integrated Protection of Olive Crops". Florence, Italy, October 26-28 (2005): 87-92.

³² Tzanakakis ME, 2003. Seasonal development and dormancy of insects and mites feeding on olive: a review. *Netherland Journal of Zoology* 52: 87-224.

³³ Katsoyannos P, 1992. Olive pests and their control in the Near East. *FAO Plant Production and Protection Paper* 115. FAO, Rome.

³⁴ Baldoni L & Belaj A, 2009. Chapter oil crops Vol 4 of the series *Handbook of Plant Breeding* pp 397-421.

³⁵ Tremblay E, 1994. *Entomologia Applicata* Volume III partie 2 Napoli Liguori Editore.

³⁶ Polunin O & Walters M, 1985. *A guide to the vegetation of Britain and Europe*, Oxford University, New York.

Un effet négatif des applications de produits phytosanitaires chimiques a été observé sur les guildes d'ennemis naturels dans les oliveraies conduites en agriculture conventionnelle. En revanche, dans les oliveraies conduites en agriculture biologique, une augmentation de l'abondance et de la richesse des araignées et du taux de prédation par les prédateurs terrestres a été constatée.

La régulation de la densité quotidienne de la mouche de l'olive pourrait être due à l'activité de prédation ou à l'effet « répulsif » des toiles d'araignées³⁷ qui pourraient être perçues comme un signal d'alarme par la mouche et ainsi, réduire indirectement les dégâts occasionnés³⁸.

Parmi les types d'HSN (oliviers, bois, garrigue méditerranéenne), la garrigue méditerranéenne a semblé avoir l'effet le plus important au niveau local et à l'échelle du paysage.

La garrigue méditerranéenne a eu un effet différentiel sur les arthropodes bénéfiques :

- Réduction de l'abondance des araignées (famille des Linyphiidae) en augmentant la proportion de garrigue dans le paysage (secteur tampon d'1 km).
- Comme type d'HSN adjacent à l'olivier, la garrigue semble accroître la pression prédatrice des prédateurs terrestres.

L'abondance des mouches (proies potentielles des araignées) a augmenté avec le pourcentage de bois dans le paysage.

Les densités de mouches de l'olive étaient corrélées de façon négative avec l'abondance des araignées coureuses et tisseuses de toiles en nappes. Dans la canopée, l'activité de la mouche de l'olive a diminué avec une abondance plus élevée d'araignées observées. Quand la densité du ravageur était encore assez faible, une corrélation négative entre les mouches de l'olive et les araignées tisseuses de toiles en nappes (famille des Linyphiidae) a été établie. A l'apogée de l'infestation, des araignées coureuses étaient négativement corrélée à la densité de la mouche de l'olive.



Recommandations pour les agriculteurs

- Les résultats suggèrent qu'il existe un potentiel pour les programmes de lutte intégrée et de protection agroécologique des cultures contre les ravageurs de l'olivier qui peuvent s'appuyer sur une gamme d'options de gestion visant à limiter l'abondance de la mouche de l'olive, plutôt que de dépendre d'une seule méthode de protection.
- La conduite en agriculture biologique est compatible avec la mise en place de la lutte biologique par conservation.
- Limiter le travail du sol de la couche supérieure permet de ne pas perturber ni l'activité biologique des sols ni la prédation des nymphes par les prédateurs présents à la surface.
- La tonte est à privilégier pour la gestion des adventices afin de limiter voire éviter l'utilisation d'herbicides.
- Améliorer les techniques de récolte afin d'éliminer toutes les olives encore présentes dans les arbres, en particulier dans les zones difficiles d'accès³⁹.
- Une surveillance régulière des oliveraies, dès le début du printemps, par des piégeages pour suivre les activités de vol et une estimation visuelle de la présence de la mouche de l'olive dans les parcelles, permettra d'accélérer la prise de décision et de mettre en œuvre les méthodes de contrôle les plus appropriées.
- La garrigue méditerranéenne semble jouer favorablement sur les communautés d'arthropodes bénéfiques. Toutefois, elle n'a pas la même influence sur certaines communautés puisqu'elle a tendance à défavoriser les araignées de la famille des Linyphiidae, préférant un milieu plus humide alors qu'elle a tendance à favoriser les prédateurs terrestres (carabes...). Cette information sera donc importante à prendre en compte dans les techniques de lutte biologique par conservation et nécessite des études complémentaires pour déterminer son rôle sur les communautés de fournisseurs de services.



