

Rapport final réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, Volet
11.1 – Appui à la Stratégie phytosanitaire

**ÉVALUATION DE DIFFÉRENTES CULTURES DE ROTATION POUR LUTTER CONTRE LA TIPULE
DES PRAIRIES**

NUMÉRO DU PROJET : CERO-1-LUT-11-1542

Réalisé par :
Madame Geneviève Labrie
Monsieur Olivier Lalonde
Madame Roxanne S. Bernard

DATE : Juin 2013

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

ÉVALUATION DE DIFFÉRENTES CULTURES DE ROTATION POUR LUTTER CONTRE LA TIPULE DES PRAIRIES

Par Geneviève Labrie, Olivier Lalonde et Roxanne S. Bernard

Durée : 04/2011 – 04/2013

FAITS SAILLANTS (Résumé du projet)

La tipule des prairies est un nouveau ravageur des grandes cultures au Québec. Elle a été observée dans les gazons depuis 2002 et dans diverses grandes cultures depuis 2008. Les cultures affectées sont les cultures fourragères, les céréales, le canola, le maïs et le soya. Toutefois, les pertes dans ces cultures sont variables et aucun seuil économique n'est disponible. Peu de moyens sont disponibles présentement pour lutter contre cet insecte. En Europe, il est préconisé d'effectuer des rotations avec des cultures moins sensibles. Afin d'évaluer leur vulnérabilité à la tipule des prairies, différentes cultures fourragères, céréalières et autres grandes cultures ont été testées au laboratoire au printemps et en automne 2011 et 2012, ainsi qu'en champ en été 2012 afin d'évaluer leur vulnérabilité à la tipule des prairies. L'ensemble des cultures fourragères, la majorité des céréales testées et le canola étaient vulnérables au printemps en laboratoire, tandis que le maïs, le soya et le sarrasin étaient peu consommés par les larves. En automne, seules les racines de blé, de fourrage et de luzerne étaient grugées par les larves, sans perte de plantules. Les essais au champ en 2012 n'ont pas permis de démontrer que le maïs et le sarrasin étaient moins attaqués que les fourrages, du fait des faibles populations de tipules. L'évaluation de seuils d'alerte établis en fonction des pertes de plantules au printemps démontre qu'une abondance entre 75 et 100 larves/m² dans les cultures fourragères et céréalières à l'étude pourrait réduire de 10% l'abondance de plants. Ces seuils devront être testés en champ avec une évaluation des rendements.

OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE (15 lignes)

Les objectifs de ce projet étaient de :

- 1) déterminer un indice de vulnérabilité des grandes cultures à la tipule des prairies;
- 2) évaluer le potentiel des plantes bio-industrielles et d'autres cultures en rotation avec les cultures fourragères et les céréales afin de réduire les populations de tipules et les pertes économiques.

Des essais au laboratoire ont été effectués au printemps et en automne 2011 et 2012 pour déterminer la vulnérabilité des différentes cultures et les pertes de rendement théoriques causées par la tipule des prairies. Des essais dans deux champs en Estrie ont été effectués au printemps 2012 afin d'évaluer le potentiel de rotation de deux cultures moins sensibles à la tipule : le maïs et le sarrasin. Le protocole détaillé est présenté en annexe.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE OU LA DISCIPLINE

L'ensemble des figures et tableaux sont présentés en annexe.

A) Cultures de printemps

Au printemps 2011, les différentes cultures évaluées ont permis de démontrer que la tipule des prairies présentait un taux de croissance plus élevé dans l'avoine, le blé et les fourrages comparativement au maïs (Figure 1A; $F_{11, 54} = 5,39$; $P < 0,0001$). Aucune croissance des larves n'a été notée dans le panic érigé, le soya, le canola ni le maïs. En 2012, la tipule des

prairies présentait un taux de croissance plus élevé dans le lin et le fourrage 1 que dans l'orge, l'avoine, le panic érigé, l'alpiste roseau, le maïs, le canola et le sarrasin (Figure 1B; $F_{17, 81} = 6,72$; $P < 0,0001$). Aucune croissance ou perte de poids n'a été observée dans l'avoine, le maïs et le canola. Pour les deux années d'étude, aucune croissance des larves n'a donc été observée dans le maïs et le canola, indiquant que ces cultures sont peu nourrissantes pour la tipule des prairies.

Le % de plants consommés entièrement par les larves de tipules en 2011 était significativement plus élevé dans le blé, le panic, le millet, le lin et le trèfle blanc que dans le maïs et le soya (Figure 2A; $F_{14,29} = 2,69$; $P = 0,04$). Bien que le taux de croissance des larves était faible dans le lin et le panic érigé et nul dans le canola, ces cultures ont toutefois subi des pertes comparativement au témoin. Les larves se sont alimentées des plantules avant de mourir, ce qui explique les pertes importantes dans ces cultures, bien que le taux de croissance des larves était faible ou nul. Aucune perte de plants n'a été observée dans le soya ni le maïs. En 2012, la perte de plants était plus importante dans le trèfle blanc, le trèfle rouge et le fourrage 1 et 2 (Figure 2B; $F_{16, 214} = 15,24$; $P < 0,0001$). Aucune perte de plants n'a été observée dans le maïs ni le sarrasin. Plusieurs cultures fourragères et quelques céréales ont été affectées fortement durant les deux années d'études, tandis que le maïs, le soya et le sarrasin ont été peu consommés.

