



INSTITUT DE RECHERCHE  
ET DE DÉVELOPPEMENT  
EN AGROENVIRONNEMENT

## RAPPORT FINAL

### PROGRAMME INNOV'ACTION AGROALIMENTAIRE VOLET 2 – INNOVATION EN PRODUCTION AGRICOLE

## LUTTE AU GALINSOGA EN MARAÎCHAGE BIOLOGIQUE

Rédigé par :

**MARYSE L. LEBLANC<sup>1</sup>, MAXIME LEFEBVRE<sup>1</sup> ET CAMILLE O'BYRNE<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

<sup>2</sup>Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité

**Projet IA216695**

**FÉVRIER 2018**

L'IRDA a été constitué en mars 1998 par quatre membres fondateurs, soit le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), l'Union des producteurs agricoles (UPA), le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) et le ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations (MEIE).

L'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement est une corporation de recherche à but non lucratif qui travaille à chaque année sur une centaine de projets de recherche en collaboration avec de nombreux partenaires du milieu agricole et du domaine de la recherche.

#### **Notre mission**

L'IRDA a pour mission de réaliser des activités de recherche, de développement et de transfert en agroenvironnement visant à favoriser l'innovation en agriculture, dans une perspective de développement durable.

#### **Notre vision**

En 2016, l'IRDA est reconnu à l'échelle canadienne comme un chef de file en recherche, développement et transfert en agroenvironnement. L'IRDA se démarque par son approche intégrée et par le dynamisme de ses partenariats qui lui permettent d'anticiper les problèmes et de proposer des solutions novatrices répondant aux besoins des agriculteurs et de la société.

#### **Pour en savoir plus**

[www.irda.qc.ca](http://www.irda.qc.ca)

# LUTTE AU GALINSOGA EN MARAÎCHAGE BIOLOGIQUE

Rapport final

Présenté au :

*Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire*

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

200, chemin Sainte-Foy, 10<sup>e</sup> étage

Québec (Québec) G1R 4X5

## ÉQUIPE DE RÉDACTION DU RAPPORT

- Maryse L. Leblanc, Ph.D., IRDA
- Maxime Lefebvre, M.Sc., IRDA
- Camille O'Byrne, M.A-A., CETAB<sup>+</sup>

## ÉQUIPE DE RÉALISATION DU PROJET

- Responsable scientifique et chercheure : Maryse L. Leblanc, Ph.D., IRDA
- Professionnel de recherche : Maxime Lefebvre, M.Sc., IRDA
- Chargée de projet : Camille O'Byrne, M.A-A., CETAB<sup>+</sup>
- Techniciennes labo/champ : Laurence Jochems-Tanguay, M.Env. et Laurie Nadeau, DEC bioécologie, IRDA
- Technicienne agricole : Mylène Dandurand, IRDA
- Ouvriers agricoles, IRDA
- Étudiants d'été et stagiaires, IRDA

**Cultivons l'avenir 2**  
Une initiative fédérale-provinciale-territoriale

**Canada**

**Québec**



PROGRAMME  
**INNOV'  
ACTION**  
AGROALIMENTAIRE

## LE RAPPORT PEUT ÊTRE CITÉ COMME SUIV :

Leblanc, M.L., M. Lefebvre et C. O'Byrne. 2018. Lutte au galinsoga en maraîchage biologique. Rapport final présenté dans le cadre du Programme Innov'Action agroalimentaire, Volet 2 – Innovation en production agricole, du MAPAQ. IRDA. 69 pages.

© Institut de recherche et de développement en agroenvironnement Inc. (IRDA)

Pour des informations supplémentaires :

Maryse L. Leblanc  
Institut de recherche et de développement en agroenvironnement  
335, Rang des Vingt-Cinq Est  
Saint-Bruno-de-Montarville (Québec) J3V 0G7

Téléphone : 450 653-7368, poste 320

Courriel : [maryse.leblanc@irda.qc.ca](mailto:maryse.leblanc@irda.qc.ca)

## REMERCIEMENTS

Ce projet de recherche a été réalisé grâce à une aide financière accordée par le Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Nous tenons à remercier Laurence Jochems-Tanguay, Laurie Nadeau et les nombreux étudiants d'été pour leur aide en laboratoire et au champ ainsi qu'à Pierre-Luc Hébert, Mylène Dandurand et le personnel ouvrier de l'IRDA pour leur support dans les opérations de la machinerie au champ. Merci également aux Jardins Bio Campanipol pour leur contribution aux essais à la ferme.

## RÉSUMÉ

---

Un projet de recherche a été mis en place pour étudier la biologie du galinsoga en sols québécois et déterminer l'efficacité de différents moyens de lutte physique et culturale contre cette mauvaise herbe. Plus spécifiquement, l'étude sur la biologie a porté sur la productivité en graines, la dormance de celles-ci, l'effet de la luminosité sur la germination, la survie des graines enfouies dans le temps, leur profondeur de germination, le patron de levée et le développement phénologique des plants au champ. L'impact de différents moyens de lutte sur la répression du galinsoga dans le cadre d'une production de poivron ou en mode rotation avec une culture de couverture fauchée a été évalué. L'étude sur la biologie du galinsoga a permis d'établir que la productivité en graines est très élevée et variable, pouvant atteindre 109 000 graines par plant, dépendant du plant évalué et du milieu dans lequel il pousse. Les graines sont non dormantes lorsqu'elles tombent du plant-mère et peuvent germer immédiatement si elles sont exposées à la lumière. Par contre, si elles tombent dans des fissures du sol qui les protègent de la lumière, elles ne germeront pas et contribueront à alimenter la banque de graines dans le sol. Le besoin en lumière pour germer s'estompe avec le temps. Moins de 10 % des graines germaient à l'obscurité six mois après la récolte de celles-ci alors qu'après un an et demi, 100 % pouvaient germer sans lumière. Près de 80 % des graines enfouies à 5 cm et plus dans le sol mouraient durant la saison hivernale. La proportion de graines vivantes à ces profondeurs s'est maintenue durant la saison de végétation alors qu'en surface, la germination et l'exposition de celles-ci aux aléas du climat ont réduit leur nombre dans la couche 0-5 cm. Dans le sud du Québec, en 2017, la levée du galinsoga a été observée dès la mi-avril et s'est poursuivie jusqu'à la première gelée avec une plus grande importance en mai. La levée cumulative d'avril à novembre a atteint plus de 31 000 plantules/m<sup>2</sup>. Les plants ont eu besoin de 56 à 70 jours de croissance pour produire des graines apparaissant dès la mi-juillet. À la récolte du poivron, malgré les six passages de sarclours et les trois désherbages manuels, la levée du galinsoga dans ces traitements était encore importante et sa densité pouvait atteindre jusqu'à 1 200 plants/m<sup>2</sup>. Le travail du sol favorise la levée en ramenant les graines à la surface où elles peuvent germer facilement, amenuisant ainsi la réserve de graines dans le sol. Les meilleurs traitements sarclés ont réduit de plus 90 % le nombre de graines dans le sol depuis l'automne 2016. La bâche tissée sur le seigle et la vesce roulés, le paillis de monarde et le mélange de raygrass et de trèfle blanc fauchés à deux reprises ont été les traitements qui ont eu le moins de plantules de galinsoga dans les deux types de sol. Par contre, ils contenaient plus de graines que les cultures sarclées. Le couvert dense de végétation, le paillis ou la bâche empêchent la germination de graines qui ont besoin de lumière pour germer alors que la fauche basse des plantes de couverture empêche le développement du galinsoga et la production de nouvelles graines. Ce ne sont pas des stratégies qui amenuisent la banque de graines, mais plutôt qui empêchent l'entrée de nouvelles graines. Le traitement demandant le moins de temps de désherbage manuel a été la bâche tissée sur le seigle et la vesce roulés où le désherbage était essentiellement dans les trous autour des plants de poivron. Le paillis de monarde a été colonisé par le galinsoga avec le temps et a nécessité un effort de désherbage manuel plus élevé. Le temps de désherbage pour les autres traitements était sensiblement le même. Le rendement du poivron n'a pas souffert de la présence de plantules de galinsoga car la répression exercée par tous les traitements n'a pas permis au galinsoga de se développer et de compétitionner avec la culture. La performance du poivron était plutôt reliée au milieu dans lequel il poussait. Le traitement comportant une bâche tissée de plastique noir sur du seigle et vesce roulés a donné le meilleur rendement dans les deux types de sol. D'autres études seraient nécessaires pour valider les stratégies prometteuses dans d'autres conditions environnementales et pour établir la rentabilité de ces techniques.

Le rapport comprend deux sections :

- I. EXPÉRIMENTATIONS À LA PLATEFORME D'INNOVATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE
- II. ESSAIS À LA FERME



# I. EXPÉRIMENTATIONS À LA PLATEFORME D'INNOVATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

PAR MARYSE L. LEBLANC ET MAXIME LEFEBVRE

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>MATÉRIEL ET MÉTHODE.....</b>	<b>8</b>
	BIOLOGIE ET PROLIFÉRATION.....	8
	Productivité en graines .....	8
	Dormance des graines.....	9
	Effet de la luminosité sur la germination .....	9
	Survie des graines dans le temps .....	10
	Patron de levée .....	10
	Développement phénologique.....	11
	MOYENS DE LUTTE PHYSIQUE ET CULTURALE .....	11
	Implantation du galinsoga .....	11
	Traitements .....	12
	Échantillonnage du sol .....	18
	Échantillonnage du galinsoga .....	19
	Échantillonnage des engrais verts .....	19
	Récolte de la culture .....	19
	ANALYSE STATISTIQUE .....	20
<b>3</b>	<b>RÉSULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>21</b>
	BIOLOGIE ET PROLIFÉRATION.....	21
	Productivité en graines .....	21
	Dormance des graines.....	21
	Effet de la luminosité sur la germination .....	22
	Survie des graines dans le temps .....	23
	Patron de levée .....	24
	Développement phénologique.....	25
	MOYENS DE LUTTE PHYSIQUE ET CULTURALE .....	27
	Impact sur la répression du la galinsoga .....	27
	Distribution des graines dans le sol.....	31
	Temps de désherbage .....	35
	Performance des engrais verts et des plantes de couverture .....	36
	Rendement du poivron .....	38
<b>4</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>42</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 Description des traitements réalisés en 2016 et 2017. ....	13
Tableau 3.1 Temps de désherbage dans la culture de poivron selon les traitements. ....	35
Tableau 3.2 Description du mélange de raygrass et trèfle et les mauvaises herbes avant la fauche. ....	37
Tableau 3.3 Description du sorgho et des mauvaises herbes avant la fauche. ....	37

## LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 Cage pour capter les graines de galinsoga .....	8
Figure 2.2 Graines de galinsoga ayant subi le test au tétrazolium. ....	9
Figure 2.3 Parcelles de galinsoga deux semaines après la transplantation. ....	12
Figure 2.4 Parcelles de galinsoga en août. ....	12
Figure 2.5 Parcelle avec bâche tissée de plastique noir. ....	13
Figure 2.6 Monarde fistuleuse en fleur avant la récolte en 2016 (à gauche) et paillis de 15 cm d'épaisseur (à droite). ....	14
Figure 2.7 Parcelle de moutarde brune Caliente 199 avant la fauche. ....	14
Figure 2.8 Parcelle de sarrasin avant la fauche. ....	15
Figure 2.9 Parcelle de sorgho (à gauche) et mélange de raygrass et de trèfle blanc (à droite) avant la 1 <sup>ère</sup> fauche. ....	15
Figure 2.10 Rouleau crêpeur écrasant le mélange de seigle et vesce (à gauche) et pose de tuyaux d'irrigation sous la bâche tissée de plastique noir. ....	16
Figure 2.11 Pulvérisateur avec buses Twinjet (à gauche) et pyrodésherbeur (à droite), montés sur le porte-outils Weed Master. ....	17
Figure 2.12 Transplantation du poivron dans deux sillons préformés. ....	17
Figure 2.13 Unités de sarclage utilisés pour désherber les poivrons. ....	18
Figure 3.1 État physiologique des graines matures de galinsoga en fonction de différentes dates d'échantillonnage au champ sur deux types de sol : terre noire et loam sablo-argileux. ....	21
Figure 3.2 Germination des graines de galinsoga exposées à la lumière ou à l'obscurité pendant 1, 2, 3, 4, 5, 6, ou 7 jours. ....	22
Figure 3.3 Survie des graines de galinsoga qui ont subi un hiver (à gauche) et à celles qui ont sont demeurées enfouies jusqu'à l'automne 2017 (à droite). ....	23
Figure 3.4 Levée ponctuelle (bleu) et cumulative (rouge) du galinsoga en fonction des jours Juliens. ....	24

Figure 3.5 Proportion de la levée en fonction du cumul des degrés-jours (CDJ) base 10°C, estimée à l'aide la courbe Weibull.....	25
Figure 3.6 Suivi du développement phénologique de plantules levées à trois dates différentes (9, 30 mai et 4 juillet) en fonction des jours Juliens. ....	26
Figure 3.7 Densité du galinsoga le 19 juin 2017 dans la terre noire et le loam sablo-argileux en fonction des traitements. ....	28
Figure 3.8 Densité et biomasse sèche du galinsoga prélevées le 12 septembre 2017 dans la terre noire et le loam sablo-argileux en fonction des traitements.....	30
Figure 3.9 Distribution des graines vivantes dans les couches de sol 0-5, 5-10 et 10-15 cm en fonction des traitements et de l'échantillonnage de l'automne 2016 (A16) et du printemps 2017 (P17).....	32
Figure 3.10 Distribution des graines vivantes dans les couches de sol 0-5, 5-10 et 10-15 cm en fonction des traitements et de l'échantillonnage de l'automne 2017.....	34
Figure 3.11 Rendement commercialisable du poivron dans la terre noire en fonction des traitements. ....	39
Figure 3.12 Rendement du poivron dans le loam sablo-argileux en fonction des traitements. ....	40

# 1 INTRODUCTION

---

Le galinsoga cilié, *Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pav. Cav. (= *G. ciliata* (Raf.) Blake), est devenu ces dernières années la principale préoccupation de bon nombre de maraîchers, tant biologiques que conventionnels. Il interfère avec la culture et nuit à la récolte. Des infestations sévères de cette mauvaise herbe peuvent diminuer les rendements de l'ordre de 50 % dans des cultures peu compétitives, comme il est mentionné dans Sweet (1986). Il y a peu d'herbicides efficaces contre celui-ci et de la résistance a été observée (Mayor et Mermillod 1992).

Le *G. quadriradiata* est une mauvaise herbe annuelle de la famille des Asteracea importante dans diverses cultures maraîchères, mais aussi dans les grandes cultures au Québec. Il est originaire d'Amérique centrale, d'Amérique du sud et également indigène au Mexique (Kabuce et Priede 2010). Il possède de nombreux traits caractéristiques d'une mauvaise herbe problématique dont l'absence de dormance primaire (De Cauwer 2014) et une germination sous presque n'importe quelles conditions. Les plantules se développent rapidement et produisent très vite et en grand nombre des fleurs durant toute la saison de croissance. Il est autogame et produit une grande quantité de graines sous un vaste éventail de conditions environnementales. La germination s'observe généralement dès le début du printemps, culmine vers mai et juin et continue jusqu'aux gelées, surtout si le sol est perturbé (Duval 2007). Habituellement, 41 à 60 jours sont requis pour la production des fleurs après l'émergence. La floraison débute à la mi-juin, dès l'apparition de cinq à six paires de feuilles et continue aussi jusqu'aux premières gelées. Les graines viennent rapidement à maturité et commencent à se disperser 11 à 14 jours après l'apparition des fleurs (Warwick et Sweet 1983). Trois à cinq générations par année ont été observées aux États-Unis (trois en Nouvelle-Angleterre et New York et quatre à cinq dans les états de l'Atlantique (Grubinger 2014). Entre six et sept semaines sont requises dans l'état de New York pour compléter le cycle d'une génération, du semis à la maturation des graines, où plusieurs dizaines de milliers de graines peuvent être produites par plant. Ivany (1973) a dénombré 25 graines par capitule et 300 capitules par plant âgé de 2 mois. Les graines peuvent se disperser par le vent sur de courtes distances, mais aussi par les animaux et les hommes lorsqu'elles s'y fixent à l'aide de ses petits poils (Kagima 2000). En condition de laboratoire, Jursik *et al.* (2010) ont déterminé que la température minimale et optimale pour la

germination de *G. quadriradiata* est respectivement 10 °C et 21°C. Le galinsoga requiert de la lumière pour germer et le degré de dépendance à la lumière varie selon les populations (De Cauwer 2014; Ivany et Sweet 1973). L'émergence des plantules diminue drastiquement lorsque les graines sont enfouies profondément. De Cauwer (2014) rapporte que la profondeur maximale de levée varie entre 4 et 10 mm, dépendant du type de sol et des populations échantillonnées. Son étude précise également que les graines enterrées plus profondément ont une meilleure levée en sol sableux qu'en sol loameux (De Cauwe 2014). L'étude d'Ivany (1971) a aussi déterminé l'effet de la profondeur d'enfouissement des graines dans le sol sur la germination. Elle démontre que la germination en surface (98 %) diminue drastiquement à 56 % à 0,25 cm et qu'il n'y a aucune germination à 1,0 cm.

Selon la littérature, différentes stratégies de répression pourraient être envisageables. On rapporte aux États-Unis que certains engrais verts plantés au printemps pourraient réduire la croissance du galinsoga et sa production de graines de plus de 90 % (Kumar *et al.* 2008; Gary *et al.* 2010). Cependant, la performance de ces engrais verts dépend des conditions climatiques de ces régions qui ne sont pas les mêmes au Québec. On mentionne également que le galinsoga est sensible à l'allélopathie, notamment aux composés relâchés par le seigle et l'eupatoire (Schulz et Wieland 1999; Jelonkiewicz et Borowy 2005; Rai et Tripathi 1984). Nous avons observé dans nos travaux 100 % de mortalité des graines à la suite d'une biofumigation de moutarde brune effectuée en laboratoire. Le galinsoga est plus problématique dans les cultures à croissance lente et cultivées en rangs, puisque ces cultures sont moins compétitives. Il est sensible à la compétition, même intraspécifique (Rai et Tripathi 1983). La rotation avec des cultures rapides, sur paillis de plastique ou paillis végétaux pourrait s'avérer efficace (Duval 2007). Les sarclages mécaniques ou manuels pendant toute la saison, les faux semis et les traitements de travail de sol à répétition et de post-récolte sont aussi des techniques de répression utilisées (Duval 2007). Leur efficacité est cependant variable selon l'effort et la technique utilisée. Une fois que le galinsoga est implanté, il est difficile à éliminer car, après le sarclage, les plantes laissées au sol et les tiges coupées peuvent s'enraciner à nouveau et les graines immatures sur ces plants peuvent continuer à mûrir (Ivany 1971). Il est possible de penser que l'occultation et la solarisation seraient efficaces pour réprimer efficacement le galinsoga car la viabilité de ses graines est réduite à des températures de plus de 42°C (Barker et Craker 1991). Cependant, les graines doivent être hydratées, sinon les graines sèches

survivent à ces hautes températures (Ivany 1971). L'utilisation du pyrodésherbage après le semis et avant l'émergence de la culture pourrait être efficace, car il ne perturbe pas le sol et ne favorise donc pas la germination de nouvelles plantes (Grubinger 2014).