Recommandations pour les décideurs politiques

- Soutenir la recherche sur l'effet de la garrigue méditerranéenne sur la mouche de l'olive (*B. oleae*) afin de soutenir la lutte biologique sur le terrain.
- Améliorer la surveillance de l'infestation par le ravageur dans le territoire par l'évaluation des dommages sur les olives (de juin à octobre) dans les oliveraies (échelle parcelle) et des évaluations hebdomadaires de gestion du ravageur à l'échelle du paysage (www.agroambiente.info).
- Améliorer les conduites à faibles niveaux d'intrants dans les oliveraies, permettant le maintien et le développement des populations d'ennemis naturels de la mouche de l'olive indigènes.
- Promouvoir un programme de développement rural durable qui soutienne le maintien des éléments ruraux qui contribuent à la qualité des paysages, pour limiter leur abandon et améliorer la conservation des terrasses, des murs de pierres sèches et l'accessibilité aux oliveraies.

Pour plus de détails, veuillez contacter :

m.picchi@sssup.it

³⁷ Picchi MS, Bocci G, Petacchi R & Entling MH, 2016. Effects of local and landscape factors on spiders. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 222: 138-47.

³⁸ Rypstra AL & Buddle CM, 2013. Spider silk reduces insect herbivory. *Biol Lett* 9 : 20120948.

³⁹ A partial collection of olives or abandonment of some part of the olive field could increase the risk of infestation for the following season: leftover olives works as the larval feeding substrate for the first annual generation of olive fruit fly in spring.



De la cicadelle verte et de l'eudémis de la vigne



Figure 40. Vignoble du cas d'étude français

Contexte

Le niveau de perturbation des communautés d'ennemis naturels n'est pas le même dans les cultures pérennes comme la vigne ou dans les cultures annuelles : en effet, il n'y a pas de rotation des cultures et par conséquent un niveau plus faible de bouleversement, offrant ainsi des habitats plus stables dans l'espace et le temps recevant toutefois en général, de très importantes quantités de produits phytosanitaires.

Les ravageurs étudiés en France

Eudémis de la vigne (*Lobesia botrana*)



Figure 41. Eudémis de la vigne adulte (*Lobesia botrana*) (à gauche)

Figure 42. Dommages causés par l'eudémis de la vigne sur les baies : glomérules et perforations, ces dernières pouvant faciliter le développement de micro-organismes entraînant un risque de pourriture grise (*Botrytis cinerea*), de pourriture noire d'*Aspergillus* et de mouches des fruits qui pondent des œufs dans des plaies et initient l'installation de la pourriture acide, (à droite).

La cicadelle verte de la vigne (*Empoasca vitis*)



Figure 43. Cicadelle verte de la vigne adulte (*Empoasca vitis*) (à gauche).

Figure 44. Principaux symptômes de la cicadelle verte sur cépage rouge (à droite).

Objectifs

Les effets du paysage et de la complexité locale sur la biodiversité (mesurés à la fois sur les ravageurs et sur les ennemis naturels) et leur services écosystémiques associés (mesurés sur les systèmes sentinelles) ont été évalués dans les régions viticoles françaises de l'Atlantique et de la Méditerranée.

Résultats

De façon intéressante, les deux ravageurs associés aux vignobles ont réagi de façon différente à la présence ou la proportion d'HSN au niveau local et paysage. L'abondance d'eudémis (*L. botrana*) a été significativement et négativement influencée par la présence d'habitats boisés au niveau local et par la proportion d'HSN dans le paysage. L'impact sur les dégâts est difficile à évaluer parce que l'étude s'est focalisée sur ces deux premières générations. La troisième génération, bien que responsable des dégâts – plus précisément du développement de pourritures sur les raisins est plus difficile à recenser. La cicadelle verte n'a, en revanche, pas été affectée par la présence ou la proportion d'HSN.

Sur les deux sites, il a été montré que les arthropodes bénéfiques étaient influencés par la proportion d'HSN autour des vignobles. En effet, les carabes, les staphylinins et les opilions ont été négativement influencés par la monoculture de la vigne (c'est-à-dire une proportion importante de la vigne dans le paysage).



