

MIEUX VAUT PREVENIR QUE GUERIR : DE LA NECESSITE D'UNE GESTION SYSTEMIQUE DE LA PROBLEMATIQUE – GESTION DE LA ROTATION ET DES AMENAGEMENTS DES PARCELLES

D. Stilmant¹ d.stilmant@cra.wallonie.be
¹(Centre Wallon de Recherches Agronomiques)

Cette introduction s'inspire fortement des articles publiés par Ratnadass et al. (2012) et Philpott, (2013).

Sur base de cette revue, la forte vulnérabilité des systèmes conventionnels, conduits de manière intensive, est souvent mise en lien avec leur simplification à l'extrême (Tilman et al. 2002 in Ratnadass et al. 2012). L'hypothèse étant que leur complexification, tant dans le temps (complexification de la rotation) que dans l'espace (diversité à l'échelle du paysage, complexification de l'assolement, mise en place de cultures associées voir utilisation de mélanges variétaux pour une même espèce (Cox et al., 2004), pourrait accroître la résilience des agro-écosystèmes face aux maladies et parasites (Ratnadass et al. 2012) voire aux adventices (Hauggaard-Nielsen and Jensen 2005). La manipulation et régulation des interactions biotiques et du fonctionnement des agro-écosystèmes afin de leur permettre de délivrer les différents services y associés ; en ce y compris les services de production ; représente en effet le majeur challenge du 21^{ème} siècle (Gaba *et al.* 2014).

Dans la suite de cette introduction le terme 'parasite' sera utilisé pour définir tout adventice, insecte, champignon, capable d'occasionner des dégâts économiques aux cultures.

Les mécanismes qui permettent à une diversification des cultures de réduire la pression exercée par les maladies et parasites sont multiples (Ratnadass et al. 2012) et repris ci-après, dans le tableau 1.

.

Mécanisme en jeu	Principes généraux (exemple)	Limitations (contre-exemple)
Interruption du cycle de développement	L'intégration, dans les rotations, d'espèces ne pouvant pas servir d'hôte à l'espèce considérée (ex : limiter le retour d'espèces pouvant servir d'hôte à aphanomyces / parcelle destinée à la culture du pois)	Certains parasites, pouvant se développer sur de nombreuses espèces d'hôte, possédant une forte habilité à se disperser ou des formes leur permettant de survivre longuement dans les sols sont très difficiles à limiter sur cette base.
Allélopathie	Composés antibiotiques produits par des plantes, soit directement, soit durant leur phase de décomposition, qui vont directement affecter la capacité des parasites à infecter / se nourrir sur la plante hôte cultivée (Emission, dans la rhizosphère de certaines espèces de tagètes, de substance nématocide voire ayant une action sur la germination de conidies d' <i>Alternaria solani</i> // l'avoine présente également l'émission de substances fongicides au niveau de ses racines)	En fonction du cultivar utilisé, des effets opposés peuvent être observés. Certaines brassicacées peuvent ainsi permettre le développement de nématodes avant d'agir sur la survie de ces derniers en libérant, suite à la décomposition de leurs résidus, des substances nématocides.
Améliorer l'activité de la microflore du sol	Un accroissement de la diversité végétale va entraîner, lors de sa décomposition dans le sol, une augmentation de la diversité et de l'activité microbienne générale. Un tel accroissement va augmenter les chances de mobiliser des espèces ayant un effet antagoniste vis-à-vis des espèces pathogènes.	Un contre exemple réside dans la dynamique du champignon <i>Gaeumannomyces graminis var tritici</i> (agent causal du piétin échaudage) dont l'occurrence diminue suite à une monoculture de froment, après une première phase d'augmentation. Cette dynamique est interrompue suite à l'inclusion d'une nouvelle espèce dans la rotation. Dans ce cas, ce seraient des bactéries de <i>Pseudomonas fluorescens</i> qui seraient stimulées par la monoculture de blé et qui auraient un effet suppressif sur <i>Gaeumannomyces graminis</i> .
Améliorer la nutrition de la culture conduit au développement d'une résistance physiologique	Un accroissement de la diversité végétale (culture et/ou interculture) va entraîner, lors de sa décomposition dans le sol, la libération de nutriments pour la culture suivante qui peut résister plus aisément aux agressions extérieures. Les légumineuses sont souvent mises en avant. De même, le mulch à la surface du sol limite les pertes en eau et les tress hydriques.	Une alimentation azotée trop importante peut stimuler le développement de certains pathogènes qui se développent dans des tissus vivants. Ainsi <i>Puccinia striiformis f.sp. tritici</i> (rouille jaune des céréales) engendre des symptômes plus sévères sur une culture ayant reçu une bonne alimentation azotée.
Limitation de la dispersion	La séparation de parcelles de cultures hôtes par des cultures	Une telle mesure a peu d'effet pour les parasites présentant