Le problème du galinsoga cilié est grandissant et augmente d'année en année sur les fermes biologiques. La gestion intégrée de cette mauvaise herbe est manquante et il y a très peu d'information sur la biologie et la prolifération sous les conditions du Québec. Par conséquent, un projet de recherche a été mis en place pour étudier la biologie du galinsoga en sols québécois et déterminer l'efficacité de différents moyens de lutte physique et culturale contre le galinsoga. Plus spécifiquement, l'étude sur la biologie a porté sur la productivité en graines, la dormance de celles-ci, l'effet de la luminosité sur la germination, la survie des graines enfouies dans le temps, le patron de levée et le développement phénologique des plants au champ. L'impact des différents moyens de lutte sur la répression du galinsoga et le rendement du poivron a été évalué.

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

Le projet a été réalisé soit en chambre de croissance, en serre ou en champ à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique, à Saint-Bruno-de-Montarville. Les sols qui ont fait l'objet de l'étude sont un loam sablo-argileux Aston et une terre noire Verchères.

### BIOLOGIE ET PROLIFÉRATION

#### Productivité en graines

En 2016, l'abondance des graines par plant a été déterminée sur 5 plants matures de galinsoga récoltés en août sur un loam sablo-argileux. Les graines ont été détachées de chaque plant et criblées séparément pour chacun de ceux-ci. Les graines contenues dans un échantillon de 1 g ont été comptées et le nombre total par plant a été obtenu à l'aide du produit en croix. En 2017, le dénombrement de graines par plant a été réalisé sur 6 plants dont trois d'entre eux poussaient sur un loam sablo-argileux et les autres, sur une terre noire. Chaque plant a été isolé dans une cage de 45 cm x 45 cm x 45 cm dont le fond et les côtés étaient entourés d'un tissu de coton (Figure 2.1). Ce montage permettait de recueillir toutes les graines matures qui tombaient du plant-mère. Les graines tombées ont été aspirées hebdomadairement jusqu'à la sénescence du plant à l'aide d'un aspirateur sans fil. Elles ont été conservées à la température de la pièce dans un sac de papier identifié à chaque plant. À la fin de la saison, les graines cumulées ont été criblées et le poids total a été déterminé. Les graines ont été comptées dans 5 échantillons distincts de 0,2 g et à l'aide du produit en croix, le nombre total de graines par plant a été estimé pour la saison.



Figure 2.1 Cage pour capter les graines de galinsoga.

## Dormance des graines

L'expérimentation s'est déroulée en 2017 sur deux types de sol : une terre noire et un loam sablo-argileux. L'échantillonnage des graines a débuté lorsque les premières graines de galinsoga ont commencé à tomber au sol et s'est poursuivi tous les deux semaines jusqu'au premier gel. La récolte était réalisée en secouant légèrement des plants sélectionnés au champ au-dessus d'un contenant pour y



faire tomber les graines matures. À chaque date d'échantillonnage, un échantillon de 30 graines étaient déposées sur un papier filtre humidifié dans un vase de Pétri transféré immédiatement dans une chambre de croissance dont la température était réglée à 25°C, l'humidité relative à 90 % et la luminosité à 16 h. Les graines germées étaient comptées tous les deux jours et retirées du Pétri. Lorsque la germination a cessé, à environ un mois après la mise en Pétri, les graines restantes ont subi un test de viabilité au tétrazolium (Peters 2000). Suite au trempage dans une solution de 1 % de chlorure de tétrazolium durant 24 h, les graines ont été disséquées sous binoculaire et leur viabilité a été notée. Elles étaient considérées comme vivantes si l'embryon était coloré rouge suite à ce traitement au tétrazolium (Figure 2.2).

Figure 2.2 Graines de galinsoga ayant subi le test au tétrazolium.

## Effet de la luminosité sur la germination

En 2016, trois lots de 50 graines récoltés à l'automne ont été déposés sur un papier filtre humidifié dans trois vases de Pétri scellé au Parafilm : un était couvert de papier d'aluminium et les deux autres, laissés à la lumière. Les vases de Pétri ont été transférés dans une chambre de croissance à 25°C, 90 % d'humidité relative et une luminosité de 16 h. Au bout de 4 jours, le papier d'aluminium a été retiré et les graines germées ont été dénombrées dans chacun des vases de Pétri. Le suivi de la germination s'est poursuivi durant 5 jours. En 2018, deux lots de graines ont fait l'objet de l'expérimentation : un des lots avait été récolté à l'automne 2016 et l'autre, à l'automne 2017. Cette expérience incluait huit traitements pour chacun des lots. Chaque traitement était constitué de deux répétitions de 50 graines saines, noires et dures déposées sur un papier filtre humidifié dans un vase de Pétri scellé au Parafilm qui a été mis en germination dans une chambre de croissance dont les conditions étaient les mêmes qu'en

2016. Pour un des traitements, les graines étaient exposées immédiatement à la lumière alors que pour les sept autres, elles étaient mises en germination à l'obscurité en couvrant complètement les vases de Pétri de papier d'aluminium pour une période variant de 1 à 7 jours. Suite à la période d'obscurité, le papier d'aluminium était retiré exposant les graines à lumière. Le dispositif expérimental était complètement aléatoire. Au total, 36 vases de Pétri (2 lots x 8 traitements x 2 répétitions) ont été suivis et pour chacun d'eux, les graines germées ont été dénombrées chaque jour jusqu'à ce que la germination cesse (environ 2 semaines après l'exposition à la lumière).

### Survie des graines dans le temps

Le 23 novembre 2016, des sachets de mousseline contenant 100 graines de galinsoga ont été enfouis à 4 profondeurs dans le sol : 0, 5, 10 et 15 cm. L'essai s'est déroulé dans deux types de sol : une terre noire et un loam sablo-argileux. Pour chacun des sols, il incluait deux séries de trois répétitions dont une a été retirée du sol le 11 avril 2017 et l'autre, le 30 octobre 2017. Les sachets ont été ouverts et les graines restantes rincées et nettoyées. Toutes les graines de la série d'avril ont subi immédiatement un test de viabilité au tétrazolium alors que celles prélevées en octobre, ont été dans un premier temps mises en germination dans des vases de Pétri déposés dans des chambres de croissance (25°C, 90 % H.R., luminosité 16 h). Les graines germées ont été dénombrées tous les deux jours jusqu'à ce que la germination cesse (environ 12 jours). Les graines restantes ont subi un test de viabilité au tétrazolium.

### Patron de levée

Tout au cours de la saison 2017, la levée du galinsoga a été suivie dans un quadrat de 0,2 m x 0,5 m placé dans quatre parcelles enherbées sur deux sites distincts dont le sol était respectivement une terre noire et un loam sablo-argileux, non travaillé au printemps. Les plantules de galinsoga étaient comptées deux à trois fois par semaine dans chacun des quadrats. Suite au dénombrement, toutes les mauvaises herbes étaient retirées des quadrats pour éviter la compétition inter et intraspécifique. Le pourtour du quadrat était aussi désherbé régulièrement afin qu'il n'y ait pas de contamination de graines par d'autres

plants poussant à proximité. Des sondes de température HOBO ont également été installées à proximité des quadrats, enfouies à 1 cm dans le sol afin de suivre la température du sol pour cumuler les degrés-jours et les relier à la levée du galinsoga.

### Développement phénologique

À partir du 9 mai 2017 et au début de chaque mois, 3 plants ont été sélectionnés à l'intérieur d'une zone de 25 cm x 25 cm demeurant exempt de mauvaises herbes par un désherbage manuel régulier. Pour chacun des plants, leur stade phénologique (BBCH) a été noté à chaque semaine jusqu'à la sénescence ou au premier gel. Les observations ont été réalisées sur des plants poussant sur deux sites dont le sol était une terre noire et un loam sablo-argileux. Le suivi incluait 4 répétitions par site. Les nouvelles générations de plantules provenant de graines matures tombées du plant-mère ont été également suivies.

## MOYENS DE LUTTE PHYSIQUE ET CULTURALE

Cette expérience a été réalisée sur deux sites distincts caractérisés par deux types de sol : une terre noire de la série Verchères et un loam sablo-argileux de la Série Aston.

### Implantation du galinsoga

En mai 2016, des graines de galinsoga ont été semées dans des plateaux de 288 multicellules. Lorsque levées, les plantules ont été éclaircies afin d'obtenir qu'un seul plant par multicellule. Elles ont été irriguées au besoin et laissées en serre jusqu'à la transplantation. En juin 2016, un dispositif expérimental en bloc aléatoire complet répété 4 fois a été mis en place au champ. Au total, 120 parcelles ont été délimitées (15 traitements x 4 répétitions x 2 sites). Chaque parcelle avait une largeur de 1,5 m et une longueur de 4,5 m et distancée entre elles de 1,5 m (Figure 2.3). Le 15 juin, les deux sites ont été fertilisés à la volée à raison de 2 t/ha d'Acti-Sol. Le 16 et 17 juin, le galinsoga a été transplanté manuellement dans les parcelles du loam sablo-argileux et le 20 juin, dans celles de la terre noire. La

distance entre les transplants était 30 cm sur le rang et 76 cm entre les rangs. Il y avait 6 rangs de 5 plants de galinsoga sur le sens de la largeur de la parcelle. Au total, 3 600 plants de galinsoga ont été transplantés (6 rangs x 5 plants x 15 parcelles x 4 répétitions x 2 sites). Les plants qui n'avaient pas survécu à la transplantation ont été remplacés afin d'obtenir ultimement un tapis dense de galinsoga pour chaque parcelle ([Figure 2.4](#)). Les rangs de galinsoga ont été désherbés manuellement sur le rang les 8, 15, 21, 22, 28 et 29 juillet et le 9 août et mécaniquement les 6 et 21 juillet à l'aide de duo-parallélogrammes (disques et lames Lelièvre) montés sur un tracteur porte-outil Mazzotti. Toutes les parcelles de galinsoga ont été fauchées le 31 août avec une faucheuse à fléaux. Le matériel végétal a été enfoui selon les traitements décrits dans la section suivante.



[Figure 2.3](#) Parcelles de galinsoga deux semaines après la transplantation.

[Figure 2.4](#) Parcelles de galinsoga en août.

## Traitements

La description des quinze traitements est présentée au [Tableau 2.1](#). Les travaux d'automne ont été réalisés du 31 août au 2 septembre 2016. Suite à la fauche du galinsoga, certaines parcelles ont été travaillées superficiellement à 10 cm de profondeur avec une herse à disques suivi d'un vibroculteur et d'autres, à une profondeur de 15 cm avec une rotobutteuse. La rotobutteuse ressemble à un rotoculteur dont l'axe de rotation est inversé et qui permet d'aller porter le matériel végétal de surface en profondeur (15 cm dans ce cas-ci). On peut présumer qu'avec ce traitement, une grande partie des graines produites durant la saison de 2016 seront enfouies en profondeur et peu de graines se retrouveront à la surface pour germer au printemps 2017. Suite au travail de sol, toutes les parcelles ont été semées avec de l'avoine au taux de 120 kg/ha à l'exception des traitements 1, 2, 5 et 6. Cette culture pousse durant l'automne et couvre le sol mais elle meurt durant l'hiver, laissant peu de biomasse et

facilitant le travail du sol au printemps. Pour les traitements 1 et 2, une bâche tissée en plastique noir a été posée et fixée au sol à l'aide d'attaches en U (Figure 2.5). Elle a été laissée en place jusqu'à la transplantation de la culture en 2017. Cette lutte par occultation permettant la germination des mauvaises herbes et leur destruction par absence de lumière pourrait possiblement réduire les populations de galinsoga. L'utilisation d'un paillis de végétaux pourrait également diminuer la levée du galinsoga.

Tableau 2.1 Description des traitements réalisés en 2016 et 2017.

No.	AUT-2016 <sup>1</sup> /HIV-2017	kg/ha	PRINT-2017	kg/ha	ÉTÉ-2017
1.DISQ+VIBRO <sup>2</sup>	Bâche tissée noire		→		Bâche retirée (27/6)
2.ROTOB					
3.DISQ+VIBRO	Avoine	120	VIBRO (17/5) <sup>3</sup>		PYRO <sup>4</sup> ou VINAIG (1, 13 et 26/6)
4.ROTOB					
5.DISQ+VIBRO	Paillis monarde (15 cm d'épaisseur)		→		Passage de 2 dents avec socs étroits sillons de 10 cm de large, 15 cm de profond +
6.DISQ+VIBRO	Seigle + Vesce velue	120 30	ROUL CRÊP (1/6) Bâche tissée noire		
7.DISQ+VIBRO	Avoine	120	RAT/ROUL (25/4) Moutarde brune Caliente 199	12	Transplantation de 2 rangs de poivrons 46 cm entre les plants 76 cm entre les rangs
8.ROTOB					
9.DISQ+VIBRO	Avoine	120	VIBRO (17/5) Sarrasin	70	FAUCH/ROTOC (21/6)
10.ROTOB					
11.DISQ+VIBRO	Avoine	120	VIBRO (17/5, 2/6, 9/6) Sorgho	40	FAUCH (26/7, 30/8)
12.ROTOB					
13.DISQ+VIBRO	Avoine	120	VIBRO (17/5) Raygrass annuel non alternatif + Trèfle blanc Ladino	15 8	FAUCH (12/7, 30/8)
14.ROTOBUT					
15.ENHERBÉ	sans travail de sol		→		→

<sup>1</sup> Traitements réalisés entre le 31 août et le 2 septembre 2016.

<sup>2</sup> VIBRO=vibroculteur; DISQ=herse à disques; ROTOB=rotobutteuse; ROUL CRÊP=rouleau crêpeur; RAT/ROUL=râteau et rouleau; PYRO=pyrodéshebage sur le loam sablo-argileux; VINAIG=pulvérisation de vinaigre à 10 % sur la terre noire; FAUCH=faucheuse à fléaux; ROTOC=rotoculteur.

<sup>3</sup> Double passage du vibroculteur le 17 mai 2017.

<sup>4</sup> Passage supplémentaire du pyrodéshebeur le 8 juin 2017.



Figure 2.5 Parcelle avec bâche tissée de plastique noir.

Une culture de monarde fistuleuse (*monarda fistulosa*) a été récoltée à l'ensileuse au moment de sa floraison en 2016, ensachée et gardée congelée. À la fin août, le matériel de monarde a été décongelé et épandu sur les parcelles du traitements 5 pour former un paillis d'une épaisseur de 15 cm, équivalent à 127 kg/ha de biomasse fraîche de monarde, qui est resté en place en 2017 jusqu'à la récolte de la culture (Figure 2.6).



Figure 2.6 Monarde fistuleuse en fleur avant la récolte en 2016 (à gauche) et paillis de 15 cm d'épaisseur (à droite).

Pour le traitement 6, un mélange de 120 kg/ha de seigle d'automne et 30 kg/ha de vesce velue a été semé dans les parcelles dont le sol avait été fertilisé avec 2 t/ha d'Acti-Sol (5-3,6-2,7). Le seigle a des propriétés allélopathiques qui lorsque bien implanté, pourrait nuire au galinsoga.

Au printemps 2017, toutes les parcelles semées d'avoine ont été vibrocultées le 17 mai à l'exception des traitements 7 et 8. Le sol de ces traitements a été travaillé superficiellement à la bêche le 25 avril, fertilisé avec 1,5 t/ha d'Acti-Sol et de 0,5 t/ha de Sul-Po-Mag et semé à la volée avec 12 kg/ha de moutarde brune Caliente 199 dont le semis a été râtelé et roulé. La moutarde au stade floraison (Figure 2.7) a servi de plante biofumigante qui, lorsque broyée finement et en présence d'eau, libère des volatiles toxiques pour les graines de galinsoga. La biofumigation a eu lieu le 21 juin. La moutarde a été fauché avec la faucheuse à fléaux et sa biomasse broyée a été immédiatement enfouies au rotoculteur dans un sol humide sur une profondeur de 5 cm dans le loam sablo-argileux et 10 cm dans la terre noir à cause d'une biomasse trop imposante.



Figure 2.7 Parcelle de moutarde brune Caliente 199 avant la fauche.

Suite au vibroculteur du 17 mai, 70 kg/ha de sarrasin Koto biologique ont été semés à une profondeur 2,5 cm dans les parcelles des traitements 9 et 10 fertilisées avec 1,1 t/ha d'Acti-Sol. Il a été fauché et incorporé le 21 juin à une profondeur de 5 cm (Figure 2.8).



Figure 2.8 Parcelle de sarrasin avant la fauche.

Les parcelles des traitements 13 et 14 ont été fertilisées à l'Acti-Sol à 1,1 kg/ha alors que les traitements 11 et 12 ont reçu le double de cette fertilisation. Un mélange d'engrais verts combinant 15 kg/ha de raygrass annuel non alternatif Firkin et 8 kg/ha de trèfle blanc Glacier Ladino a été semé superficiellement dans les parcelles des traitements 13 et 14 alors qu'un semis de 40 kg/ha de sorgho-soudan BMR ordinaire #1 a été réalisé dans les traitement 11 et 12. Pour empêcher le développement du galinsoga et la production de graines, ces plantes ont été fauchées deux fois à une hauteur de 15 cm, le 26 juillet et le 30 août pour le sorgho et à une hauteur de 10 cm, le 12 juillet et le 30 août pour le mélange de raygrass et de trèfle (Figure 2.9).