Figure 45. Evaluation du potentiel de prédation au sol par la consommation d'œufs d'*Ephestia kuehniella*, localisée sous la vigne durant une journée (à gauche).

Figure 46. Evaluation du potentiel de prédation sur vignede par la consommation d'œufs d'*Ephestia kuehniella*, localisée sur la vigne durant une journée (à droite).



Figure 47. Des larves vivantes de *Calliphora vomitaria* sur le sol d'une parcelle de vigne pendant une journée (à gauche).

Figure 46. Une chenille artificielle sur la vigne pendant 7 jours (à droite).



Recommandations pour les agriculteurs

- La proportion d'HSN et la présence d'habitats boisés autour des vignobles au niveau local a fortement diminué l'abondance du ravageur *Lobesia botrana*.



Recommandations pour les décideurs politiques

- Encourager la diversité des habitats au niveau paysage.

Pour plus de détails, veuillez contacter :
brice.giffard@agro-bordeaux.fr



La gestion des habitats semi-naturels et des surfaces d'intérêt écologique

Depuis des décennies, le rôle important des habitats semi-naturels (HSN) est mis en évidence. La valeur des HSN a été reconnue par l'Organisation Internationale de la Lutte Biologique (OILB) il y a plus de 30 ans, les définissant comme des infrastructures agroécologiques. Ils sont aussi reconnus dans les mesures agro-environnementales dans la plupart des pays de l'Union Européenne, et dans la conditionnalité (par exemple : la France, la Suisse, le Royaume-Uni) et depuis 2015 dans les paiements liés aux mesures de verdissement de la Politique Agricole Commune (PAC) où des HSN spécifiques sont définis comme Surfaces d'Intérêt Ecologique (SIE). Néanmoins, les exigences des SIE sont aujourd'hui seulement calculées sur les HSN adjacents aux cultures arables. Les mesures de verdissement répondent à trois critères : la diversité des assolements, le maintien des prairies permanentes et la protection de celles en zones sensibles et le maintien ou l'établissement de SIE sur l'équivalent de 5% de sa surface en terres arables.

(pour plus d'informations : <http://agriculture.gouv.fr/fiches-explicatives-sur-le-verdissement-de-la-pac>)

Casser les idées reçues : « preuve » contre « perception »

La façon dont les HSN sont perçus peut varier au sein de la communauté agricole, certains les voyant comme des sources potentielles de bioagresseurs ou comme des réservoirs à inoculum pour des virus, moisissures ou bactéries (disservices). Mais les résultats du projet QuESSA montrent que les oiseaux sont responsables de seulement 0,2% des dommages dans les vergers de poiriers pour le cas d'étude des Pays-Bas. Pour ce qui est des adventices, elles n'étaient présentes en plus grande abondance qu'à 1 m de la bordure des champs. Les résultats QuESSA ont montré qu'il n'y a aucun effet négatif des HSN sur la production des cultures, mis à part un léger aspect compétitif avec le tournesol en Italie. Néanmoins, cet effet pourrait facilement être évité en choisissant de mettre en place dans les bandes fleuries des espèces avec une floraison précoce, compatible avec la rotation des cultures, pour ne pas attirer les pollinisateurs hors de la culture d'intérêt durant sa floraison.



Recommandations pour les agriculteurs, les conseillers et les formateurs

- Pour favoriser l'adoption de nouvelles pratiques, les attentes des agriculteurs en terme de SE, principalement la fertilité des sols et le soutien de la production de la culture, devraient davantage être prises en compte. Par exemple, l'introduction d'éléments enherbés dans les systèmes de culture en tant qu'HSN à l'intérieur des cultures (ex : cultures intermédiaires pièges à nitrates ou engrais verts) pourrait être plus attractive pour les agriculteurs prêts à augmenter la biodiversité sur leurs exploitations et à soutenir par là même la fertilité des sols et la productivité des cultures.
- Une analyse systémique devrait être adoptée pour aider à visualiser l'interconnexion de tous les composants à l'intérieur d'un agroécosystème (ex : l'impact des cultures intermédiaires sur la préservation des sites de nidification et d'hivernage pour les arthropodes bénéfiques).

