

IMPACT DE LA BIOFUMIGATION SUR LA LEVÉE PRINTANIÈRE DES MAUVAISES HERBES

MAXIME LEFEBVRE, M. Sc., ET MARYSE LEBLANC, agr., Ph. D.

La gestion des mauvaises herbes en agriculture biologique est restreinte quant aux techniques visant à réduire la survie des semences de mauvaises herbes dans le sol. Cependant, la biofumigation pourrait être une avenue intéressante pour augmenter la mortalité des graines et abaisser les populations d'adventices. La biofumigation est définie comme étant la diffusion dans le sol de molécules toxiques, notamment les isothiocyanates (ITCs) produites à la suite d'une réaction enzymatique durant la décomposition des tissus végétaux de la famille des brassicacées. Des expériences antérieures menées dans le laboratoire de malherbologie de l'IRDA ont démontré que la biofumigation peut être létale aux graines de différentes espèces de mauvaises herbes (Lefebvre et al. 2018¹). Ces résultats encourageants ont permis d'entreprendre des essais plus approfondis en serre et au champ.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Lors d'une expérience au champ, nous avons établi comment la biofumigation, répétée ou non dans le temps, a réprimé les populations de mauvaises herbes. Le projet a été effectué à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique de l'IRDA. L'expérience a été effectuée sur deux sites de sol organique de la série Verchères. Cinq traitements différents ont été réalisés, incluant une combinaison d'engrais verts de moutarde brune *Brassica juncea* var. Caliente 199 et d'avoine (*Avena sativa*) semés au printemps et à la fin de l'été :

- moutarde/moutarde;
- moutarde/avoine;
- avoine/moutarde;
- avoine/avoine;
- un témoin enherbé sans engrais vert.

Les premiers semis d'engrais verts ont eu lieu en 2014, et se sont répétés au même endroit en 2015 et 2016. La moutarde brune a été utilisée comme plante biofumigante. Elle a été hachée le plus finement possible lorsqu'elle était en pleine floraison et rapidement incorporée dans un sol humidifié. L'humidité du sol doit être suffisante pour ne pas limiter la réaction chimique produisant les ITCs et la température du sol doit être supérieure à 10 °C. La surface du sol a été scellée à l'aide de paillis de plastique pour augmenter le temps d'exposition des graines de mauvaises herbes aux ITCs. Ces

étapes sont importantes pour maximiser l'efficacité de la biofumigation. À chaque printemps suivant l'incorporation des engrais verts, la levée des mauvaises herbes a été évaluée dans un sol non perturbé, reflétant l'impact de la biofumigation l'année précédente. Les mauvaises herbes ont été identifiées et comptées dans un quadrat de 0,2 m x 0,5 m. L'expérience a été effectuée

sur chacun des sites dans un dispositif en bloc aléatoire complet avec quatre répétitions. Le site 1 était majoritairement dominé par des mauvaises herbes à feuilles larges, notamment la bourse à pasteur, le tabouret des champs et l'amarante à racine rouge. À l'inverse, le site 2 était dominé par des graminées, dont la sétaire glauque, la sétaire géante et le panic capillaire.



Fauchage et incorporation des engrais verts.

¹ Lefebvre M, Leblanc ML, Watson AK (2018) Seed dormancy and seed morphology related to weed susceptibility to biofumigation. *Weed Science* 66:199-214

RÉSULTATS

Au printemps 2015, l'émergence des mauvaises herbes mesurée dans les parcelles biofumigées n'était pas significativement différente des parcelles avec le précédent d'avoine (Figure 1). Au site 1, tous les engrais verts ont réduit l'émergence en comparaison avec le témoin enherbé, ce qui ne fut pas le cas au site 2. Au printemps 2016, l'impact de la biofumigation sur la levée des mauvaises herbes fut plus prononcé. Au site 1, l'émergence fut plus faible dans la parcelle ayant été biofumigée seulement au printemps (moutarde/avoine). Au site 2, toutes les parcelles biofumigées ont réduit la levée des mauvaises herbes comparées au traitement avoine/avoine. En 2017, au site 1, les parcelles biofumigées ne se sont pas distinguées des parcelles avec le précédent d'avoine. Cependant, au site 2, les traitements moutarde/moutarde et avoine/moutarde ont eu une levée légèrement inférieure à celle des parcelles du traitement avoine/avoine.