Figure 2.9 Parcelle de sorgho (à gauche) et mélange de raygrass et de trèfle blanc (à droite) avant la 1<sup>ère</sup> fauche.

Les parcelles de seigle et de vesce velue (traitement 6) ont été roulées deux fois le 1<sup>er</sup> juin à l'aide d'un rouleau crêpeur lorsque le seigle était en pleine floraison (Figure 2.10). Une bâche tissée en plastique noire a été posée sur la culture roulée et fixée au sol. Deux tuyaux d'irrigation goutte-à-goutte ont été installés sous la bâche.



Figure 2.10 Rouleau crêpeur écrasant le mélange de seigle et vesce (à gauche) et pose de tuyaux d'irrigation sous la bâche tissée de plastique noir.

Le sol des traitements 3 et 4 a été laissé à nu et non perturbé pour ne pas remonter de graines de galinsoga à la surface. Cependant, les plantules émergentes de galinsoga ont été régulièrement détruites à l'aide de vinaigre ou de pyrodésherbage au propane. Dans les parcelles de terre noire, la répression a eu lieu les 1, 13 et 26 juin à l'aide d'un pulvérisateur à parcelle équipé de buses Air Induction Turbo Twinjet (AITTJ60-11010VP) ajustées à 45 cm du sol et dont la pression était réglée à 32 PSI (Figure 2.11). La bouilli composée d'un mélange d'acide acétique à 10 % et un savon neutre biologique à 3 % a été appliqué au taux de 750 l/ha. Ce mélange n'est pas homologué et a été testé seulement en station de recherche. Dans les parcelles de loam sablo-argileux, un pyrodésherbeur au propane d'un mètre de large monté sur le porte-outil Weed Master a été utilisé pour détruire les plantules de galinsoga les 1, 8, 13 et 26 juin (Figure 2.11).



Figure 2.11 Pulvérisateur avec buses Twinjet (à gauche) et pyrodésherbeur (à droite), montés sur le porte-outils Weed Master.

Le 27 juin, les poivrons ont été transplantés dans 2 sillons de 10 cm de large par 15 cm de profond, réalisés avec 2 dents de socs étroits (Figure 2.12). La distance entre les plants était de 46 cm et entre les rangs, de 76 cm. La fertilisation du poivron en pré-plantation a été de 2 630 kg/ha d'Acti-Sol, 1 203 et 1 393 kg/ha d'os fossile (0-13-0) respectivement dans la terre noire et le loam sablo-argileux. Une fertigation par le goutte-à-goutte totalisant 64 444 l/ha de 86 et 253 kg/ha de sulfate de potassium Allganic (0-0-52) a eu lieu deux jours après la transplantation, respectivement dans la terre noire et le loam sablo-argileux. À la nouaison, 874 kg/ha d'Acti-Sol ont été appliqué manuellement dans un sillon à 10 cm des plants. Le poivron a été irrigué le 31 août et les 19, 22 et 25 septembre respectivement aux taux de 84 111, 84 111, 42 222 et 126 178 l/ha.



Figure 2.12 Transplantation du poivron dans deux sillons préformés.

Par la suite, toutes les parcelles ont été sarclées mécaniquement les 5, 12, 19 et 27 juillet ainsi que le 1<sup>er</sup> et 9 août à l'exception des traitements 5 et 6 qui ont été seulement désherbés manuellement le 27 juillet et les 16 et 29 août avec les autres parcelles en production. Le désherbage manuel a été chronométré pour toutes les parcelles dans les deux types de sol. Les sarclages mécaniques ont été réalisés sur le rang avec les sarcleurs à doigts combinés à une lame à angle fixée à l'avant et des socs pattes d'oie pour désherber l'entre-rang (Figure 2.13). Le sarclage était réglé à 5 cm dans le sol mais il pouvait atteindre 8 cm dans la terre noire. Le sol des parcelles laissées enherbées (traitement 15) n'a jamais été travaillé. Les traitements 1 à 10 regroupaient des stratégies de lutte en situation de production alors que les traitements 11 à 14 représentaient une situation de rotation avec engrais verts.



Figure 2.13 Unités de sarclage utilisés pour désherber les poivrons.

## Échantillonnage du sol

Le sol de chaque traitement a été échantillonné à 3 endroits différents dans chacune des parcelles à l'aide d'une carotteuse de 5 cm de diamètre. Le sol a été prélevé à trois profondeurs soit 0-5, 5-10 et 10-15 cm. En 2016, l'échantillonnage a été réalisé un mois après les traitements d'automne soit entre le 26 et le 28 septembre. Au printemps 2017, il a été effectué le 19 et 20 avril dans la terre noire et le 26 avril dans le loam sablo-argileux alors qu'à l'automne, le sol a été échantillonné entre le 27 et 28 septembre. À chaque date, les échantillons de chacune des parcelles ont été combinés et un sous-échantillon de 80 ml du sol a été déposé dans une barquette en plastique transparent et mis en germination dans une chambre de croissance dont la température était réglée à 25°C, la luminosité à 16 h et l'humidité relative à 90 %. Le dispositif expérimental dans la chambre de croissance était complètement aléatoire. Chaque

semaine, les plantules de galinsoga ont été dénombrées durant 4,5 mois. Cet échantillonnage permet de déterminer la distribution des graines dans le profil du sol suite aux différents traitements.

### Échantillonnage du galinsoga

La densité et la biomasse sèche du galinsoga ont été déterminé avant la destruction des engrais verts et au moment de la récolte du poivron dans toutes les parcelles. L'échantillonnage a été réalisé aléatoirement au centre de la parcelle dans un quadrat de 0,25 m x 0,50 m. Dans le cas des parcelles de poivron, le quadrat a été adossé perpendiculairement à un plant, incluant le rang et l'entre-rang. Les plantules de galinsoga ont été comptées, coupées au ras du sol, ensachées et mises au séchoir à 70°C jusqu'à l'obtention d'un poids stable et pesées.

### Échantillonnage des engrais verts

La biomasse sèche des engrais verts a été déterminée avant la destruction ou la fauche de ceux-ci dans un quadrat de 0,5 m x 0,5 m mis au hasard dans la parcelle. Les plantes ont été coupées à la surface du sol, ensachées et mises au séchoir à 70°C jusqu'à l'obtention d'un poids stable et pesées.

### Récolte de la culture

Le rendement du poivron a été déterminé sur six plants dans chacun des deux rangs de poivron. Les plants ont fait l'objet de trois récoltes soit le 13 et le 22 septembre ainsi que les 2-3 octobre 2017. Les poivrons ciblés pour la récolte étaient ceux qui avaient plus de 8 cm de large ou plus de 10 cm de long. Ils ont été comptés et pesés frais au champ et classés commercialisables ou non. Les fruits malades ou piqués par des insectes ont été déclassés ainsi que tous les fruits de moins de 6 cm de large à la dernière récolte.

## ANALYSE STATISTIQUE

Les données ont été soumises à une analyse de variance et testées pour la normalité et l'homogénéité à l'aide du logiciel SAS version 9.4. Les moyennes ont été comparées à l'aide du test de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher au seuil de significativité de 0,05. Les données ont été transformées au besoin afin de rencontrer l'hypothèse de la normalité. La courbe de régression Weibull a été tracée à l'aide du logiciel SigmaPlot version 12.5 et suit l'équation suivante :

$$y = a \left( 1 - e^{-\left[ \frac{x - x_0 + b \ln(2)^{\frac{1}{c}}}{b} \right]^c} \right)$$

Où  $y$  est la proportion de la levée totale,  $a$  est la proportion maximum de levée,  $x$  est le cumul des degrés-jours,  $x_0$  est le cumul des degrés-jours à la moitié de la levée,  $c$  est un paramètre de forme et  $b$ , un paramètre d'échelle.

## 3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

### BIOLOGIE ET PROLIFÉRATION

#### Productivité en graines

En 2016, les plants récoltés avaient en moyenne  $23\,354 \pm 3\,014$  graines à l'exception d'un des plants qui a eu une productivité estimée à  $102\,831$  graines. En 2017, le nombre de graines récoltées par plant variait entre  $7\,592$  à  $109\,113$ . Malgré que les différences ne soient pas significatives, les plants de galinsoga avaient tendance à être plus productifs en terre noire ( $86\,217 \pm 22\,896$  graines) qu'en loam sablo-argileux ( $26\,168 \pm 17\,373$  graines). Ce dernier était sensible à la battance et n'offrait pas le milieu idéal pour la croissance du galinsoga.

#### Dormance des graines

Aucune graine n'a été trouvée dormante à l'exception d'une seule qui était encore vivante suite au test de viabilité au tétrazolium (Figure 3.1). Elle provenait de l'échantillon de graines du 14 août de galinsoga poussant en terre noire. Il est impossible de dire avec certitude si elle était vraiment dormante ou quiescente puisqu'il se peut que la durée de mise en germination (un mois) ne fût pas suffisante pour que cette graine germe. Aussi, elle était peut-être sur le point de mourir et le test ne l'a pas décelé.

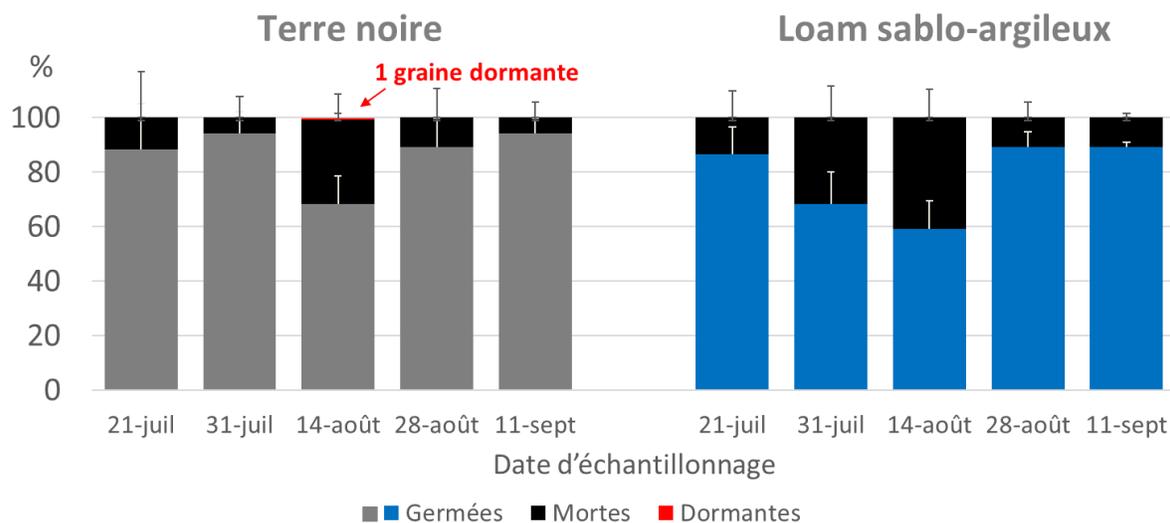


Figure 3.1 État physiologique des graines matures de galinsoga en fonction de différentes dates d'échantillonnage au champ sur deux types de sol : terre noire et loam sablo-argileux. Les barres verticales indiquent l'erreur-type (SE).

## Effet de la luminosité sur la germination

Dans le premier essai réalisé en 2016, aucune graine laissée à l'obscurité pendant 4 jours n'avait germé alors que plus de 90 % des graines exposées à la lumière avaient déjà germé. Une fois le papier d'aluminium enlevé, plus de 88 % des graines se sont mises à germer dans les 5 jours suivants. Dans la deuxième expérience réalisée en 2018, à partir de 3 jours à l'obscurité, les graines du lot 2016 avaient tendance à moins bien germer que celles exposées à la lumière mais les différences n'étaient significatives ( $P > 0,05$ ) (Figure 3.2). À 7 jours, les deux traitements ont eu le même nombre de graines germées. Ce lot avait une mortalité naturelle de 13 % qui était similaire avec ou sans lumière. Après chaque traitement, le papier d'aluminium a été retiré et les graines non germées et vivantes ont poursuivi leur germination qui au final, a été similaire à celles exposées à la lumière. Dans le lot 2017, une différence significative a été notée entre la germination des graines à la lumière et celles à l'obscurité ( $P < 0,05$ ) qui s'est maintenue pour tous les traitements (Figure 3.2). Entre 73 et 98 % des graines avaient besoin de lumière pour germer. Le lot 2017 avait une faible mortalité naturelle de 2 % qui n'a pas été influencée par les traitements. Après avoir enlevé le papier d'aluminium, la germination s'est poursuivie et atteint la proportion de celle des graines exposées à la lumière avec aucune différence significative entre les traitements. Ces résultats démontrent que le besoin en lumière pour germer n'est pas toujours présent et dépend de l'âge de la graine. Ainsi, les graines fraîchement tombées du plant-mère ne sont pas dormantes et germeront immédiatement si elles sont exposées à la luminosité. Pour survivre et alimenter la banque de graines, elles doivent probablement tombées dans des interstices du sol qui les protègent de la lumière et empêchent leur germination.

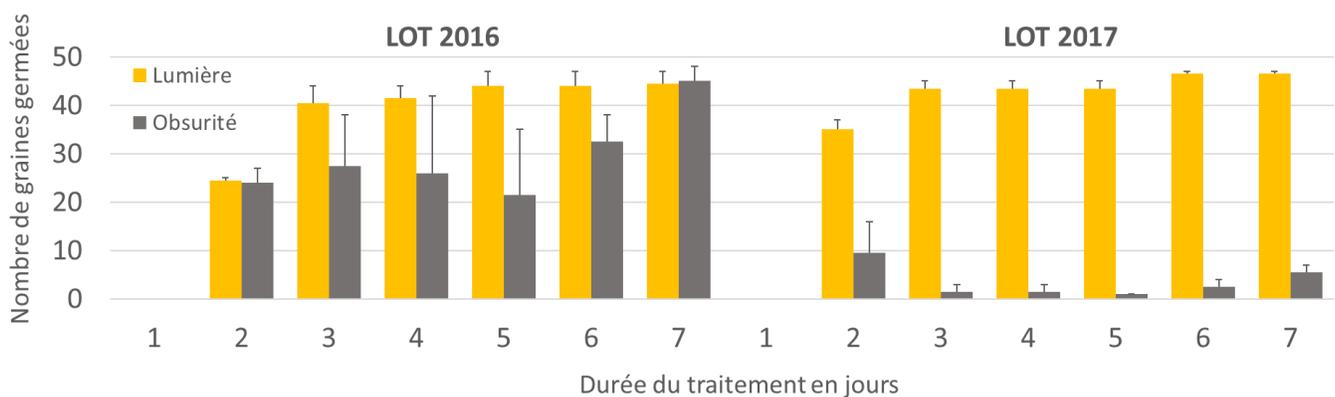


Figure 3.2 Germination des graines de galinsoga exposées à la lumière ou à l'obscurité pendant 1, 2, 3, 4, 5, 6, ou 7 jours. Les barres verticales indiquent l'erreur-type (SE).

## Survie des graines dans le temps

Suite à un hiver, près de 80 % des graines enfouies entre 5 et 15 cm dans le sol sont mortes. Celles déposées à la surface ont davantage survécu (Figure 3.3). Probablement qu'au 23 novembre, la surface du sol a gelé plus rapidement qu'en profondeur, arrêtant toute activité physiologique des graines et les conservant mieux jusqu'au printemps suivant. Il ne semble pas avoir eu de mortalité durant l'été 2017 pour les graines enfouies entre 5 et 15 cm dans le sol, ayant une survie moyenne de 22 %, une proportion similaire à celle que l'on a trouvé suite à l'hiver 2016. Par contre, il ne restait en surface que 37 et 11 % des graines ayant survécu à l'hiver, respectivement dans la terre noire et le loam sablo-argileux. Les graines en surface ont possiblement germées ou sont mortes dues aux aléas du climat prévalant à la surface du sol.

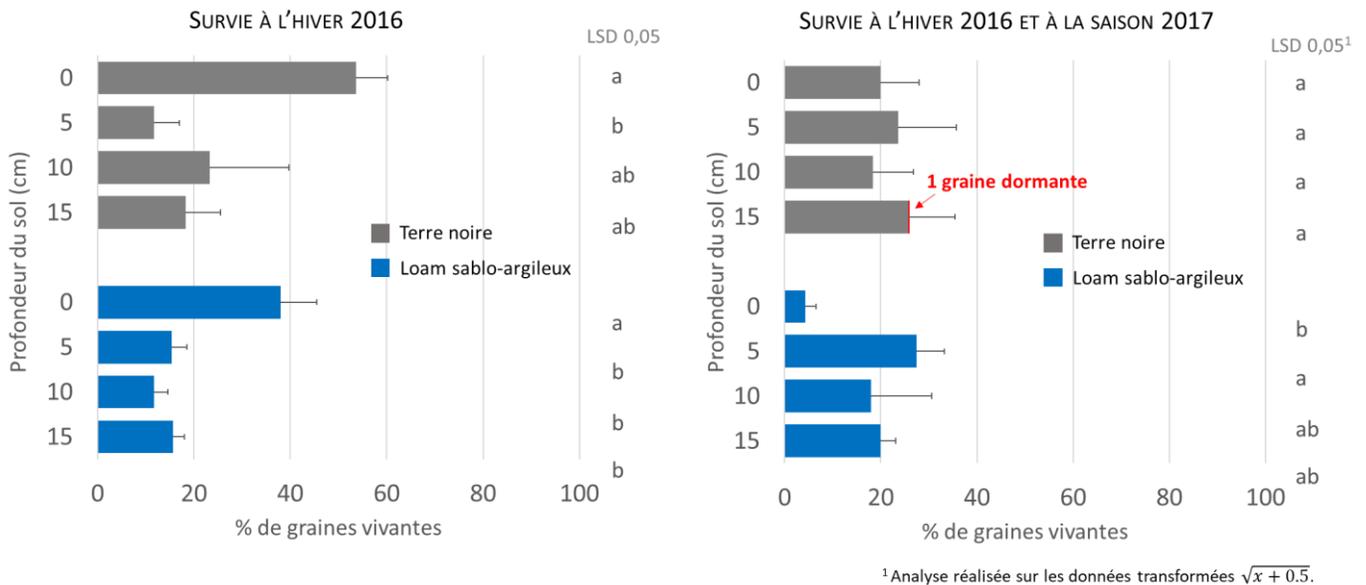


Figure 3.3 Survie des graines de galinsoga qui ont subi un hiver (à gauche) et à celles qui sont demeurées enfouies jusqu'à l'automne 2017 (à droite). Les barres verticales indiquent l'erreur-type (SE). Pour chaque type sol, les % de graines vivantes suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents selon le test de la plus petite différence significative (LSD) au seuil de 5 %.