Améliorer la biodiversité pour améliorer les SE

Peu de connaissances sont disponibles sur les relations entre flore sauvage et services fournis, mais quelques éléments des résultats QuESSA sur les traits fonctionnels complémentaires de la végétation et sur la diversité des HSN (enherbé, avec arbustes ...) pourrait être la meilleure garantie pour la fourniture potentielle de SE.



Recommandations pour les agriculteurs, les conseillers, les formateurs et les décideurs politiques

- Promouvoir la mise en œuvre d'une infrastructure verte par des « solutions basées sur la nature », qui améliorent et mettent en valeur les habitats pour subvenir aux besoins des arthropodes bénéfiques dans les paysages agricoles. Comme promu par l'UE (COM(2013)249)⁴⁰ et par l'étude récente de Harvey et al. (2016)⁴¹, l'idée est de favoriser un réseau de zones naturelles et semi-naturelles et des réseaux alimentaires pour atteindre les objectifs de conservation et préservation de la biodiversité planifié de façon stratégique et en fin de compte la fourniture au niveau paysage de services écosystémiques.
- Prendre soin de la biodiversité pour plusieurs raisons : la biodiversité est une garantie pour la production alimentaire, la valeur de conservation, l'esthétique des paysages et l'adaptation au changement climatique avec l'exemple du réseau d'HSN. Avoir un objectif multifonctionnel pourrait être un élément de motivation pour aider à la mise en œuvre et la gestion des HSN.
- Promouvoir la recherche pour pallier au manque de connaissances sur les plantes hôtes à encourager au niveau de l'exploitation visant à favoriser les populations d'arthropodes bénéfiques.
- Développer de nouveaux habitats conçus pour fournir des ressources à ces populations ex : des bandes fleuries pour encourager les pollinisateurs et les ennemis naturels des ravageurs.

⁴⁰http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0014.03/DOC_1&format=PDF

⁴¹ Harvey E, Gounand I, Ward CL & Altermatt F, 2016. Bridging ecology and conservation: from ecological networks to ecosystem function. *J Appl Ecol.* doi:10.1111/1365-2664.12769.



Renforcer les paiements verts des surfaces d'intérêt écologique

Les projets précédents de l'UE (Bio-Bio) soulignaient la diversité des HSN en tant que garantie pour la biodiversité fonctionnelle locale (bénéfique).



Recommandations pour les décideurs politiques

- Aller plus loin dans les exigences des SIE en s'inspirant des consignes de l'OILB.
- Calculer les zones d'infrastructures écologiques dans le périmètre complet de l'exploitation (inclure toutes les surfaces et pas seulement les terres arables),
- Prendre en compte la **surface réelle des surfaces de SIE** et pas la surface convertie et pondérée. En effet, un mètre linéaire de haie équivaut aujourd'hui à 10 m² de SIE (avec un coefficient de conversion égal à 5 et un coefficient de pondération égal à 2). De la même façon, un mètre linéaire de bordure de champ est aujourd'hui équivalent à 9 m² de SIE (avec un coefficient de conversion égal à 6 et un coefficient de pondération égal à 1,5). Ce calcul avec coefficients de conversion et de pondération tend à sous-estimer les bénéfices des haies et à sur-estimer ceux des bordures de champs.
- Proposer un niveau de 5% à 7% de **surface agricole utile (SAU) réelle** en HSN.
- Encourager la **mise en œuvre collective de SIE**.
- Améliorer la législation pour mieux protéger les HSN pour s'assurer qu'elles ne reçoivent **ni produits phytosanitaires ni engrais chimiques** (ex : garantir un minimum de zones tampon dans les alentours des HSN), et l'appliquer à travers l'ensemble de l'UE. Le projet QuESSA a souligné le besoin d'une strate herbacée et diversifiée qui ne peut se développer qu'en l'absence d'utilisation de produits chimiques. Pour les régions dans lesquelles le paysage est dominé par de petites propriétés fragmentées, cette exigence peut être réalisée avec peu de coûts pour les agriculteurs (prendre en compte les subventions potentielles dans le cas de perte significative de profits).
- Interdire l'usage des produits phytosanitaires et des engrais chimiques sur les cultures intermédiaires et les légumineuses, qui sont incluses dans les SIE. Ces cultures subviennent aux besoins des pollinisateurs mellifères et sauvages ainsi qu'à ceux des prédateurs et parasitoïdes de façon cruciale en fournissant des ressources essentielles, rendant logique l'interdiction de l'usage des intrants sur ces surfaces.
- **Promouvoir la lutte biologique par conservation et gestion des habitats**. En effet, en combinant les deux approches : « par le haut » en mettant en place/maintenant/gérant convenablement les HSN adjacents au champ de culture pour favoriser les populations bénéfiques et « par le bas » en introduisant plus de diversité à l'intérieur du champ de culture pour repousser les ravageurs (cultures intermédiaires, couverts végétaux, agroforesterie).
- La biodiversité fonctionnelle est améliorée par la diversité des plantes. Ceci pourrait être réalisé en promouvant une diversité des SIE.
- Promouvoir des systèmes agroforestiers, non étudiés dans le projet QuESSA, mais le meilleur moyen d'introduire simultanément des HSN enherbés et boisés dans les parcelles cultivées.