VARIABILITÉ DE LA TECHNIQUE OU DÉVELOPPEMENT DE TOLÉRANCE?

Les résultats de l'expérimentation démontrent la variabilité de la technique. En effet, le potentiel biofumigant peut être influencé par les conditions environnementales, les variations saisonnières entre les années et la biodisponibilité du soufre dans le sol. Notamment dans notre essai, les quantités d'ITCs détectées dans les plantes ont varié considérablement. Au printemps 2014, les plantes avaient le potentiel de générer $69 \mu\text{g}$ d'allyl-ITC par gramme de plante, équivalant à un niveau de biofumigation pratiquement nul. Des fertilisations supplémentaires en soufre ont permis d'augmenter le potentiel biofumigant à une moyenne de $678 \mu\text{g}$ d'allyl-ITC g^{-1} en 2015 et de $1596 \mu\text{g}$ d'allyl-ITC g^{-1} en 2016 (se référer à la fiche technique « Interférence et la moutarde biofumigante avec les mauvaises herbes » pour plus de détails).

La biofumigation est une technique qui doit être réalisée selon plusieurs étapes spécifiques qui, si négligées, peuvent mettre en péril l'efficacité de la technique. Les plantes incorporées au sol pourraient ne pas relâcher dans le sol la quantité maximale d'ITCs potentiellement disponible si toutes les conditions décrites dans la section Matériel et méthodes ne sont pas respectées.