## Patron de levée

Les premières levées ont été observées le 20 avril et se sont poursuivies jusqu'à la première gelée (Figure 3.4). Des pics de levée plus importants ont été observés durant le mois de mai. La levée cumulative s'est soldée par un nombre impressionnant de galinsoga soit 22 127 et 31 405 plantules/m<sup>2</sup> respectivement dans la terre noire et le loam sablo-argileux.

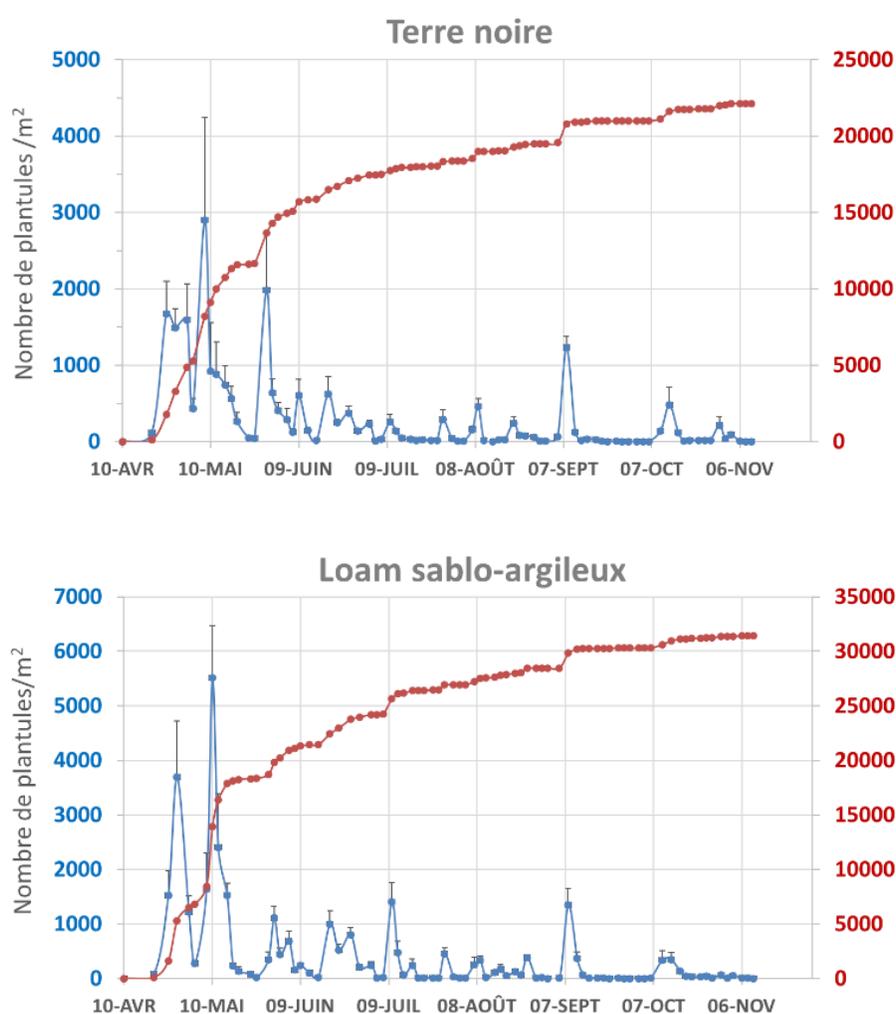


Figure 3.4 Levée ponctuelle (bleu) et cumulative (rouge) du galinsoga en fonction des jours Juliens. Les barres verticales indiquent l'erreur-type (SE).

La levée du galinsoga a été décrite à l'aide d'une courbe de régression Weibull basée sur le cumul des degrés-jours (Figure 3.5) à 1 cm dans le sol. La base 10°C a été choisie puisqu'il est rapporté que sous cette température, le galinsoga ne germe pas (Jursik *et al.* 2010). La moitié de la levée est apparue lorsque le sol avait atteint un cumul de 104 degrés-jours qui correspond à la mi-mai. À la dernière d'observation, le 10 novembre, le loam sablo-argileux avait accumulé 20 % de plus de degrés-jours que la terre noire. Cette dernière est située plus basse en altitude que le loam et semble être plus sujette au refroidissement de l'automne. Ce modèle de levée aurait besoin d'être raffiné car il est basé sur une seule année de prise de données.

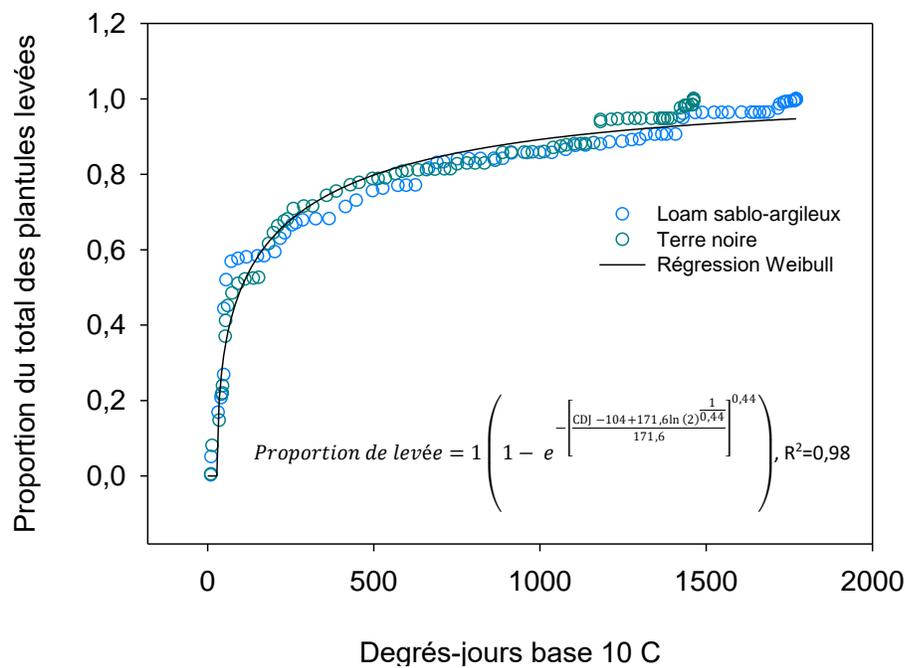


Figure 3.5 Proportion de la levée en fonction du cumul des degrés-jours (CDJ) base 10°C, estimée à l'aide la courbe Weibull. Les cercles bleus représentent la levée cumulative observée dans le loam sablo-argileux et les cercles verts, dans la terre noire.

## Développement phénologique

Les plants de galinsoga de première génération, levés le 9 mai, ont produits leurs graines à partir du 18 juillet alors que ceux levés le 30 mai ont eu des graines le 25 juillet et ceux du 4 juillet, le 31 août (Figure 3.6). Près de deux mois ont été nécessaires pour produire des graines soit respectivement 70, 56 et 58 jours. Beaucoup de plantules levées le 4 juillet dont le développement phénologique était suivi

sont mortes avant de fleurir. Les plantules de deuxième génération qui ont été suivies sont toutes mortes avant d'atteindre le stade floraison. Il est peu probable que les plantules levées à la fin juillet et en août puissent avoir une production de graines car les températures plus fraîches de l'automne ralentissent leur développement.

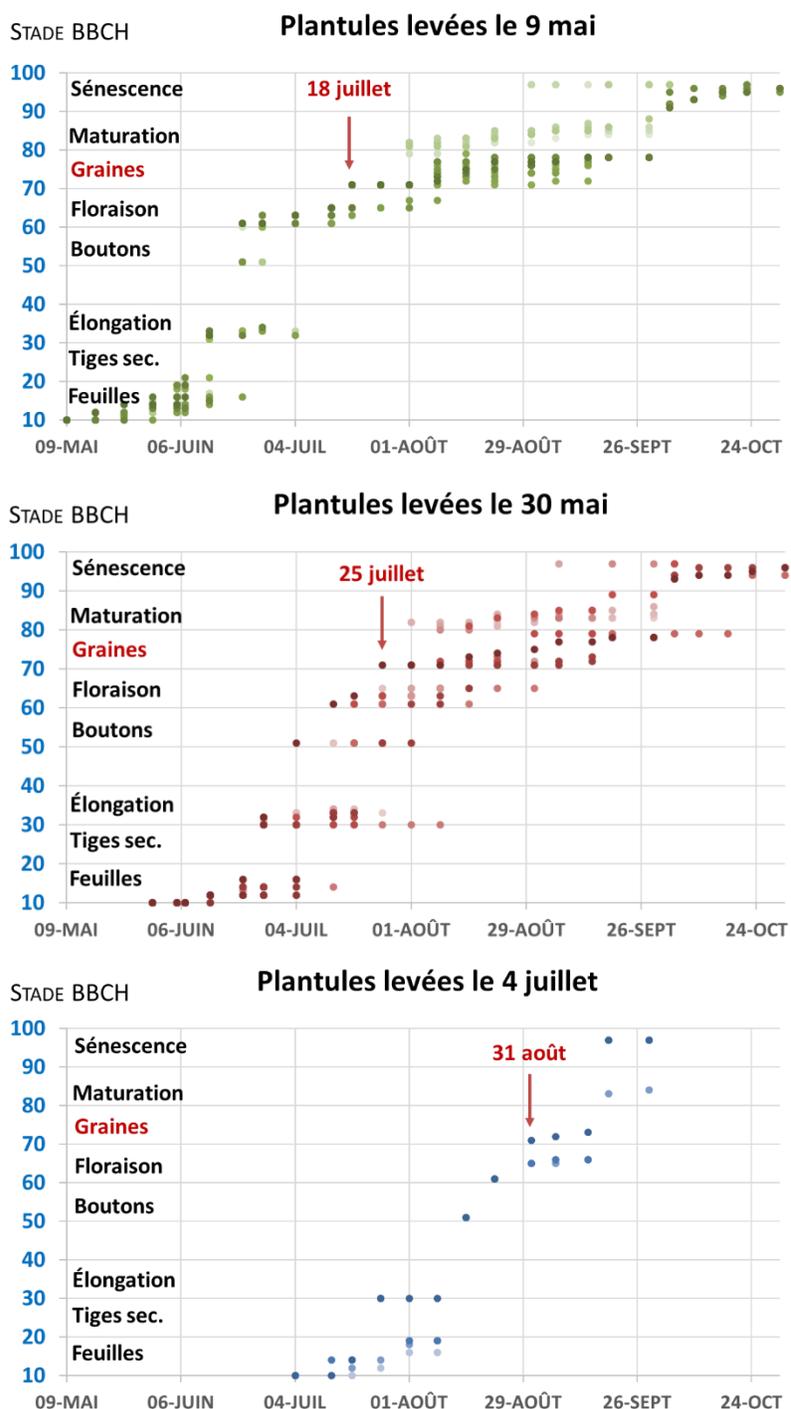
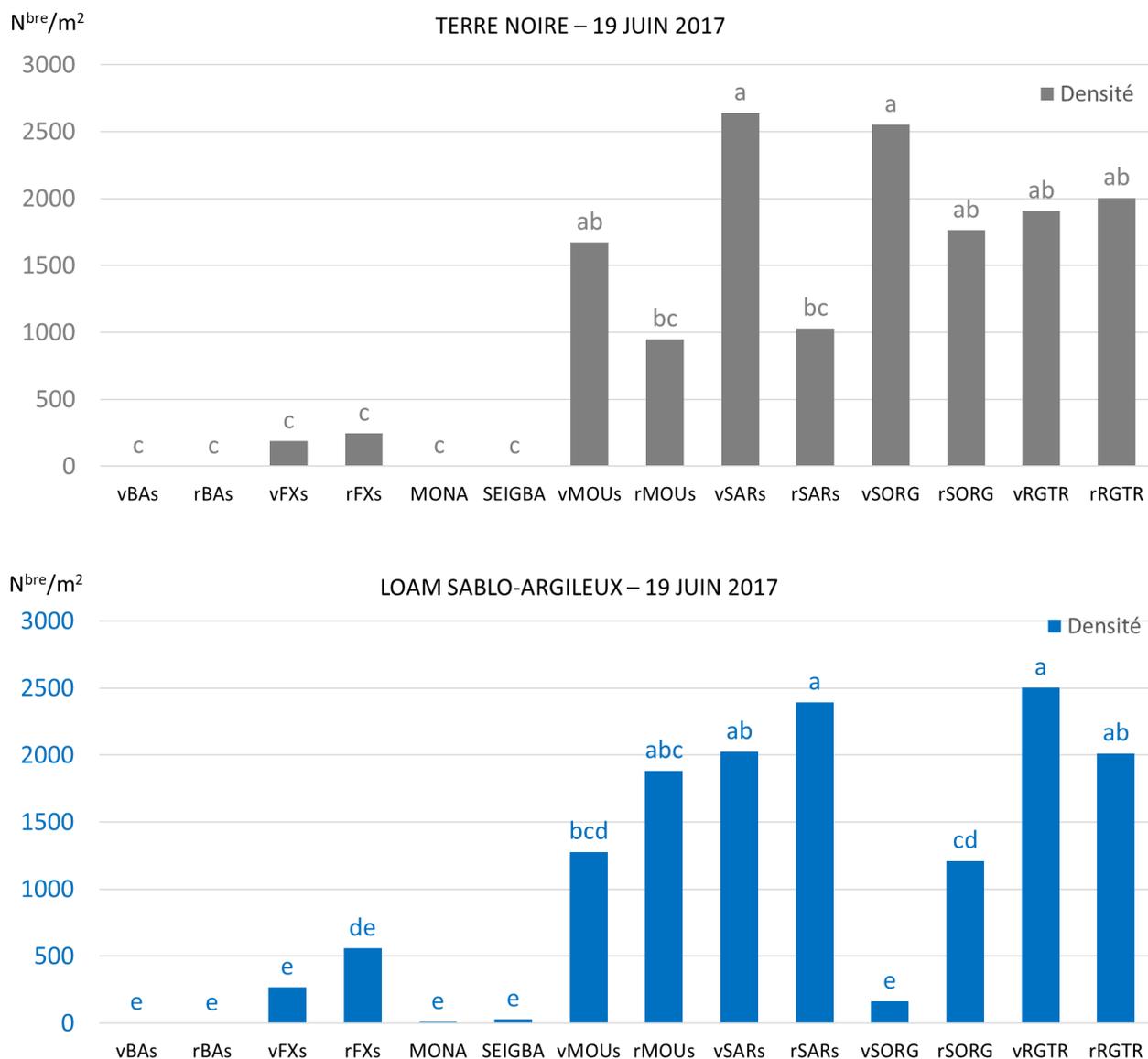


Figure 3.6 Suivi du développement phénologique de plantules levées à trois dates différentes (9, 30 mai et 4 juillet) en fonction des jours Juliens.

## MOYENS DE LUTTE PHYSIQUE ET CULTURALE

### Impact sur la répression du la galinsoga

La densité du galinsoga dans les parcelles a été relevée dans toutes les parcelles un mois après que tous les engrais verts aient été mis en place. Le témoin enherbé qui n'avait subi aucun traitement avait  $6\,865 \pm 1\,271$  et  $7\,495 \pm 1\,239$  plantules/m<sup>2</sup>, respectivement dans la terre noire et le loam sablo-argileux. La densité du galinsoga était au tiers de ce nombre dans les cultures d'engrais vert (Figure 3.7). Dans la terre noire, à l'exception du mélange de raygrass et de trèfle, les parcelles d'engrais verts qui avaient été rotobuttées à l'automne avaient tendance à avoir moins de galinsoga. En distribuant les graines plus profondément dans le profil du sol, probablement l'infestation a été moins grande et l'engrais vert s'est mieux développé. Par contre, on n'observe pas cette tendance dans le loam sablo-argileux. Il est possible que la rotobutteuse ne puisse pas enfouir profondément les graines dans ce type de sol car elles sont plus légères que les particules de ce sol et ont de la difficulté à atteindre le fond de la couche travaillée. La couche meuble créée par la rotobutteuse à l'automne 2016 s'est compactée suite à l'hiver et aux pluies abondantes en 2017 favorisant le galinsoga au détriment de l'implantation des engrais verts. Le sorgho et les autres traitements avec des bâches, le paillis de monarde et les parcelles de faux-semis avaient le moins de plantules de galinsoga à cette date.



**Figure 3.7** Densité du galinsoga le 19 juin 2017 dans la terre noire et le loam sablo-argileux en fonction des traitements. Les moyennes de densité suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de la plus petite différence significative (LSD) au seuil de 5 %. Traitements : v=vibroculteur, r=rotobutteuse, s=culture sarclée, BA=bâche occultante jusqu'à la transplantation, FX=pulvérisation de vinaigre dans la terre noire et pyrodés herbage dans le loam sablo-argileux avant la transplantation, MONA=paillis de monarde, SEIGBA=bâche tissée sur seigle et vesce roulés, MOU=biofumigation de moutarde, SAR=sarrasin fauché et enfoui avant la transplantation, SORG=sorgho fauché, RGTR=raygrass + trèfle blanc fauchés.