Figure 49. Une bande de fleurs sauvages adjacente à un terrain de blé d'hiver en Suisse.

Promouvoir les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement et la gestion des HSN

Comme mentionné précédemment, les résultats QuESSA pourraient aider à changer les postures et les attitudes.



Recommandations pour les décideurs politiques

- **Renforcer les paiements dans le cadre des mesures de verdissement de la PAC pour certains SIE**, tel qu'introduire un seuil maximal pour les légumineuses et les cultures de couverture (1% de SIE) et **un seuil minimal pour les pérennes** (au moins 2,5% de SIE).
- Soutenir les stratégies promouvant l'agriculture biologique qui pourraient contribuer à rétablir l'hétérogénéité des habitats des terres agricoles, et améliorer la biodiversité fonctionnelle.
- Accroître les financements pour la recherche et les programmes de formation : «Accompagner la transition agroécologique».
- Promouvoir les groupes de discussion, la recherche participative, les décisions collectives au niveau territoire (ex : retenues d'eau).
- Promouvoir une **gestion collective et coordonnée des cultures au niveau du paysage** (groupes de discussion des agriculteurs).



- Promouvoir une **approche préventive** en gérant à la fois la diversité de la flore sauvage et des auxiliaires : la lutte biologique par conservation pourrait être un moteur important pour la préservation de la biodiversité fonctionnelle dans les paysages agricoles.
- Promouvoir les règles de **lutte intégrée contre les bioagresseurs et la protection agroécologique des cultures** basées sur une gamme d'options de gestion étendues privilégiant les méthodes de lutte biologique, physique, génétique afin de définir les plus appropriées puisque les résultats étaient très dépendants du contexte, afin de ne pas faire reposer un système sur une seule méthode de protection.
- Soutenir la **recherche et la diffusion sur les réseaux trophiques** dans des cultures spécifiques et leur environnement. Ceci encouragerait les agriculteurs à atteindre une meilleure durabilité de leurs productions, inspirant de nouveaux raisonnements et pensées et des approches plus durables de la gestion des cultures, en cohérence avec la stratégie européenne de réduction des pesticides (EU Directive 2009/128/EC).
- L'augmentation de l'efficacité des ennemis naturels devrait commencer avec l'étude du fonctionnement de la régulation biologique dans les agroécosystèmes et pourrait être atteinte par le biais de l'identification de l'aspect clé de la diversité pour promouvoir de nouvelles stratégies durables telles que la manipulation des habitats⁴².
- De telles stratégies alternatives devraient prendre en compte la saisonnalité des ennemis naturels et la composition du paysage environnant.



<https://www.herbea.org>

- Promouvoir le développement et la diffusion d'outils d'aide à la décision pour aider les agriculteurs à mettre en œuvre ou gérer leurs HSN. De tels outils d'aide à la décision pourraient être complémentaires à Herbea (§ La régulation biologique p29) qui est un outil interactif proposant une liste de plantes clés et d'HSN à mettre en œuvre pour favoriser les insectes bénéfiques et non les ravageurs, en fonction de la zone biogéographique d'intérêt et de la culture sélectionnée (ou la rotation).

Promouvoir la diversité et la connectivité de l'HSN

Le système de notation de la fourniture potentielle de SE par l'HSN souligne l'importance de **l'effet de bordure** : les pollinisateurs sont plus abondants en bordure qu'à l'intérieur des éléments boisés.