du parasite en diluant la ressource, à l'échelle du paysage	non-hôtes limite la dispersion des parasites.	un bon potentiel de dispersion ou une large gamme d'hôtes.
Dilution de la ressource à l'échelle de la parcelle (effet de la concentration/dilution de la ressource) → visibilité de la ressource (forte densité de semis, désherbage, ...) → effet « passif »	Dans des cultures associées, les plantes sont moins attaquées par des parasites spécialisés ou oligophages. Ainsi le froment est moins attaqué par certaines maladies fongiques une fois associé à de l'orge.	Si l'association mobilise une espèce d'intérêt et une espèce compagne sans intérêt économique, la compétition occasionnée par cette dernière peut réduire trop fortement les rendements de l'espèce principale. Si le parasite possède une bonne capacité de dispersion active (papillon du chou >< puceron), cette dilution aura moins d'effet.
Action répulsive (push) de la culture compagne → effet « actif »	Des substances émises par une culture compagne ou en sous-couvert peuvent limiter l'attractivité de la culture principale. Ainsi l'attaque de la carotte par la mouche de la carotte peut être réduite suite à une association de cette culture avec celle de l'oignon.	Ces substances peuvent agir comme attractif pour d'autres espèces de parasite ! → nécessité d'une approche fine prenant en compte le complexe de parasites d'une culture !
Action attractive (pull)	Des cultures associées ou positionnées en périphérie peuvent agir comme des attractants, limitant la dispersion du parasite dans la culture principale. Elles peuvent également attirer les ennemis naturels du parasite, améliorant ainsi son contrôle. L'idéal étant d'avoir des cultures qui attirent le parasite et suscitent sa ponte sans en permettre le développement (! la sélection naturelle va agir contre un tel comportement suicidaire !)	Les plantes pièges peuvent devenir des sources de parasites après une phase de 'puits' → nécessité de bien évaluer le ratio 'plante piège' / 'culture principale' à implémenter ainsi que leur organisation spatiale. → Intérêt d'associer une stratégie « Push and pull »
Fournir des aliments aux ennemis naturels	Une diversité floristique adaptée peut fournir des nutriments (pollen, nectars, ...) aux parasitoïdes voir aux prédateurs (syrphes au stade adulte, coccinelles, ...) voir abriter des hôtes alternatifs, ce qui permet de maintenir les populations de parasitoïdes et prédateurs avant l'arrivée des parasites cibles. Dans ce cadre des couverts pérennes en périphérie de parcelle sont particulièrement intéressants.	Ces ressources peuvent néanmoins accroître le fitness des parasites. De même, les prédateurs et/ou parasitoïdes peuvent être détournés et s'orienter vers ces ressources alternatives (parasites/espèces secondaires ; miellat, ...) plutôt que vers la cible principale ! De plus, dans les monocultures, les parasitoïdes mobilisent le miellat au même titre que le nectar, ce qui entretient leur fitness. Pour les prédateurs omnivores la flore peut limiter l'attrait

		pour les parasites !
Fournir des zones refuges pour les ennemis naturels	La structure de l'habitat protège les ennemis naturels de leurs propres ennemis ou procure des sites propices à leur reproduction.	
Une augmentation de la biodiversité floristique peut altérer le microclimat (par exemple en agro-foresterie)	Le microclimat ainsi modifié peut limiter le développement des maladies et parasites ou soutenir le développement des antagonistes (ex : champignon entomophage).	L'inverse peut également être vrai !
Une augmentation de la biodiversité floristique peut représenter une barrière physique vis-à-vis des parasites	La présence de mulch, de cultures mixtes peut limiter la propagation des maladies liées à l'effet 'splash'. Ainsi la dispersion verticale de spores de <i>Septoria tritici</i> est limitée par le sous semis de trèfle blanc dans du froment. Une végétation haute (agro-foresterie) peut également représenter une barrière au mouvement de parasite présentant une dispersion passive (puceron). A l'échelle du paysage, la fragmentation (connectivité) de l'occupation des sols limite la dispersion des maladies et parasites.	Une telle fragmentation peut limiter le déplacement des ennemis naturels. Les végétations hautes peuvent également arrêter les parasites qui autrement seraient passés outre. →

TABLEAU 1 : Principes/règles générales selon lesquelles l'accroissement de la diversité floristique, à des échelles allant de la population au paysage en passant par la parcelle, améliore la gestion des problèmes liés aux parasites et maladies dans les agro-écosystèmes. Les limites à ces principes sont également reprises (modifié de Ratnadass et al., 2012).

Il ressort de ce rapide tour d'horizon que toute augmentation de la biodiversité floristique, bien que conduisant régulièrement à une augmentation de la diversité et densité des espèces antagonistes, ne conduit pas nécessairement à une réduction de la pression exercée par les parasites (Philpott, 2013). En effet, l'augmentation de la diversité des antagonistes peut conduire à une augmentation des interactions survenant entre les différentes espèces d'antagonistes et à une diminution de leur efficacité individuelle. De même, la compatibilité entre le délai de réponse des antagonistes et les objectifs de production agricole est souvent questionnée (Gaba et al. 2014). Cela rend toute recommandation à l'attention des agriculteurs difficile. Les conditions nécessaires à l'obtention d'un équilibre dynamique étant fortement dépendantes des conditions biotiques et abiotiques locales, elles nécessitent de développer des systèmes d'aide à la décision pouvant les prendre en compte.

REFERENCES

- Cox, C. M. et al. 2004. Cultivar mixtures for the simultaneous management of multiple diseases: Tan spot and leaf rust of wheat. *Phytopathology* 94: 961-969.
- Gaba, S. et al. 2014. Managing biotic interactions for ecological intensification of agroecosystems. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2 : 1-9.
- Hauggard-Nielsen, H., Jensen, E. 2005. Facilitative root interactions in intercrops. *Plant Soil* 274 : 237-250.
- Philpott, S.M. 2013. Biodiversity and Pest control services. In : *Encyclopedia of biodiversity* (Levin, S.A. ed.), Academic press, second edition, vol 1, 373-385.
- Ratnadass et al. 2012. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems : a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32 : 273-303.
- Tilman, D. et al. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418 : 671-677.