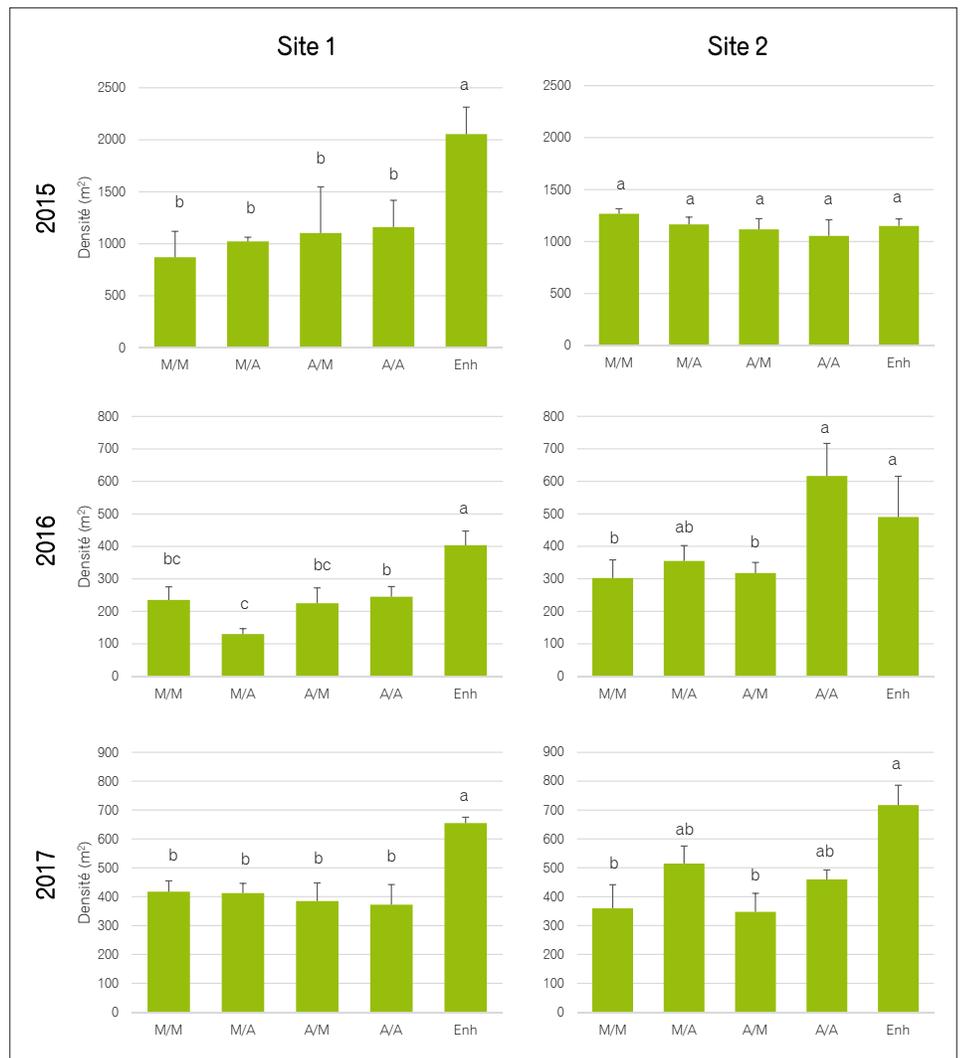


Figure 1. Levée printanière cumulative des mauvaises herbes dans chacun des sites expérimentaux de 2015 à 2017. Les barres d'erreurs représentent l'erreur type. Pour chaque site et à chaque année, les moyennes associées à la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey HSD à un seuil de $P = 0,05$. M/M = moutarde/moutarde, M/A = moutarde/avoine, A/M = avoine/moutarde, A/A = avoine/avoine, Enh = Témoin enherbé.



Plantules de mauvaises herbes émergentes au champ.

Finalement, des facteurs intrinsèques du sol peuvent faire varier le temps de résidence, la concentration et le devenir des composés allélopathiques, comme l'adsorption des ITCs par les colloïdes du sol et les transformations microbiennes des composés chimiques.

Outre la variabilité de la technique, la réponse des mauvaises herbes peut varier. La levée des mauvaises herbes est grandement influencée par les conditions environnementales et par la dynamique de la banque de semences dans le sol qui évolue dans le temps. La réponse à la biofumigation est spécifique à chaque mauvaise herbe. Des travaux réalisés par l'équipe de malherbologie de l'IRDA ont démontré que la survie intraspécifique des plantules peut changer au fil des générations de plantes exposées à la biofumigation. Dans une expérience menée sur la petite herbe à poux et l'abutilon, les semences de ces mauvaises herbes étaient exposées aux composés allélopathiques produits à la suite d'une biofumigation de moutarde brune en vases de Pétri. Les graines ayant survécu et germé dans ces conditions étaient transplantées en serre et la survie des plantules était mesurée. Les plants ont été amenés à maturation

et ont produit des graines. Ces graines de deuxième génération ont été récoltées et ont subi les mêmes traitements. Comme le montre le Tableau 1, la survie des plantules de première génération était inférieure au témoin lorsque les graines étaient exposées à la biofumigation. Cependant, l'impact de la biofumigation est beaucoup moins prononcé pour les plantules de deuxième génération, passant de 79,7 à 96,7 % pour la petite herbe à poux et de 11,2 à 66,9 % pour l'abutilon à un taux de biofumigation de 3,50 mg cm². Ces travaux démontrent qu'il est possible que des

graines survivant à la biofumigation génèrent des plants qui produisent des graines ayant un taux de survie supérieur durant la levée et l'établissement lorsqu'elles seront réexposées à la biofumigation.