De plus, les groupes invertébrés bénéfiques sont connectés à des éléments spécifiques. Les traits structurels aussi bien que les traits fonctionnels sont d'importants déterminants pour l'attraction de certains auxiliaires (couleur des fleurs, floraison précoce/tardive, disponibilité du nectar...). Les prédateurs aériens répondent différemment à la structure de la végétation : les micro-hyménoptères sont très abondants en bordure d'éléments boisés et enherbés de surface et linéaires, et encore présents à l'intérieur de ces éléments. Les mouches prédatrices sont seulement très abondantes en bordure, mais pas à l'intérieur des éléments boisés.



Recommandations pour les agriculteurs, les conseillers et les formateurs

- Promouvoir la **diversité et la connectivité** d'éléments d'HSN pour augmenter les populations bénéfiques.
- Soutenir la recherche sur le maintien de la biodiversité au cœur des agrosystèmes (« land sharing »), la fourniture de SE bénéfiques en vue de rendre les éléments plus résilients au changement climatique et espèces invasives.
- Le transfert de connaissances sur les bénéfices de l'augmentation de la diversité des plantes à l'échelle de l'exploitation :
 - les ressources globales sont mieux utilisées quand de nombreuses espèces sont présentes (niches écologiques différentes) : ceci correspond à **l'hypothèse de complémentarité fonctionnelle**.
 - En augmentant le nombre d'espèces, on attend l'apparition des « meilleures » : **hypothèse de l'effet d'échantillonnage**.
 - Les similitudes fonctionnelles dans le paysage permettent la redondance fonctionnelle et la stabilité de l'environnement (résilience) : **hypothèse de l'effet redondance-résilience**.

Promouvoir la multifonctionnalité de l'HSN

Le projet QuESSA s'est intéressé à l'évaluation d'autres SE tels que la valeur de conservation, le stockage du carbone, l'érosion des sols, l'esthétique du paysage et la fertilité des sols. Ils mettent en valeur les multiples fonctions fournies par les HSN. Les personnes interrogées aiment particulièrement les paysages avec des éléments fleuris et boisés (y compris les cultures pérennes telles que les vignes ou les oliveraies). Il a été montré que la fertilité des sols et le stockage du carbone étaient plus élevés dans les HSN que dans les cultures (plus de C / ha dans les HSN). La richesse des espèces de carabes sur la Liste Rouge était plus élevée dans les éléments enherbés en Allemagne, démontrant la valeur de conservation de ces types d'HSN. Ce caractère multifonctionnel pourrait être utile aux agriculteurs pour trouver un point d'ancrage pour faire reconnaître les services écosystémiques, la biodiversité et les HSN.

⁴² Eilenberg J, Hajek A & Lomer C, 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *Biocontrol*. 46: 387-400; Paredes D, Cayuela L & Campos

M, 2013. Synergistic effects of ground cover and adjacent vegetation on natural enemies of olive insect pests. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 173: 72-80.



Recommandations pour les décideurs politiques

- Des politiques promouvant et maintenant différents types d'HSN sur les terres agricoles, la gestion d'une végétation diversifiée dans les HSN (gestion différenciée des coupes et tailles, réduction ou non utilisation de produits phytosanitaires...) dans et autour des terres agricoles et impliquant non seulement les agriculteurs mais aussi les municipalités et autres structures territoriales.

Travailler avec les agriculteurs



Recommandations pour les décideurs politiques

- Promouvoir un **cadre de co-innovation entre agriculteurs, conseillers, chercheurs et formateurs** pour aider à la transition agroécologique.
- QuESSA souligne l'importance de collaborer avec les agriculteurs sur ces sujets, à l'échelle locale, par le biais de **méthodes participatives** (groupes de discussion, interviews, démonstrations sur le terrain) pour les impliquer dans le processus dès le début pour qu'ils s'approprient les concepts de SE, biodiversité fonctionnelle et HSN.