Pour les plants qui n'ont pas été consommés complètement, le calcul de la biomasse sèche des feuilles en 2011 a permis de montrer qu'il y avait une plus faible biomasse dans les bacs avec tipules, par rapport au témoin, pour le fourrage 2, lin et millet, avec une tendance pour le blé et le triticale (Figure 3A), ce qui correspond à une perte de biomasse de 40%, 85%, 11%, 93% et 61% respectivement. En 2012, il y avait une biomasse sèche des feuilles plus faible dans les bacs avec tipules dans le blé, l'orge, le triticale et le fourrage 1 et 2 que dans les témoins (Figure 3B), correspondant à une perte de biomasse de 49%, 48%, 36%, 50% et 88% respectivement. Pour la biomasse sèche des racines, elle était plus faible dans les bacs avec tipules pour le blé et le millet en 2011 (Figure 4A), ce qui correspond à une perte de 97% et 90%. En 2012, la biomasse sèche des racines était plus faible dans le blé, l'orge, le fourrage 2 et le trèfle rouge (Figure 4B), correspondant à une perte de 62%, 60%, 95% et 45% respectivement. Cette perte de biomasse pourrait nuire à la croissance des plants et causer des pertes de rendement indirectes par la moins grande compétitivité de la culture aux mauvaises herbes.

B) Cultures d'automne

Dans les cultures d'automne testées en 2011, le pourcentage de pertes de plants n'était pas différent entre les cultures (Figure 5A). Dans le cas de la biomasse sèche, il n'y avait pas de différences entre les bacs témoins et traités pour la biomasse sèche des feuilles (Figure 6A). Seules les racines de blé d'automne présentaient une plus faible biomasse dans les bacs avec tipules que dans les bacs témoins (Figure 7A), correspondant à une perte de 73%. En 2012, le taux de croissance des larves était significativement différent entre les cultures testées, avec un plus fort taux dans le fourrage n° 2 que dans les autres cultures (Figure 8). Aucune différence dans le pourcentage de plants consommés n'a été observée entre les cultures (Figure 5B). Aucune différence dans la biomasse sèche des feuilles n'a été observée entre les bacs avec et sans tipules (Figure 6B). Toutefois, une plus faible biomasse sèche de racines a été observée dans les bacs avec tipules pour le fourrage n° 2 et la luzerne (Figure 7B), correspondant à une perte de biomasse de 57% et 69%. En automne, les jeunes larves de tipules ne sont pas en mesure de consommer complètement les plants et de causer des pertes directes, toutefois, cette perte de biomasse dans certaines cultures pourrait nuire à leur survie hivernale.

C) Essais en champ

Au mois de juin 2012, du maïs fourrager et du sarrasin ont été semés chez deux producteurs en Estrie aux prises avec la tipule des prairies. Le champ à Bury présentait une quantité de tipules plus faible que le champ à La Patrie (Figure 9). Il n'y avait pas de différence dans l'abondance de tipules avant et après le semis de maïs et de sarrasin à Bury (Figure 9; $F_{2, 87} = 0.25$; $P = 0.78$). Il y avait une différence dans l'abondance de tipules dans le fourrage et le sarrasin avant et après le semis à La Patrie (Figure 9; $F_{2, 174} = 5.88$; $P = 0.003$).

L'abondance de tipules dans ces deux champs n'a pas dépassé les seuils économiques observés en Europe, il n'y a donc pas d'effet sur le rendement qui a pu être observé (Figure 10). Aucune relation significative entre le rendement de ces cultures et l'abondance des tipules n'a été observée (Figure 11). Le fait qu'il y ait une réduction importante des tipules sur les deux sites après le semis pourrait aussi être dû à la chaleur et la sécheresse observées durant l'été 2012. Il sera nécessaire de refaire cette expérience sur d'autres sites et d'autres années de plus fortes infestations.

D) Seuils d'alerte théoriques

Les données observées en laboratoire sur le nombre de plants consommés par tipule au printemps 2012 nous ont permis de calculer des seuils d'alerte théoriques (Tableau 2). Ces évaluations sont basées uniquement sur le nombre de plants consommés, et non pas sur la perte de biomasse additionnelle aux feuilles et aux racines ou sur le rendement des cultures. Il sera néanmoins nécessaire d'effectuer une validation de ces seuils en champ pour plusieurs cultures afin d'évaluer 1) l'influence de la diminution des plantules par la tipule sur la plasticité de la croissance des plants restants durant la saison, 2) le pourcentage de plantules affectées en fonction du nombre de tipules/m², 3) ainsi que sur les rendements en fin de saison. De tels résultats permettraient de mieux anticiper les pertes de plantules et de rendement en fonction de la population de larves de tipules par unité de surface.