Juste avant la récolte du poivron, les parcelles de tous les traitements ont de nouveau été échantillonnées (Figure 3.8). La densité de plantules de galinsoga dans le témoin enherbé a diminué drastiquement n'étant plus que  $875 \pm 241$  et  $177 \pm 41$  plantules/m<sup>2</sup>, respectivement dans la terre noire et le loam sablo-argileux, ayant eu plus de 87 et 98 % de mortalité depuis le 12 juin. La densité était plus faible dans ce dernier probablement à cause de sa texture du sol qui est sensible à la battance. La biomasse des plantules récoltées dans la terre noire et le loam sablo-argileux représentait respectivement  $197 \pm 81$  et  $48 \pm 13$  g/m<sup>2</sup>. Après la saison de végétation, la densité de galinsoga étaient similaires que le sol ait été rotobutté ou non à l'automne précédent. La bâche sur le seigle et la vesce roulés, le paillis de monarde et le mélange de raygrass et de trèfle blanc fauchés à deux reprises ont été les traitements qui avaient le moins de plantules de galinsoga dans les deux types de sol. Le sorgho était coupé à 15 cm, une hauteur probablement trop haute pour atteindre les plants de galinsoga qui ont continué à se développer et à produire des graines. La reprise du sorgho suite aux fauches était aussi plus lente que le raygrass. La coupe du raygrass à 10 cm atteignait les plants de galinsoga et affectait leur survie et leur développement. La repousse du raygrass était rapide et compétitionnait avec le galinsoga. Malgré les six passages de sarclours dans les autres traitements et les trois désherbages manuels dont le dernier avait lieu deux semaines avant la récolte, la densité est demeurée élevée pouvant atteindre jusqu'à 1 200 plants/m<sup>2</sup>. Ces plantules étaient cependant très petites et il est peu probable qu'elles atteignent un stade très avancé et qu'elles produisent des graines. Le travail du sol probablement, ramène continuellement des graines à la surface où elles peuvent germer facilement. Il se pourrait que les parcelles ayant été sarclées aient une pression moindre la saison suivante puisque la levée amenuise la banque de graines dans le sol. Les parcelles qui ont été biofumiguées avaient beaucoup de plantules de galinsoga alors que les graines de ce dernier avaient été trouvées très sensibles à la biofumigation en laboratoire (Lefebvre *et al.* 2017). Il semble que cette technique n'ait pas réussi à réduire la banque de graines de galinsoga dans le sol puisque leur présence était encore imposante à l'automne.

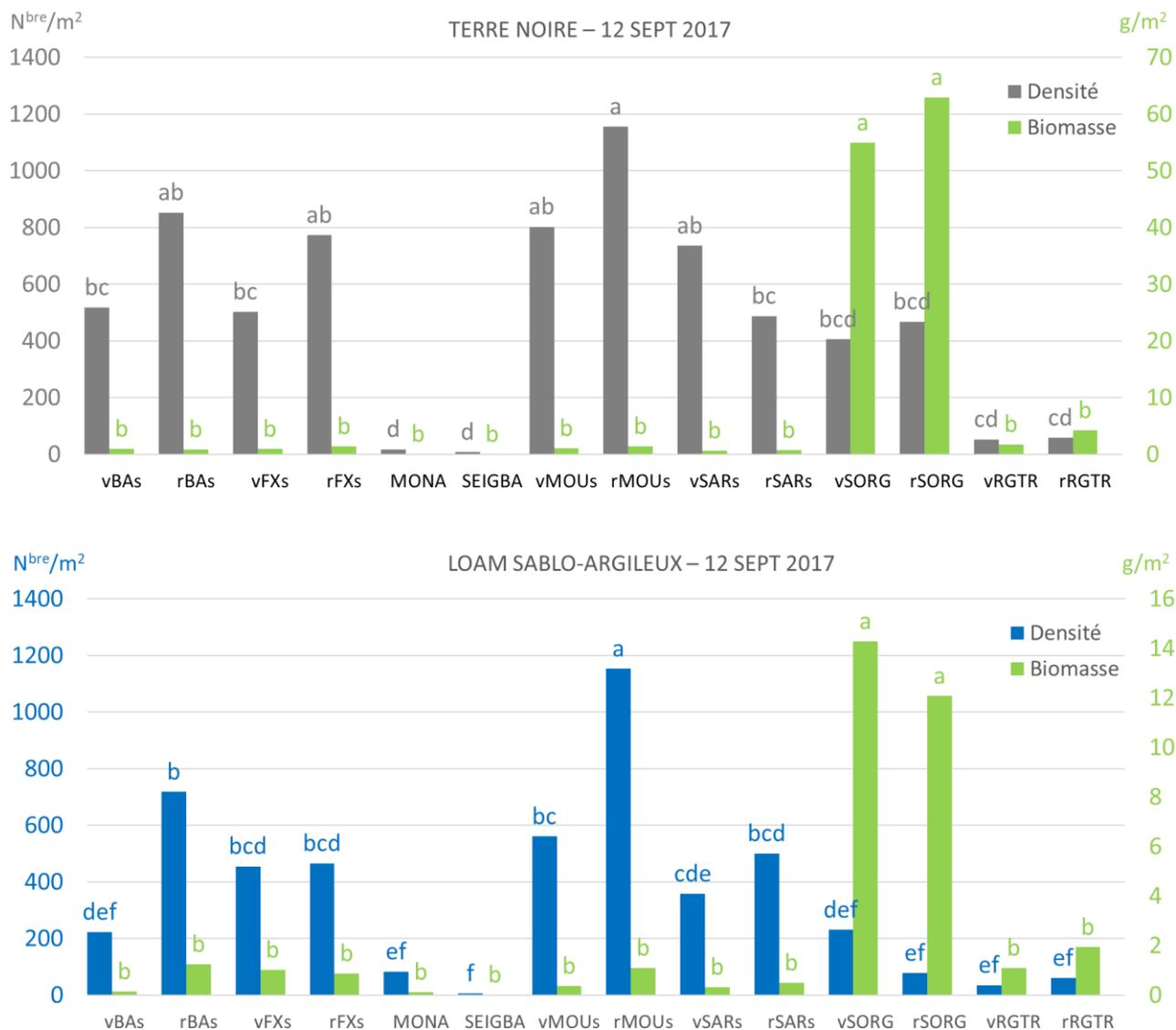
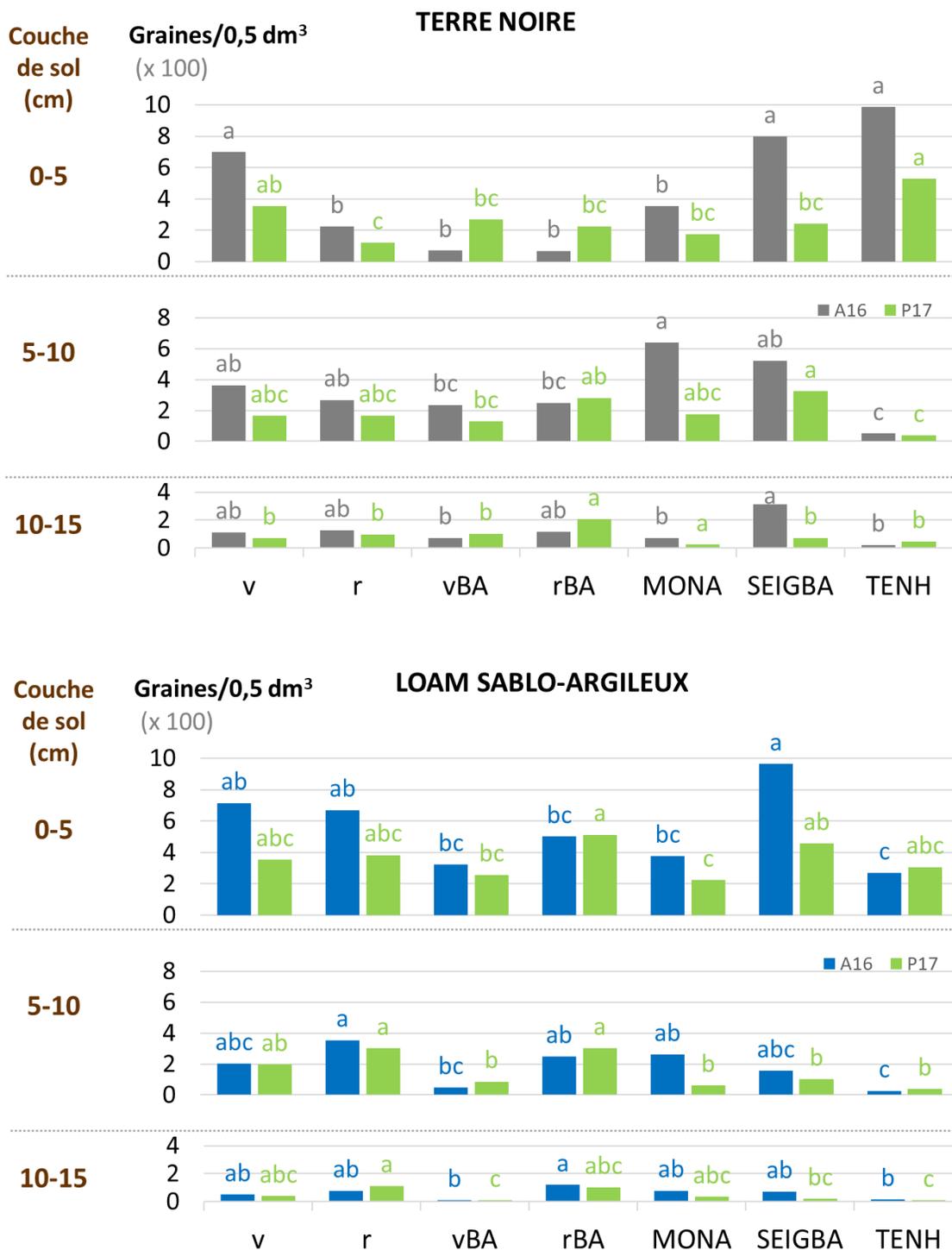


Figure 3.8 Densité et biomasse sèche du galinsoga prélevées le 12 septembre 2017 dans la terre noire et le loam sablo-argileux en fonction des traitements. Les moyennes de densité ou de biomasse suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de la plus petite différence significative (LSD) au seuil de 5 %. Traitements : v=vibroculuteur, r=rotobutteuse, s=culture sarclée, BA=bâche occultante jusqu'à la transplantation, FX=pulvérisation de vinaigre dans la terre noire et pyrodés herbage dans le loam sablo-argileux avant la transplantation, MONA=paillis de monarde, SEIGBA=bâche tissée sur seigle et vesce roulés, MOU=biofumigation de moutarde, SAR=sarrasin fauché et enfoui avant la transplantation, SORG=sorgho fauché, RGTR=raygrass + trèfle blanc fauchés.

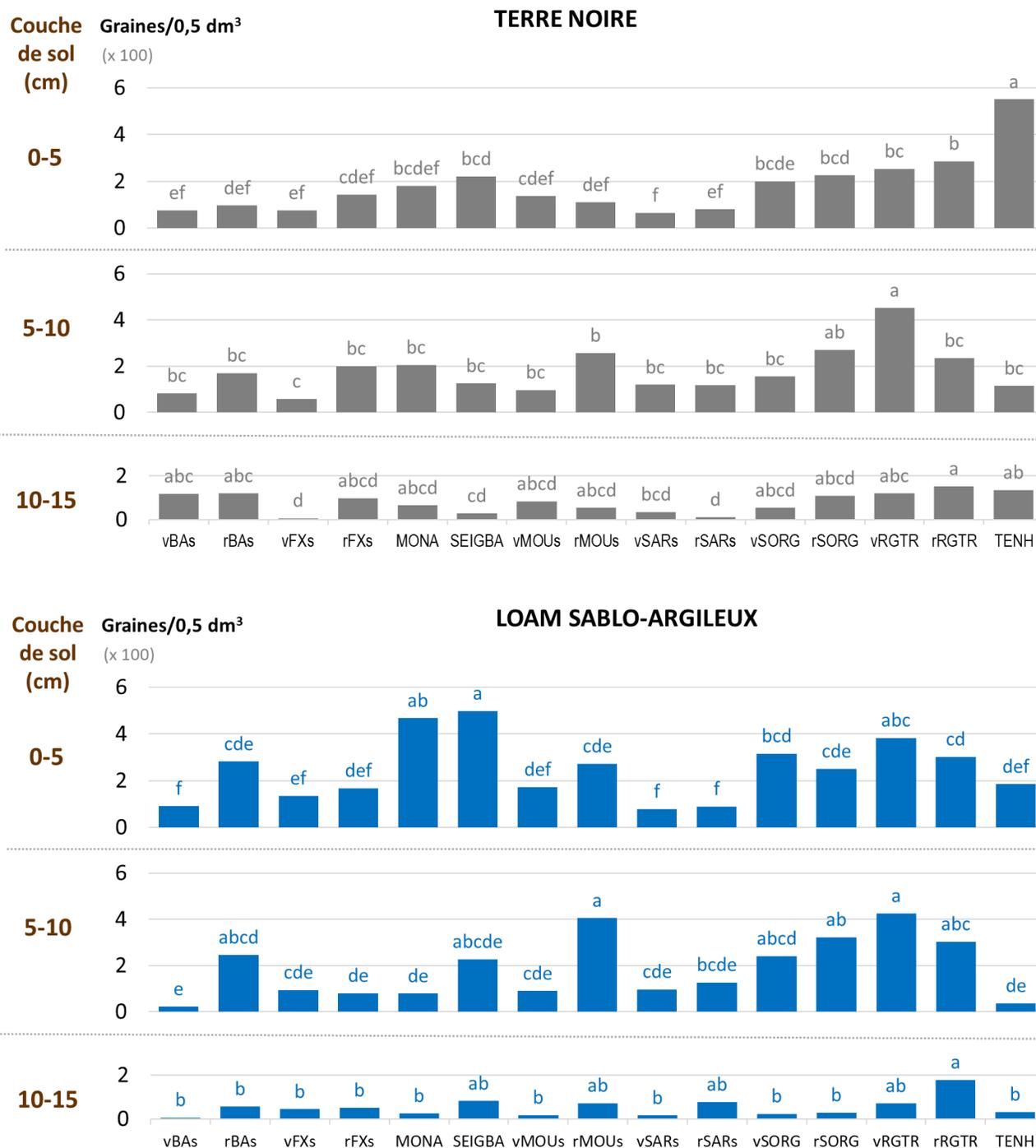
## Distribution des graines dans le sol

Au printemps 2017, une diminution du nombre de graines dans le sol a été observée comparée à l'automne 2016 indiquant qu'une fraction des graines meurent à l'hiver (Figure 3.9). Ce phénomène n'a pas été observé avec le sol qui avait une bâche occultante probablement parce que les graines sous la bâche se conservent mieux. Cependant, un mois après les traitements d'automne, la bâche occultante et le paillis de monarde avaient déjà réduit significativement le nombre de graines comparé au semis de seigle. Cette différence ne s'est pas maintenue au printemps suivant. À l'échantillonnage de la terre noire à l'automne et au printemps, les parcelles disquées et vibrocultées avaient significativement plus de graines de galinsoga dans la couche 0-5 cm que les parcelles rotobuttées. Cette différence n'a pas été observée dans le loam sablo-argileux ni dans le traitement qui a eu une bâche occultante suite au passage du vibroculteur ou de la rotobutteuse. Par contre, dans la couche 5-10 cm du loam sablo-argileux, le nombre de graines était plus important dans les parcelles rotobuttées démontrant qu'il y a eu un mouvement de sol entraînant des graines de galinsoga vers les couches inférieures. Même si le témoin enherbé n'avait pas subi de travail de sol, une contamination des couches inférieures a été observée. Comme les graines de galinsoga sont très petites, elles peuvent facilement être entraînées dans les fissures du sol. Le témoin enherbé du loam argileux a perdu beaucoup de graines dès le premier automne possiblement parce que les graines laissées en surface ont été balayées par le vent. La terre noire n'était pas autant exposée au vent étant entouré d'arbres sur trois côtés. De plus, sa texture légère et fibreuse permettait de retenir plus facilement les graines tombées au sol.



**Figure 3.9** Distribution des graines vivantes dans les couches de sol 0-5, 5-10 et 10-15 cm en fonction des traitements et de l'échantillonnage de l'automne 2016 (A16) et du printemps 2017 (P17). Les moyennes de A16 ou P17 suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de la plus petite différence significative (LSD) au seuil de 5 %. Traitements : v=vibroculteur, r=rotobutteuse, BA= bâche occultante jusqu'à la transplantation, MONA=paillis de monarde, SEIGBA=bâche tissée sur seigle et vesce roulés, TENH= témoin enherbé sans travail de sol.

L'échantillonnage de l'automne 2017 a permis de constater que le stock semencier du galinsoga s'amenuise plus rapidement lorsque les cultures sont sarclées en ramenant continuellement des graines à la surface, une position à laquelle elles peuvent germer et être détruites (Figure 3.10). Les plantes de couverture fauchées, le paillis de monarde ou la bâche sur le seigle et la vesce roulés avaient tendance à avoir plus de graines. Les plantes de couverture ne favorisent pas la levée, mais compétitionnent avec les plantules une fois qu'elles sont levées. Ce n'est pas une stratégie qui amenuise la banque de graines, mais plutôt qui empêche l'entrée de nouvelles graines si les coupes détruisent les plants de galinsoga avant qu'ils produisent des graines. Un couvert dense de végétation, le paillis de monarde ou la bâche empêchent la germination de graines qui auraient besoin de lumière pour germer. Il est difficile de déterminer si la culture d'engrais vert de moutarde ou de sarrasin a eu une incidence sur le stock semencier puisque le traitement a été suivi de la culture sarclée. Enfouir les graines à la rotobutteuse ne semble pas être une avenue intéressante pour lutter contre le galinsoga, car les graines ne germent pas en profondeur et se conservent, ne faisant que retarder le problème. Les meilleurs traitements sarclés ont réduit de plus 90 % le nombre de graines depuis l'automne 2016.



**Figure 3.10** Distribution des graines vivantes dans les couches de sol 0-5, 5-10 et 10-15 cm en fonction des traitements et de l'échantillonnage de l'automne 2017. Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de la plus petite différence significative (LSD) au seuil de 5 %. Traitements : v=vibroculteur, r=rotobutteuse, s=culture sarclée, BA=bâche occultante jusqu'à la transplantation, FX=pulvérisation de vinaigre dans la terre noire et pyrodés herbage dans le loam sablo-argileux avant la transplantation, MONA=pailis de monarde, SEIGBA=bâche tissée sur seigle et vesce roulés, MOU=biofumigation de moutarde, SAR=sarrasin fauché et enfoui avant la transplantation, SORG=sorgho fauché, RGTR=raygrass + trèfle blanc fauchés, TENH= témoin enherbé sans travail de sol.

## Temps de désherbage

En général, le développement des plantules de galinsoga était plus important dans la terre noire que le loam sablo-argileux nécessitant un temps de désherbage manuel plus élevé (Tableau 3.1). À l'exception des parcelles avec du paillis de monarde et la bâche sur le seigle et la vesce roulés, six sarclages mécaniques ont été nécessaires pour réprimer le galinsoga dans la culture de poivron. Le paillis de monarde a été le traitement qui a fait consommer le plus de temps pour le rendre exempt de galinsoga. En fait, il a été assez efficace tout au long de la saison, mais au moment du premier désherbage manuel, le 18 août, certains plants de galinsoga étaient déjà bien installés et plus difficiles à déloger, surtout sur les côtés du paillis. Le paillis à cet endroit s'affaissait avec le temps laissant les mauvaises herbes s'implanter et se développer. Le traitement demandant le moins de temps de désherbage a été la bâche tissée sur le seigle et la vesce roulés où le désherbage était essentiellement dans les trous autour des plants de poivron. Le temps de désherbage pour les autres traitements était sensiblement le même.