Des manques de connaissances ont été identifiés durant les groupes de discussion et/ou les démonstrations sur le terrain :

- Connaissance scientifique : un manque de réponse prédictible des agents biologiques (interactions complexes), d'indications de gestion pour des SE multiples et de services individuels fournis par les plantes et insectes.
- Transfert de connaissances : **trop peu de diffusion des « success stories ».**
- Solutions techniques : manque de machines adaptées à la gestion de la végétation à petite échelle.
- Plus les agriculteurs sont impliqués, mieux ils peuvent participer et proposer des pratiques ou une gestion des HSN en adéquation avec les SE souhaités et pour lesquels il y a un besoin réel localement.
- Ceci veut dire qu'un soutien financier et technique est nécessaire pour que les agriculteurs et les gestionnaires des HSN puissent développer et mettre en œuvre une **gestion des HSN localement adaptée.**

Conclusion

Le projet QuESSA était un vrai défi puisqu'il visait à explorer des paysages et des écosystèmes complexes (cultures, conduites et contextes agro-climatiques variés) et que beaucoup de partenaires ont interagi avec une gamme étendue de parties prenantes. C'est le premier projet à avoir évalué la contribution de différents types d'habitats semi-naturels aux services écosystémiques du niveau parcelle au niveau paysage. Il a fallu développer de nouvelles méthodologies qui ont ensuite été mises en application à travers de nombreux pays et systèmes de culture pour évaluer la pollinisation et la régulation biologique des ravageurs. Un système de notation a aussi été développée et appliquée en vue de prédire un potentiel de fourniture de SE en fonction des HSN.

Concernant la lutte biologique, le niveau observé a beaucoup varié entre et au sein des cas d'étude. Le type d'HSN adjacent, la distance à l'HSN depuis l'intérieur du champ a eu un impact positif, mais pas dans tous les cas. Il a été montré que les éléments linéaires enherbés et les forêts peuvent avoir un effet positif sur ce service. Néanmoins, les principales analyses ont révélé qu'aucune prédiction générale ne pouvait être faite sur l'ensemble des paysages, nécessitant une adaptation locale.

Concernant la pollinisation, au niveau régional, aucun des cinq pays testés (ES, CH, UK, DE, IT) n'avait un déficit de pollinisation détectable de façon statistique qui limiterait le rendement des cultures. Des variations d'un champ à l'autre des niveaux de déficit de pollinisation local a été associé à la quantité et à la distribution des habitats semi-naturels dans deux pays (ES, IT).

La prévention de l'érosion des sols, la valeur de conservation pour la biodiversité, la séquestration du carbone, la valeur esthétique du paysage et la régulation biologique des ravageurs ont différencié entre et au sein des paysages. De fortes associations avec des habitats semi-naturels et entre quelques services écosystémiques ont été montrées pour la séquestration du carbone, la valeur esthétique du paysage et la régulation biologique des ravageurs ainsi que pour la prévention de l'érosion des sols. Néanmoins, quelques compromis doivent être ajustés entre l'esthétique et la valeur de conservation.

Aucun disservices important n'a été mesuré, confortant l'intérêt de maintenir et diversifier les habitats semi-naturels au regard des différents services écosystémiques rendus. La composition et le mode de gestion des bandes fleuries pourront être réévalués au fur et à mesure des avancées des connaissances.

Remerciements

Les partenaires du projet QuESSA aimeraient remercier chaleureusement :

- tous les agriculteurs qui ont été volontaires pour participer aux cas d'étude en France, Italie, Suisse, Allemagne, au Royaume Uni, en Hongrie, aux Pays-Bas et en Estonie. Leur engagement a été essentiel à l'évaluation des services écosystémiques fournis par les habitats semi-naturels dans des régions très diversifiées. Leur intérêt et leur compréhension de la problématique a permis des échanges constructifs.
- Tous les membres du comité consultatif des parties prenantes pour leurs recommandations précises et leurs attentes par rapport à la gestion des habitats semi-naturels.
- Et enfin, tous les membres de la FAO des Nations Unis avec une mention spéciale pour Kakoli Ghosh, pour la discussion fructueuse qui a eu lieu durant la Conférence Finale.

Contenu :

Partenaires du projet QuESSA

Rédaction :

Dr Caroline Gibert (Solagro)
caroline.gibert@solagro.asso.fr

Conception graphique, illustrations :

Eric Péro (spyro) – www.imageric.fr



www.QUESSA.eu



https://www.facebook.com/Quessa-129370957261348/?view_public_for=129370957261348

Contact (coordinateur) :

Dr John Holland – Game & Wildlife Conservation Trust (GWCT)
Fordingbridge, Hampshire SP6 1EF, United Kingdom
jholland@gwct.org.uk

Partenaires