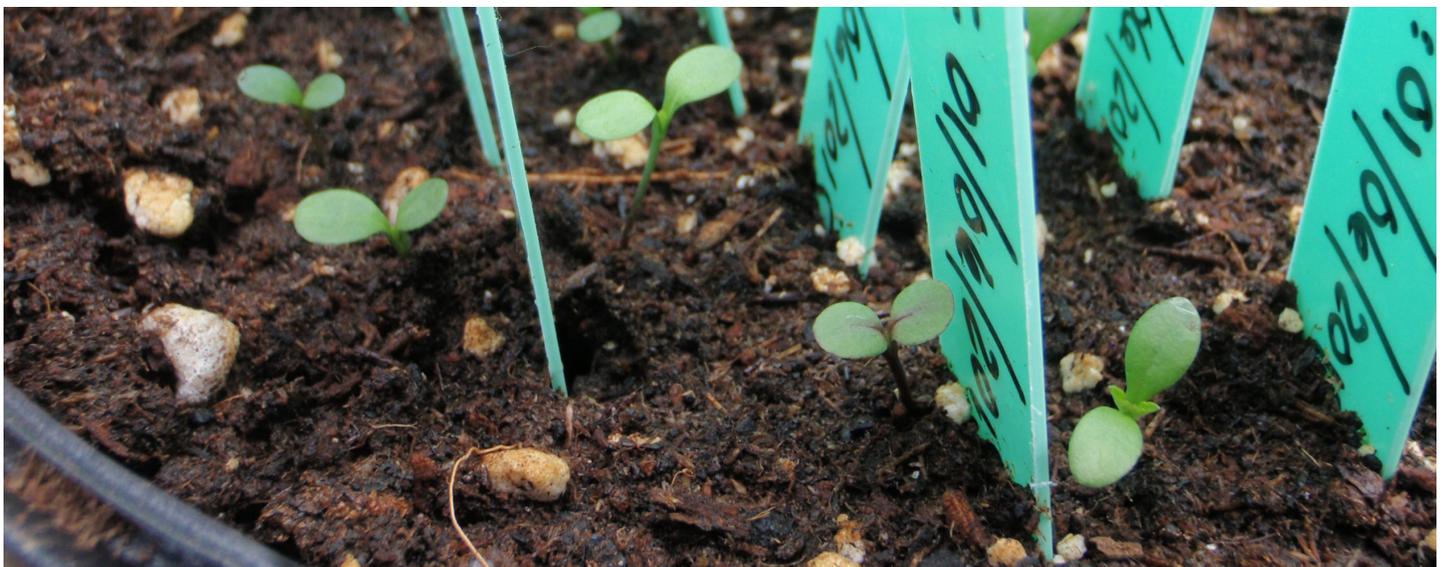
Beaucoup de facteurs peuvent donc expliquer les résultats de levée de mauvaises herbes obtenus. Néanmoins, les observations réalisées dans ce projet permettent de croire qu'une utilisation efficace et raisonnée de la biofumigation peut dans certaines conditions réduire la pression des mauvaises herbes.

Tableau 1 : Survie de plantules de petite herbe à poux et d'abutilon issues de graines ayant germé pendant une exposition à la biofumigation réalisée en vase de Pétri pour deux générations subséquentes.

ESPÈCES	TAUX DE BIOFUMIGATION ^a mg cm ²	SURVIE GÉNÉRATION 1 ^b %	SURVIE GÉNÉRATION 2 ^b %
Petite herbe à poux	7,00	76,5 (2,4) b	95,6 (2,2) a
	3,50	79,7 (2,0) b	96,7 (1,3) a
	0	92,0 (1,8) a	99,0 (0,5) a
Abutilon	3,50	11,2 (5,0) c	66,9 (8,7) b
	2,33	27,4 (4,9) b	76,9 (6,1) ab
	0	96,7 (1,1) a	89,6 (3,0) a

^a Taux de biofumigation équivalant à une faible et forte quantité de biomasse sèche de *B. juncea* réhydratée en vase de Pétri qui permettent à une proportion des graines de mauvaises herbes de germer.

^b Les moyennes (erreur type) associées à la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey HSD à un seuil de P = 0,05.



Plantules de petite herbe à poux provenant de graines biofumigées.

PARTENAIRES DE RÉALISATION ET DE FINANCEMENT



Agriculture et Agroalimentaire Canada

Agriculture and Agri-Food Canada

Un projet supporté financièrement par la Grappe scientifique biologique II (AAC), l'IRDA, l'UPA et Agrocentre Fertibec inc. Seminova et en partenariat avec l'Université McGill.

POUR EN SAVOIR D'AVANTAGE

Maryse Leblanc, agr., Ph. D.
Chercheuse en malherbologie
450 653-7368, poste 235
maryse.leblanc@irda.qc.ca