Tableau 3.1 Temps de désherbage dans la culture de poivron selon les traitements.

Traitements <sup>1</sup>	SARCLAGE MÉCANIQUE <sup>2</sup>		DÉSHERBAGE MANUEL <sup>3</sup>		TOTAL	
	Terre noire	Loam sablo-argileux	Terre noire	Loam sablo-argileux	Terre noire	Loam sablo-argileux
	sec/m <sup>2</sup>					
vBAs	4,8		90,74	68,89	95,54 b	73,69 bc
rBAs	4,8		87,67	65,78	92,47 b	70,58 bc
vFXs	4,8		80,67	75,37	85,47 b	80,17 b
rFXs	4,8		84,41	64,33	89,21 b	69,13 bc
MONA	0,0		216,44	184,33	216,44 a	184,33 a
SEIGBA	0,0		44,63	51,33	44,63 c	51,33 c
vMOUs	4,8		76,74	60,00	81,54 b	64,80 bc
rMOUs	4,8		76,48	64,26	81,28 b	69,06 bc
vSARs	4,8		71,48	50,78	76,28 b	55,58 c
rSARs	4,8		84,78	58,33	89,58 b	63,13 bc

<sup>1</sup>Traitements : v=vibroculteur, r=rotobutteuse, s=culture sarclée, BA=bâche occultante jusqu'à la transplantation, FX=pulvérisation de vinaigre avant la transplantation dans la terre noire et pyrodésherbage dans le loam sablo-argileux, MONA=paillis de monarde, SEIGBA=bâche tissée sur seigle et vesce roulés, MOU=biofumigation de moutarde, SAR=sarrasin fauché et enfoui avant la transplantation.

<sup>2</sup>Six sarclages mécaniques à une vitesse de 3 km/h.

<sup>3</sup>Trois désherbages manuels.

## Performance des engrais verts et des plantes de couverture

Avant d'être roulé, le mélange de seigle et de vesce velu avait produit  $10,3 \pm 1,3$  et  $5,6 \pm 0,8$  t/ha de biomasse sèche respectivement dans la terre noire et le loam sablo-argileux. La vesce velue a peu survécu à l'hiver et représentait moins de 0,01 % de cette biomasse. Avant la fauche et l'enfouissement, le sarrasin avait produit  $0,6 \pm 0,1$  t/ha de biomasse sèche similaire dans les deux types de sol expérimentés. Juste avant la biofumigation, la moutarde en floraison avait une biomasse sèche de  $3,9 \pm 0,3$  t/ha dans la terre noire. Par contre, dans le loam sablo-argileux, la moutarde a moins bien performé avec seulement  $1,3 \pm 0,3$  t/ha. Dans les deux cas, la biomasse de la moutarde n'était pas suffisante, car il faut généralement au moins 4,6 t/ha de moutarde pour libérer assez d'ITC pour affecter les graines de galinsoga (Lefebvre *et al.* 2018). Le loam sablo-argileux n'offrait pas un lit de semence optimum pour le semis et la croissance du seigle et de la moutarde, car il était sensible à la battance et pouvait devenir croûté et dur.

Les plantes de couverture ont été échantillonnées avant chaque fauche. Le trèfle représentait moins de 1 % de la biomasse total du mélange poussant dans la terre noire et moins de 18 % de celui du loam sablo-argileux. Le sorgho avait tendance à mieux performer dans le loam sablo-argileux que la terre noire alors que contraire a été observé pour le mélange de raygrass et de trèfle blanc (Tableaux 3.2 et 3.3). La présence de galinsoga à la première fauche du sorgho ne semble pas avoir influencé sa biomasse sèche. Dans le loam sablo-argileux à la deuxième fauche, une différence significative entre les deux traitements a été détectée favorisant les parcelles qui n'avaient pas été rotobuttées l'automne précédent. Cette mince différence est difficilement explicable à moins que l'arrière effet de la rotobutteuse se soit plus exprimé à la fin d'août. Ce sol était sensible à la battance et à la compaction. L'inverse a été observé dans les parcelles de raygrass et de trèfle. La biomasse avait tendance à être plus élevée dans les parcelles qui avaient été rotobuttées à l'automne. À la deuxième fauche, la densité et la biomasse du galinsoga ont été réduites de plus de 80 % comparé à la première fauche. En général, les plants de galinsoga étaient plus petits avec le mélange de raygrass et trèfle qu'avec le sorgho, car la coupe du raygrass à 10 cm affectait plus les plantules de galinsoga que celle à 15 cm du sorgho. La repousse du sorgho n'était pas aussi rapide que le raygrass.

Tableau 3.3 Description du sorgho et des mauvaises herbes avant la fauche.

Sites	Traitements	Biomasse T/ha	Hauteur cm	Densité du galinsoga plant/m <sup>2</sup>	Biomasse du galinsoga g/m <sup>2</sup>	Biomasse des autres mauvaises herbes g/m <sup>2</sup>
<b>1<sup>ÈRE</sup> FAUCHE</b>						
TERRE NOIRE	vSORG	1,40	nd	1580*	414,00*	133,20*
	rSORG	2,70	nd	2584	350,00	115,60
LOAM SABLO-ARGILEUX	vSORG	2,93	nd	2156	124,40	0,04
	rSORG	2,64	nd	2784	158,80	1,25
<b>2<sup>E</sup> FAUCHE</b>						
TERRE NOIRE	vSORG	1,38	61,3	552*	96,74	2,63
	rSORG	1,03	58,6	854	106,61	8,71
LOAM SABLO-ARGILEUX	vSORG	3,26	94,8	195	68,37	0,00
	rSORG	2,94*	91,7	75	23,42	17,39

nd : non disponible.

\* : Indique une différence significative entre les deux traitements (vRGTR vs rRGTR) au seuil de 5 %.

\* : Indique une différence significative entre les deux traitements (vRGTR vs rRGTR) au seuil de 5 % sur les données transformées  $\sqrt{x + 0.5}$ .

Tableau 3.3 Description du mélange de raygrass et trèfle et les mauvaises herbes avant la fauche.

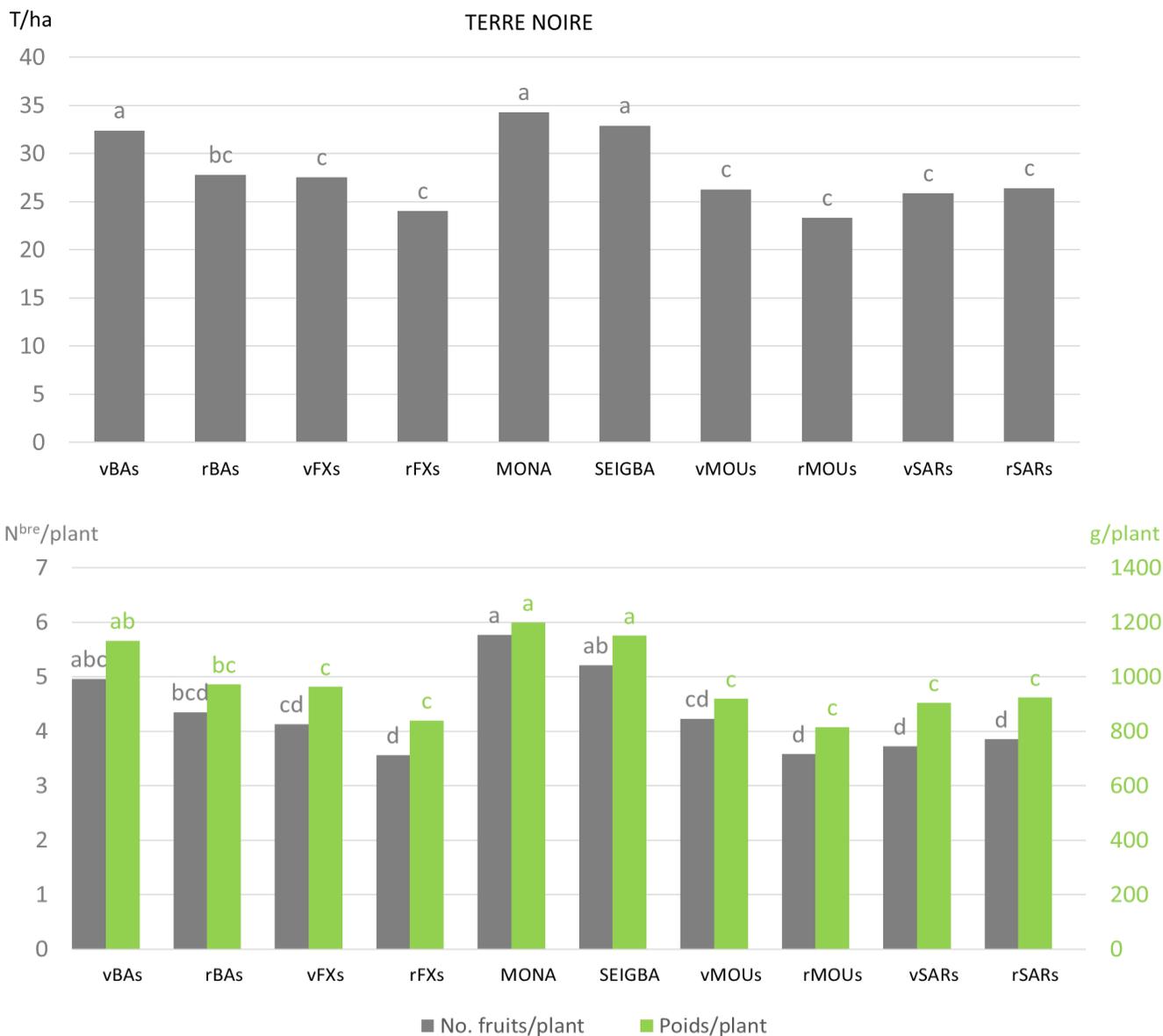
Sites	Traitements	Biomasse T/ha	Hauteur cm	Densité du galinsoga plant/m <sup>2</sup>	Biomasse du galinsoga g/m <sup>2</sup>	Biomasse des autres mauvaises herbes g/m <sup>2</sup>
<b>1<sup>ÈRE</sup> FAUCHE</b>						
TERRE NOIRE	vRGTR	2,05	47,5	2491	185,30	123,50
	rRGTR	3,14	52,0	2164	177,40	82,90
LOAM SABLO-ARGILEUX	vRGTR	1,26	33,0	3696*	110,80*	0,20*
	rRGTR	1,61	26,8	1724	88,80	2,92
<b>2<sup>E</sup> FAUCHE</b>						
TERRE NOIRE	vRGTR	3,34	36,75	966	48,60	0,16
	rRGTR	5,10	37,00	421	17,92	0,11
LOAM SABLO-ARGILEUX	vRGTR	2,95	24,50	5	1,28	23,96
	rRGTR	4,08	27,25*	325*	16,10*	1,17*

\* : Indique une différence significative entre les deux traitements (vRGTR vs rRGTR) au seuil de 5 %.

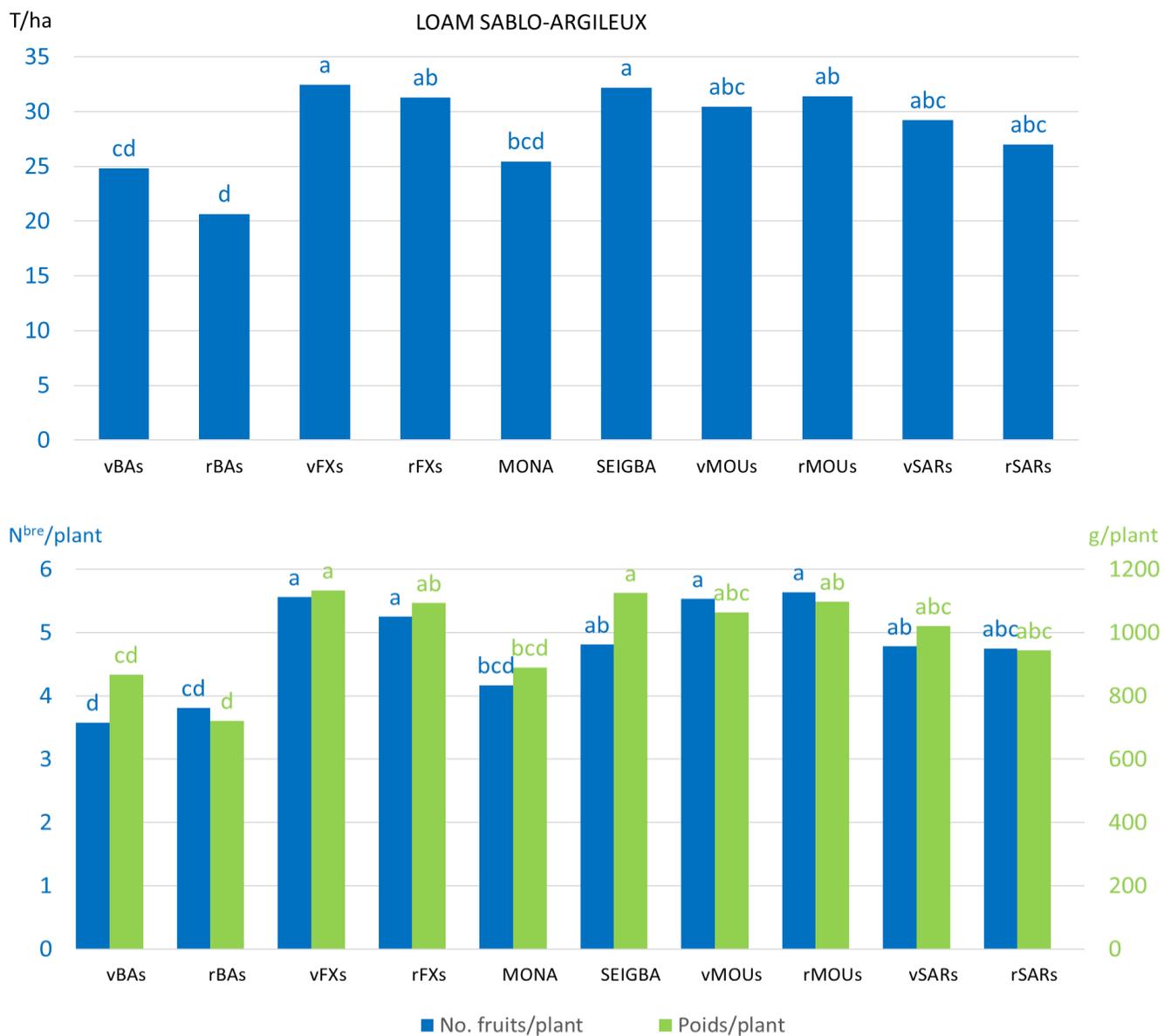
\* : Indique une différence significative entre les deux traitements (vRGTR vs rRGTR) au seuil de 5 % sur les données transformées  $\sqrt{x + 0.5}$ .

## Rendement du poivron

Les rendements non commercialisables du poivron représentaient 14 et 18 % de la récolte totale, respectivement dans la terre noire et le loam sablo-argileux et aucune différence significative entre les traitements n'a été notée. Le principal rejet a été la grosseur des fruits à la dernière récolte qui était sous la norme établie pour être commercialisable. Les meilleurs rendements commercialisables obtenus dans la terre noire avaient plus de 30 t/ha (Figure 3.11). Les traitements qui avaient le mieux performés étaient le paillis de monarde, la bâche tissée sur le seigle et la vesce roulés ainsi que les parcelles sarclées et occultées avec une bâche jusqu'à la transplantation. La performance de ce dernier traitement est difficilement explicable puisque tous les autres traitements sarclés ont eu un rendement moindre et similaire entre eux. Les traitements qui ont eu les rendements les plus élevés ont eu aussi le plus de fruits et de poids par plant. Dans le loam sablo-argileux, le paillis de monarde et le traitement occulté et sarclé n'ont pas donnée d'aussi bons rendements. Les parcelles pyrodés herbées avant la transplantation et sarclées, celles ayant la bâche tissée sur le seigle et la vesce roulés et celles biofumiguées et sarclées ont produit les meilleurs rendements avec plus de 30 t/ha (Figure 3.12). Ce sont également ces parcelles qui ont produits le plus de fruits et de poids par plant. Les parcelles ayant eu un engrais vert de sarrasin enfoui ont eu des rendements légèrement plus faibles, mais sans différences significatives avec les plus performants. Le rendement du poivron n'était pas relié à la compétition par le galinsoga car sa répression était optimum et prévenait son développement. Il était plutôt le reflet du milieu dans lequel il poussait. Dans le loam sablo-argileux, la bâche occultante a créé un sol dur et compact défavorable à la croissance du poivron. Par contre, dans les deux types de sol, la bâche tissée de plastique sur le seigle et la vesce roulés a probablement favorisé son développement par le réchauffement du sol et autres phénomènes biologiques et physico-chimiques du sol qui n'ont pas été mesurés. D'autres essais seraient nécessaires pour valider les stratégies prometteuses dans d'autres conditions environnementales et pour établir la rentabilité de ces techniques.



**Figure 3.11** Rendement commercialisable du poivron dans la terre noire en fonction des traitements. Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de la plus petite différence significative (LSD) au seuil de 5 %. Traitements : v=vibroculteur, r=rotobutteuse, s=culture sarclée, BA=bâche occultante jusqu'à la transplantation, FX=pulvérisation de vinaigre avant la transplantation, MONA=paillis de monarde, SEIGBA=bâche tissée sur seigle et vesce roulés, MOU=biofumigation de moutarde, SAR=sarrasin fauché et enfoui avant la transplantation.



**Figure 3.12** Rendement du poivron dans le loam sablo-argileux en fonction des traitements. Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de la plus petite différence significative (LSD) au seuil de 5 %. Traitements : v=vibroculuteur, r=rotobutteuse, s=culture sarclée, BA=bâche occultante jusqu'à la transplantation, FX=pulvérisation de vinaigre avant la transplantation, MONA=paillis de monarde, SEIGBA=bâche tissée sur seigle et vesce roulés, MOU=biofumigation de moutarde, SAR=sarrasin fauché et enfoui avant la transplantation.

## 4 CONCLUSION

---

Dans le sud du Québec, la levée du galinsoga a été observée dès la mi-avril et s'est poursuivie jusqu'à la première gelée avec une plus grande importance en mai. La levée cumulative jusqu'en novembre a atteint plus de 31 000 plantules/m<sup>2</sup>. Les plants ont produit des graines après 56 à 70 jours de croissance, apparaissant dès la mi-juillet. La productivité en graines est très élevée pouvant atteindre plus de 100 000 graines par plant. Les graines sont non dormantes lorsqu'elles tombent du plant-mère mais ont besoin de lumière pour germer. Si elles sont enfouies, elles seront privées de lumière et ne germeront pas, contribuant ainsi à augmenter le stock semencier dans le sol. Mais le besoin en lumière peut s'estomper avec les années. La mortalité des graines à l'hiver peut atteindre près de 80 %. La fraction qui survit demeure la même tout au cours de la saison de croissance lorsque les graines sont enfouies à 5 cm et plus dans le sol. Par contre, aussitôt qu'elles sont déplacées à la surface du sol, elles germent et le nombre de graines vivantes s'amenuise dans la couche de sol 0-5 cm. Le travail du sol à la rotobutteuse peut enfouir les graines dans le sol plus profondément qu'avec le vibroculteur où elles peuvent survivre et contribuer à maintenir le stock semencier dans le sol. Les interventions sans travail de sol comme le pyrodésherbage ou l'application de vinaigre ne stimule pas la levée du galinsoga. La bâche occultante a diminué la survie des graines situées en surface comparée aux parcelles vibrocultées à l'automne. En mode production, le sarclage mécanique des cultures est une stratégie qui a permis de stimuler la germination des graines de galinsoga en les déplaçant vers la surface et ainsi diminuer la banque de graines dans le sol. Les techniques utilisant des paillis et des bâches durant la saison de croissance empêchent le galinsoga de germer en le privant de la lumière. Cette stratégie a cependant moins d'impact sur la réduction du stock semencier dans le sol que le sarclage. La bâche sur le seigle et la vesce roulés a donné le rendement le plus élevé et le temps de désherbage manuel le plus faible. En situation de rotation, les plantes de couverture doivent pouvoir supporter une fauche basse et une repousse rapide comme le mélange de raygrass et de trèfle pour empêcher le développement du galinsoga et la production de nouvelles graines. Cette stratégie ne stimule pas la germination des graines enfouies sous la surface du sol. D'autres études seraient nécessaires pour valider les stratégies prometteuses dans d'autres conditions environnementales et pour établir la rentabilité de ces techniques.

## 5 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Barker A., Craker L. 1991. Inhibition of weed seed-germination by microwaves. *Agron J* 83:302-305.
- De Cauwer B. 2014. Seed dormancy, germination, emergence and seed longevity in *Galinsoga parviflora* and *G. quadriradiata*. *Weed Res* 54:38.
- Duval J. 2007. Moyens de lutte contre le galinsoga cilié (*Galinsoga quadriradiata*) en production biologique, Bio-Action. 4 p.
- Gary N.E., John D.M., Ryan M.W. 2010. Shaggy-soldier (Hairy Galinsoga) (*Galinsoga quadriradiata* Cav.), Department of Biological Sciences. Mississippi State University Extension Service. 2 p.
- Grubinger V. 2014. Galinsoga Management, University of Vermont Extension.  
<https://www.uvm.edu/vtvegandberry/factsheets/galinsoga.html>
- Ivany J.A. 1971. *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake and *G. parviflora* Cav.: Germination, growth, development and control. PhD Diss, Cornell University, Ithaca, NY. 164 p.
- Ivany J.A., Sweet R.D. 1973. Germination, Growth, Development, and Control of Galinsoga. *Weed Sci* 21:41-45.
- Jelonkiewicz M., Borowy A. 2005. Effect of rye mulch on growth of weeds under no-tillage cultivation. *Allelopathy J* 16:113-120.
- Jursik M., Holec J., Soukup J., Venclova V. 2010. Seasonal emergence of selected summer annual weed species in dependence on soil temperature. *Plant Soil Environ* 56:444-450.
- Kabuce, N. and Priede, N. (2010): NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet –Galinsoga quadriradiata. From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS  
<https://www.nobanis.org/globalassets/speciesinfo/g/galinsoga-quadriradiata-/galinsoga-quadriradiata.pdf>
- Kagima D. 2000. Bibliography & Biology Outline of *Galinsoga* spp.  
<http://agron-www.agron.iastate.edu/~weeds/weedbiollibrary/517%20student%20pages/2000/Galinsogad..htm>
- Kumar V. 2008. Effects of summer annual cover crops on weed population dynamics. PhD Diss, Cornell Univ, Ithaca, NY.

- Lefebvre M, Leblanc ML, Watson AK. 2017. Seed dormancy and seed morphology related to weed susceptibility to biofumigation. *Weed Sci*:1–16.
- Lefebvre M, Leblanc M L, Watson A K. 2019. Impact of Indian mustard growth and incorporation on annual weed population dynamics and communities. *Weed Res* 59:324–338.
- Mayor J.-PH., Mermillod G. 1992. Découverte en Suisse d'une treizième adventice résistante aux s-triazines: le galinsoga hérissé. *Rev Suisse Agric* 24:9-12.
- Rai J., Tripathi R. 1984. Allelopathic effects of *Eupatorium riparium* on population regulation of two species of Galinsoga and soil microbes. *Plant Soil* 80:105-117.
- Rai J.P.N., Tripathi R.S. 1983. Population regulation of *Galinsoga ciliata* and *Galinsoga parviflora* effect of sowing pattern population density and soil moisture and texture. *Weed Res* 23:151-164.
- Schulz M., Wieland I. 1999. Variation in metabolism of BOA among species in various field communities biochemical evidence for co-evolutionary processes in plant communities? *Chemoecology* 9:133-141.
- Sweet R.D. 1986. Life history studies as related to weed control in the Northeast, 9. Galinsoga, Cornell University, Agriculture Experiment Station, Ithaca, New York. 34 p.
- Warwick S.I., Sweet R.D. 1983. The Biology of Canadian Weeds:58. *Galinsoga parviflora* and *G. quadriradiata* (= *G. ciliata*). *Can J Plant Sci* 63:695-709.



## II. ESSAIS À LA FERME

PAR CAMILLE O'BYRNE

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>DESCRIPTION DES PRATIQUES AGRICOLES</b>	<b>4</b>
	Travail du sol	4
	Stratégie de désherbage	4
	Stratégie de fertilisation	4
	Ampleur de la problématique	4
<b>2</b>	<b>MATÉRIEL ET MÉTHODE</b>	<b>5</b>
	DESCRIPTION DU CHAMP	5
	DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL	5
	CHRONOLOGIE DES TRAVAUX ET ÉCHANTILLONNAGES	6
	ÉVÉNEMENTS CLIMATOLOGIQUES	7
	MÉTHODOLOGIE ET COLLECTE DES DONNÉES	7
<b>3</b>	<b>RÉSULTATS ET DISCUSSION</b>	<b>8</b>
	OBSERVATIONS 2016	8
	ANALYSE DES DONNÉES 2016	10
	OBSERVATIONS 2017	12
	ANALYSE DES DONNÉES 2017	15
	DISCUSSION	17
	Distribution des graines dans le sol	17
	Recouvrement par le galinsoga	17
	Densité et biomasse sèche en fin de saison	17
<b>4</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>ANNEXE</b>	<b>20</b>

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 2.1 Chronologie des travaux et de l'échantillonnage en 2016. ....	6
Tableau 2.2 Chronologie des travaux et de l'échantillonnage en 2017. ....	6
Tableau 3.1 Recouvrement, densité et biomasse du galinsoga en 2016. ....	10
Tableau 3.2 Distribution des graines viables dans le sol en fonction de la période d'échantillonnage.....	10
Tableau 3.3 Distribution des graines viables dans le sol en fonction des engrais verts. ....	11
Tableau 3.4 Recouvrement, densité et biomasse du galinsoga en 2016. ....	15
Tableau 3.5 Recouvrement du galinsoga avant et après la fauche en 2017.....	15
Tableau 3.6 Distribution des graines viables dans le sol en fonction de la période d'échantillonnage.....	16
Tableau 3.7 Distribution des graines viables dans le sol en fonction des engrais verts. ....	16

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 2.1 Vue aérienne du champ.....	5
Figure 2.2 Dispositif expérimental.....	5
Figure 3.1 Parcelle de raygrass et trèfle blanc le 3 août 2016. ....	8
Figure 3.2 Parcelle de sorgho-soudan le 3 août 2016. ....	8
Figure 3.3 Parcelle de raygrass et trèfle blanc le 12 octobre 2016. ....	9
Figure 3.4 Parcelle de sorgho-soudan le 12 octobre 2016. ....	9
Figure 3.5 Parcelles de raygrass et trèfle blanc le 12 septembre 2017.....	12
Figure 3.6 Parcelles de sorgho-soudan le 12 septembre 2017. ....	13
Figure 3.7 Parcelles de raygrass et trèfle blanc le 29 septembre 2017.....	14
Figure 3.8 Parcelles de sorgho-soudan le 29 septembre 2017. ....	14
Figure 5.1 Dispositif initial à gauche et correctif à droite. ....	20

# 1 DESCRIPTION DES PRATIQUES AGRICOLES

---

Les essais se sont déroulés à la ferme « Les Jardins Bio Campanipol », à Ste-Geneviève-de-Batiscan.

## Travail du sol

À la fin d'une culture, le producteur fait un passage de herse à disques pour enfouir les résidus de culture, puis un passage de vibroculteur pour les semis dans le cas de semis d'engrais verts. À l'automne, un labour est souvent pratiqué, ainsi qu'un sous-solage dans les sols argileux.

## Stratégie de désherbage

Le producteur mécanise le désherbage le plus possible, par un passage de patte d'oie ou sarcléur à doigts Buddingh C. Habituellement, chaque culture est sarclée au moins une fois, à l'exception des cultures rapides (roquette, radis, rabiole ...). Les cultures à développement plus lent telles que la carotte, la betterave, ou la fraise, nécessitent au moins un passage manuel en plus du désherbage mécanique.

## Stratégie de fertilisation

Trois produits peuvent être utilisés : fumier, compost et Acti-Sol. Une application de fumier frais est faite à l'automne sur certaines parcelles qui sont en culture tôt en saison le printemps suivant. Par la suite, au printemps, le reste des parcelles nécessitant une fertilisation est fertilisé avec un compost à base de fumier de poulet et de feuilles mortes fabriqué l'année précédente. En plus de ces 2 modes de fertilisation, des apports d'Acti-Sol sont faits pour les cultures plus exigeantes telles que les crucifères et le maïs. Les fraises quant à elles sont fertilisées seulement par l'apport d'Acti-Sol en cours de saison.

## Ampleur de la problématique

L'infestation par le galinsoga est un problème très important. Les coûts de main d'œuvre ont considérablement augmenté depuis l'apparition du galinsoga dans les champs. Pour contrer l'invasion par cette mauvaise herbe, les producteurs utilisent de plus en plus le pyrodésherbeur pour diminuer les opérations de sarclage manuel et mettent en place des engrais verts très rapidement après la fin d'une culture. Ils font particulièrement attention à la propreté de la ferme en général (tonte des tours de champs, chemins, etc.).

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

### DESCRIPTION DU CHAMP

Les coordonnées de localisation de la parcelle d'essai étaient 46,513442 (latitude) et -72,302020 (longitude). Le champ avait un gradient nord-ouest/sud-est avec une haie brise-vent sur le côté nord-ouest et une zone de mauvais drainage sur le côté sud-est de la parcelle. Le précédent cultural en 2015 était une culture d'oignons dans les parcelles 2A et 2B (bloc 2) et 3A et 3B (bloc 3) et de fèves sur paillis de plastique dans 1A et 1B du bloc 1 (Figure 2.1).



Figure 2.1 Vue aérienne du champ.

Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3
1A Sorgho- Soudan	2A Sorgho- Soudan	3B Raygrass- Trèfle
1B Raygrass- Trèfle	2B Raygrass- Trèfle	3A Sorgho- Soudan

Figure 2.2 Dispositif expérimental.

### DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental était en blocs aléatoires complets avec trois répétitions (Blocs 1 à 3). Les deux traitements ont été le sorgho-soudan (A) et le mélange de raygrass et de trèfle (B) (Figure 2.2). La position des parcelles a dû être modifiée suite à un décalage au moment des semis. La modification est illustrée à la Figure 5.1 à l'annexe de ce document. La dimension des parcelles initialement prévue était 14 m x 14 m. La longueur des parcelles 1A, 2A, 1B, 2B a été modifiée à 19 m dans le sens de la longueur du champ alors que leur largeur a été changée à 10 m. Les parcelles 3A et 3B ont resté inchangées.

## CHRONOLOGIE DES TRAVAUX ET ÉCHANTILLONNAGES

La chronologie des travaux agricoles, des échantillonnages et de la prise des données est présentée ci-dessus pour les années 2016 ([Tableau 2.1](#)) et 2017 ([Tableau 2.2](#)).

**Tableau 2.2** Chronologie des travaux et de l'échantillonnage en 2016.

Travaux	Prise de données
30 avril : passage de cultivateur	
19 mai : passage de vibroculteur (faux-semis)	
	14 juin : échantillonnage du sol
13 juin : passage de vibroculteur (faux-semis)	
17 juin : passage de vibroculteur	
18 juin : semis des engrais verts (+ roulage) 30 kg/ha sorgho-soudan 20 kg/ha raygrass + 5 kg/ha trèfle blanc	
	3 août : % de couverture (7 sem. après semis)
3 août : fauche à 1 pied de hauteur	
	31 août : % de couverture (4 sem. après fauche)
Semaine du 5 septembre : fauche à 1 pied	
	12 octobre : densité, biomasse + échantillonnage du sol (5 sem. après fauche)
30 octobre : fauche	
8 novembre : hersage à disques du sorgho	

**Tableau 2.2** Chronologie des travaux et de l'échantillonnage en 2017.

Travaux	Prise de données
18 mai : herse	
21 mai : herse	
30 mai : herse et vibroculteur	
	7 juin : échantillonnage du sol
9 juin : vibroculteur (faux-semis)	
1 <sup>er</sup> juillet : herse	
23 juillet : herse	
25 juillet : vibroculteur (faux-semis)	
26 juillet : semis et roulage des semences 30 kg/ha sorgho-soudan 20 kg/ha raygrass + 5 kg/ha trèfle blanc	
	12 sept. : % de couverture (7 sem. après semis)
24 sept. : fauche à 6 pouces de hauteur	
	29 sept. : densité, biomasse (1 sem. après fauche)
	18 oct. : échantillons de sol (3,5 sem. après fauche)

## ÉVÉNEMENTS CLIMATOLOGIQUES

En 2016, il y a eu deux gelées le 6 octobre, « deux petites gelées avec le lever du soleil, mais rien de dommageable » mentionne Félix Saint-Arnaud, le propriétaire de la ferme.

En 2017, le printemps a été très pluvieux, ce qui a occasionné des difficultés pour entrer dans le champ et pour semer et par conséquent, a beaucoup retardé les semis. La croissance des espèces semées a été assez faible et une seule fauche a pu être réalisée. Un gradient était visible dans le développement des espèces semées. Il était moins bon dans la répétition 1, moyen dans la répétition 2 et meilleur dans la répétition 3.

## MÉTHODOLOGIE ET COLLECTE DES DONNÉES

L'échantillonnage du sol a été effectué à l'été et à l'automne de chaque année à l'aide de 15 coups de sonde de sol par parcelle équivalent à 282 cm<sup>3</sup> par strate de sol 0-5 cm et 5-10 cm. Tous les échantillons de chaque parcelle ont été combinés et mélangés. Deux sous échantillons de 80 ml de sol ont été étalés dans deux barquettes de plastique transparent de 9,5 cm x 11 cm et mis en germination dans une chambre de croissance à 25°C, 16 heures de lumière et 90 % R.H. Le sol a été arrosé au besoin. Les plantules levées ont été dénombrées chaque semaine dans chacune des barquettes. Cette donnée représente le nombre de graines viables contenues dans chaque couche de sol échantillonnée. Le pourcentage de recouvrement par le galinsoga avant la première fauche a été relevé dans trois quadrats de 50 cm x 50 cm en 2016 et 2017 et avant la deuxième fauche en 2016. La densité et biomasse du galinsoga ont été prises dans cinq quadrats de 50 cm x 25 cm à la fin de la saison 2016 et 2017. Les plants de galinsoga ont été coupés au ras du sol, ensachés séparément par quadrat et séchés jusqu'à un poids constant.

### 3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

---

#### OBSERVATIONS 2016

Le mélange de raygrass et trèfle blanc était bien implanté avant la fauche du début d'août et laissait peu de place au galinsoga (Figure 3.1).



Figure 3.1 Parcelle de raygrass et trèfle blanc le 3 août 2016.

À la même date, le sorgho était également bien implanté mais n'occupait pas la strate inférieure où le galinsoga a pu s'installer (Figure 3.2)



Figure 3.2 Parcelle de sorgho-soudan le 3 août 2016.

À la mi-octobre, le couvert du raygrass et du trèfle était plus dense que le sorgho et faisait compétition plus longtemps durant l'automne (Figure 3.3).



Figure 3.3 Parcelle de raygrass et trèfle blanc le 12 octobre 2016.

Le galinsoga semble pouvoir germer et se développer malgré la compétition pour la lumière faite par le sorgho, mais les plantules étaient de petite taille (Figure 3.4).



Figure 3.4 Parcelle de sorgho-soudan le 12 octobre 2016.

## ANALYSE DES DONNÉES 2016

Les pourcentages de recouvrement par le galinsoga avant les fauches n'étaient pas significativement différents d'un traitement à l'autre (Tableau 3.1). Les résultats de densité et de biomasse sèche de galinsoga en fin de saison ont été significativement différents entre les deux traitements. On constate en fin de saison que le mélange de raygrass et de trèfle a été plus efficace que le sorgho pour réprimer le galinsoga.

Tableau 3.1 Recouvrement, densité et biomasse du galinsoga en 2016.

Moyennes*	Raygrass + trèfle	Sorgho-soudan
Recouvrement avant 1 <sup>ère</sup> fauche (%)	2,3	4,2
Recouvrement avant 2 <sup>ème</sup> fauche (%)	3,1	11,8
Densité en fin de saison (nb plants/m <sup>2</sup> )	<b>53,9 a</b>	<b>147,2 b</b>
Biomasse sèche en fin de saison (g/m <sup>2</sup> )	<b>6,2 a</b>	<b>20,6 b</b>

\*Test : Kruskal-Wallis au seuil de 0,05.

La quantité de graines viables pour la profondeur d'échantillonnage 0-5 cm était significativement supérieure en fin de saison (automne) qu'en début de saison (été) et ce, pour les deux traitements (Tableau 3.2). Pour la profondeur 5-10 cm, les différences n'étaient pas statistiquement significatives. L'augmentation de la quantité de semences viables dans la couche 0-5 cm indique que les plants de galinsoga qui ont réussi à croître sous le couvert de raygrass et trèfle ou de sorgho ont pu produire un nombre important de semences viables.

Tableau 3.2 Distribution des graines viables dans le sol en fonction de la période d'échantillonnage.

Profondeur d'échantillonnage	Traitement	Été 2016	Automne 2016
	Nbre de graines viables/m <sup>3</sup>		
0-5 cm	Raygrass + trèfle	<b>10 980 a</b>	<b>32 505 b</b>
	Sorgho-soudan	<b>7 059 a</b>	<b>100 473 b</b>
5-10 cm	Raygrass + trèfle	19 608	11 820
	Sorgho-soudan	2 745	29 551

\*Test : Kruskal-Wallis au seuil de 0,05.

Il n'y a eu aucune différence significative entre les traitements pour la profondeur d'échantillonnage 0-5 cm, aussi bien en été qu'en automne (Tableau 3.3). Entre 5 et 10 cm de profondeur, il y a eu une différence significative entre les traitements en été où la densité de germination était significativement plus importante dans le cas du mélange raygrass et trèfle. Cette différence a été observée avant le début des traitements. Elle ne peut donc pas leur être attribuée. Il n'y avait plus de différence significative en automne.

Tableau 3.3 Distribution des graines viables dans le sol en fonction des engrais verts.

Profondeur d'échantillonnage	Période	Raygrass + trèfle	Sorgho-soudan
	Nbre de graines viables/m <sup>3</sup>		
0-5 cm	Été 2016	10 980	7 059
	Automne 2016	32 505	100 473
5-10 cm	Été 2016	<b>19 608 b</b>	<b>2 745 a</b>
	Automne 2016	11 820	29 551

\*Test : Kruskal-Wallis au seuil de 0,05.

## OBSERVATIONS 2017

À la mi-septembre, le couvert végétal de raygrass et de trèfle blanc n'était pas uniforme dans toutes les parcelles (Figure 3.5). Dans les parcelles 1A et 1B, la hauteur du couvert végétal variait entre 15 et 30 cm. La digitale était abondante alors que la moutarde infestait certaines zones. Par conséquent, il y avait peu de raygrass et de trèfle et peu de galinsoga dans ces parcelles. Dans la parcelle 3A, le mélange de trèfle et de raygrass s'était mieux implanté et la hauteur moyenne du couvert végétal atteignait 30 cm.

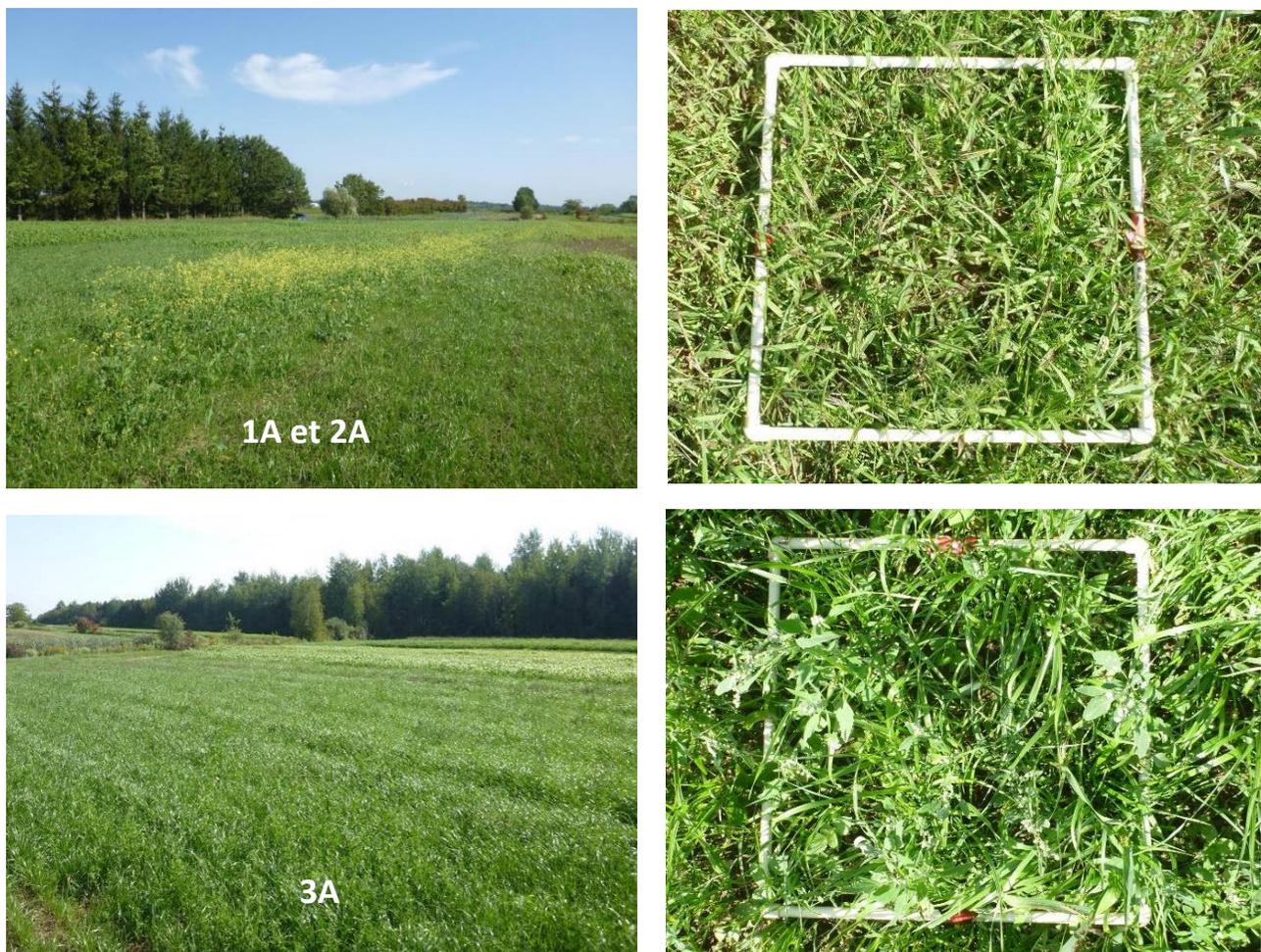


Figure 3.5 Parcelles de raygrass et trèfle blanc le 12 septembre 2017.

Le couvert végétal du sorgho-soudan était homogène et dense dans la parcelle 3B (Figure 3.6). Sa hauteur moyenne était de 60 cm (Figure 3.5). Le galinsoga était peu développé mais bien présent. Dans la parcelle 1B, le couvert de sorgho était moins dense, laissant la place au galinsoga pour se développer.



Figure 3.6 Parcelles de sorgho-soudan le 12 septembre 2017.

À la fin septembre, la reprise du raygrass et du trèfle était assez uniforme avec peu de galinsoga (Figure 3.7).



Figure 3.7 Parcelles de raygrass et trèfle blanc le 29 septembre 2017.

Le sorgho-soudan n'a pas repoussé suite à la fauche et ne couvrait pas uniformément le sol (Figure 3.8). Le galinsoga était encore présent et prédominait dans la parcelle 2B.

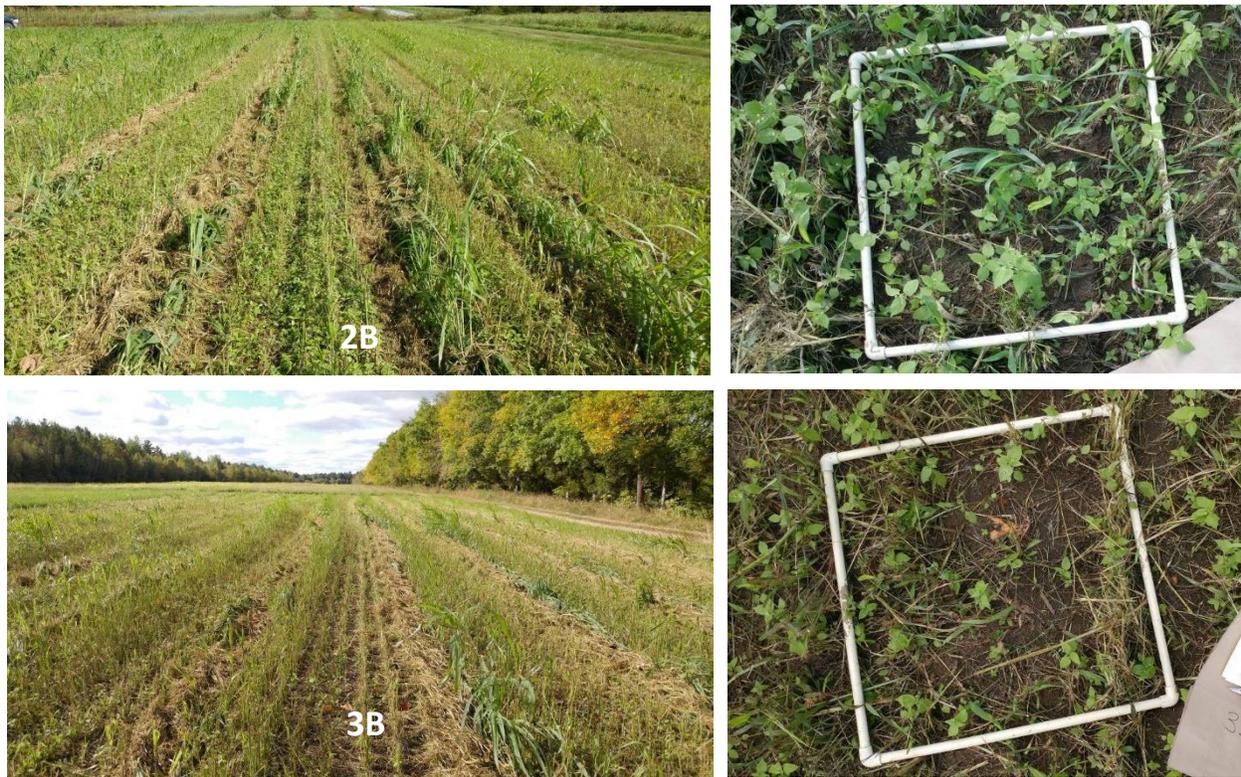


Figure 3.8 Parcelles de sorgho-soudan le 29 septembre 2017.

## ANALYSE DES DONNÉES 2017

Le pourcentage de galinsoga avant la fauche était significativement plus élevé dans le cas du traitement sorgho-soudan (Tableau 3.4). Après la fauche, il n'y avait plus de différence significative entre les deux traitements. En fin de saison, la densité de galinsoga et la biomasse sèche de galinsoga étaient significativement plus élevées pour le traitement sorgho-soudan.

Tableau 3.4 Recouvrement, densité et biomasse du galinsoga en 2017.

Moyennes*	Raygrass + trèfle	Sorgho-soudan
Recouvrement avant 1 <sup>ère</sup> fauche (%)	8,2 a	41,7 b
Recouvrement avant 2 <sup>ème</sup> fauche (%)	17,7	30,1
Densité en fin de saison (nb plants/m <sup>2</sup> )	118,4 a	476,3 b
Biomasse sèche en fin de saison (g/m <sup>2</sup> )	28,4 a	43,8 b

\*Test : Kruskal-Wallis au seuil de 0,05.

Pour les deux traitements, le recouvrement par le galinsoga n'était pas significativement différent avant et après la fauche (Tableau 3.5).

Tableau 3.5 Recouvrement du galinsoga avant et après la fauche en 2017.

Moyennes*	Recouvrement avant la fauche	Recouvrement après la fauche
	%	
Raygrass + trèfle	8,2	17,7
Sorgho-soudan	41,7	30,1

\*Test : Kruskal-Wallis au seuil de 0,05.

Dans les échantillons d'été, aux deux profondeurs d'échantillonnage, une différence significative entre les traitements a été observé alors que les semis n'étaient pas encore réalisés. Cette différence n'était donc pas due aux traitements de 2017 (Tableau 3.6). À l'automne, il n'y avait plus de différence significative entre les traitements à 0-5 cm de profondeur. À la profondeur d'échantillonnage 5-10 cm, il existait encore

une différence significative entre les traitements. Comme cette différence existait avant le traitement, on ne peut pas l'attribuer à l'effet des traitements sur la seule base de ces résultats.

**Tableau 3.6** Distribution des graines viables dans le sol en fonction de la période d'échantillonnage.

Profondeur d'échantillonnage	Période	Raygrass + trèfle	Sorgho-soudan
Nbre de graines viables/m <sup>3</sup>			
0-5 cm	Été 2017	12 500 a	79 167 b
	Automne 2017	8 333	1 667
5-10 cm	Été 2017	12 500 a	54 167 b
	Automne 2017	0 a	16 667 b

\*Test : Kruskal-Wallis au seuil de 0,05.

En surface, à la profondeur d'échantillonnage 0-5 cm, il y a eu significativement moins de plantules émergées en automne qu'en été dans les échantillons du traitement sorgho-soudan et aucune différence significative pour le traitement raygrass et trèfle (Tableau 3.7). Le sorgho-soudan a donc permis une diminution plus importante de la banque de semences viables que le traitement raygrass et trèfle. À la profondeur d'échantillonnage de 5-10 cm, les deux traitements ont eu une diminution significative du nombre de graines viables dans le sol. La donnée nulle de galinsoga à cette profondeur dans les parcelles de raygrass et trèfle est surprenante et difficilement explicable. La technique utilisée pour échantillonner du sol n'a pas permis de déceler de graines viables dans le sol dans ce traitement.

**Tableau 3.7** Distribution des graines viables dans le sol en fonction des engrais verts.

Profondeur d'échantillonnage	Traitement	Été 2017	Automne 2017
Nbre de graines viables/m <sup>3</sup>			
0-5 cm	Raygrass + trèfle	12 500	8 333
	Sorgho-soudan	79 167 b	1 667 a
5-10 cm	Raygrass + trèfle	12 500 b	0 a
	Sorgho-soudan	54 167 b	16 667 a

\*Test : Kruskal-Wallis au seuil de 0,05.

## DISCUSSION

### Distribution des graines dans le sol

En 2016, la quantité de graines viables dans le sol à l'automne n'était pas significativement différente entre les deux engrais verts. Cependant, le sorgho avait tendance à avoir un nombre plus élevé de graines viables dans la couche 0-5 cm. À l'été 2017, avant l'implantation des engrais verts, cette différence était encore présente et significative dans les deux couches échantillonnées indiquant que le sorgho a favorisé le développement du galinsoga et la production de graines en 2016. Le mélange de raygrass et de trèfle a mieux compétitionné contre le galinsoga en empêchant son développement et la production d'un trop grand nombre de graines. En comparant les densités de graines en début et fin de saison, on voit que la banque de semences viables augmente en 2016 et diminue en 2017. Le galinsoga a produit des graines en 2016 qui a enrichi la banque de graines alors qu'en 2017, les graines ont germé amenuisant la banque de graines et la coupe basse des engrais verts n'a pas permis une nouvelle production de graines.

### Recouvrement par le galinsoga

En 2016, il n'y a aucune différence significative entre les pourcentages de recouvrement par le galinsoga entre les deux traitements d'engrais verts, ni avant la première ou la deuxième fauche. En 2017, le pourcentage de recouvrement par le galinsoga était significativement plus élevé dans le sorgho-soudan avant la première fauche. Cette différence n'existait plus une semaine après la fauche. Les résidus de fauche du sorgho ont pu avoir un impact sur le développement du galinsoga après la fauche.

### Densité et biomasse sèche en fin de saison

En fin de saison 2016 et 2017, la densité du galinsoga était plus importante dans le traitement du sorgho-soudan que dans celui du raygrass et trèfle. Les observations étaient les mêmes pour la biomasse sèche de galinsoga en fin de saison qui était également plus importante dans le sorgho-soudan que dans le mélange de raygrass et trèfle. En 2016 comme en 2017, selon les observations en champ, le mélange de

raygrass et de trèfle couvrait le sol de façon compacte et homogène jusque tard dans la saison, au moins jusqu'aux gels et à la mort du galinsoga. Le sorgho-soudan quant à lui ne repoussait que très peu après une coupe en septembre et laissait la place libre au galinsoga jusqu'aux premiers gels. Ces observations pourraient expliquer les résultats de 2016 et 2017.

## 4 CONCLUSION

---

Le mélange de raygrass et de trèfle semble freiner de façon plus efficace le développement du galinsoga, surtout en fin d'été, quand le galinsoga est le plus problématique. Le sorgho semble permettre une germination accrue des graines du galinsoga, amenuisant ainsi la banque de graines dans le sol. Par contre, s'il n'est pas fauché assez bas, le galinsoga continue son développement et produit des graines qui enrichissent le stock semencier dans le sol. Le but du projet était de comparer l'efficacité des deux méthodes pour contrôler le galinsoga. Les résultats montrent que la combinaison d'au moins deux faux-semis suivie de l'implantation d'un mélange de raygrass et de trèfle blanc est plus intéressante que celle d'un semis de sorgho-soudan, notamment à cause de la persistance d'un couvert dense jusque tard en saison, quand le galinsoga est le plus difficile à maîtriser. Cependant, les résultats ne montrent pas une efficacité totale de ce traitement, car il reste une quantité importante de semences viables dans le sol et la biomasse de galinsoga en fin de saison n'est pas nulle. Il serait intéressant de voir si une augmentation du nombre de coupes du mélange raygrass et trèfle sur une saison ou une saison et demie, en détruisant le couvert de raygrass et trèfle au mois de juin pour faire une culture courte par la suite, permet de maîtriser complètement le galinsoga.

## 5 ANNEXE



Figure 5.1 Dispositif initial à gauche et correctif à droite.