Quoique ces seuils (Tableau 2) restent à être validés en champ, des tendances lourdes suggèrent que le canola soit très sensible au stade plantule, bien qu'il ne permette ni la survie ni une croissance très élevée des larves. En effet, le seuil pour 10% de pertes se situe à 67 larves/m² dans cette culture. À l'inverse, les maïs, le soya et le sarrasin, moins sensibles, présentent des seuils allant de 1500 à 4000 larves/m² pour des pertes à 10%. Par conséquent, ces cultures seraient de bonnes alternatives dans la rotation pour obtenir un bon rendement et réduire les infestations de tipules. Toutefois, dans les cas de fortes infestations, aucune culture n'est à l'abri de dommages. D'autres méthodes de lutte devraient donc être mises en place afin de réduire les populations (hersage, drainage, date de semis...).

G. Applications possibles pour l'industrie et/ou suivi à donner

Les informations générées par ce projet nous permettent de déterminer les cultures à éviter et à prioriser dans les champs très infestés par la tipule des prairies. Les cultures fourragères sont évidemment très prisées par la tipule, principalement les graminées et les trèfles rouge et blanc. Le blé, l'orge et le triticales ont aussi été affectés durant les deux années à l'étude. Le blé et l'orge étaient déjà reconnus comme vulnérables, mais le triticales vient s'y ajouter. Dans le cas du lin, cette culture n'était pas répertoriée comme culture cible pour la tipule des prairies. Bien que cette culture présente une tige fibreuse et coriace à maturité, la tendreté des plantules en font un mets de choix pour les larves de tipules. Dans le cas des cultures de type bio-industrielles, l'alpiste roseau semble une culture peu prisée par la tipule, mais on observe tout de même une certaine consommation des jeunes

plantules par les larves. Dans les grandes cultures, bien que le canola n'était pas répertorié dans la littérature scientifique comme étant très affectée par la tipule des prairies, nos expériences en laboratoire nous ont permis d'observer une bonne consommation des plantules, malgré une forte mortalité des larves. Les données d'observation de dommages en champ récupérées par le RAP démontrent aussi une certaine proportion de champs de canola affectés par la tipule (Labrie et al. 2013). Cette culture devrait donc être à éviter dans les champs fortement infestés de larves.

Les cultures à prioriser, car elles démontrent peu de consommation par les larves au laboratoire ainsi qu'un faible taux de croissance ou une forte mortalité, sont le maïs, le soya et le sarrasin. Le maïs et le soya ne peuvent être largement cultivés dans l'ensemble des cinq régions où la tipule des prairies est présente (Estrie, Centre-du-Québec, Chaudière-Appalaches, Capitale-Nationale et Bas St-Laurent). Le sarrasin serait donc une culture à privilégier dans les champs infestés. Cette culture se sème aussi plus tard en saison (jusqu'à la mi-juin), ce qui permettrait de laisser le sol à nu durant la période d'alimentation des larves (par exemple en effectuant du hersage en surface), réduisant ainsi les populations de tipules qui n'auront rien à consommer et les perturbant par un travail de sol. Dans les régions où il est possible de semer du maïs et du soya, ces cultures seraient à privilégier dans les champs infestés afin de réduire les populations de tipules avec un risque réduit de pertes de rendement. Toutefois, dans les cas où les populations de tipules sont très élevées, des faux-semis mécaniques devraient être effectués, car ces cultures ne sont pas immunisées contre des pertes, surtout lors de conditions de croissance lente au printemps. Des essais en champ seront nécessaires afin de valider ces résultats.

H. Points de contact pour informations

Nom du responsable du projet : Geneviève Labrie
Téléphone : 450 464-2715 230
Télécopieur : 450 464-8767
Courriel : genevieve.labrie@cerom.qc.ca

I. Autres travaux ou références sur le même sujet

Labrie, G., Latraverse, A., Bilodeau, L., Brillant, B., Duval, B., Légaré, J.-P., Menkovic, E., Parent, C. et Colton-Gagnon, K. 2013. Bilan du réseau de dépistage de la tipule des prairies au Québec. Rapport d'étape – Avril 2013. Bulletin d'information du RAP – Grandes cultures No 03 – 15 mai 2013.

J. Remerciements aux partenaires financiers

Nous tenons à remercier les producteurs et les clubs-conseils pour leur implication dans ce projet. Merci à Roxanne S. Bernard, Eugénie Potvin, Alexis Latraverse, Stéphane Beaulieu et aux ouvriers du CÉROM pour tout le travail effectué au laboratoire et au champ au cours des deux années. Merci au CÉROM pour son implication financière au projet. Ce projet a été réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, sous-volet 11.1 - Appui à la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

K. Annexe(s)

Matériel et méthodes détaillés

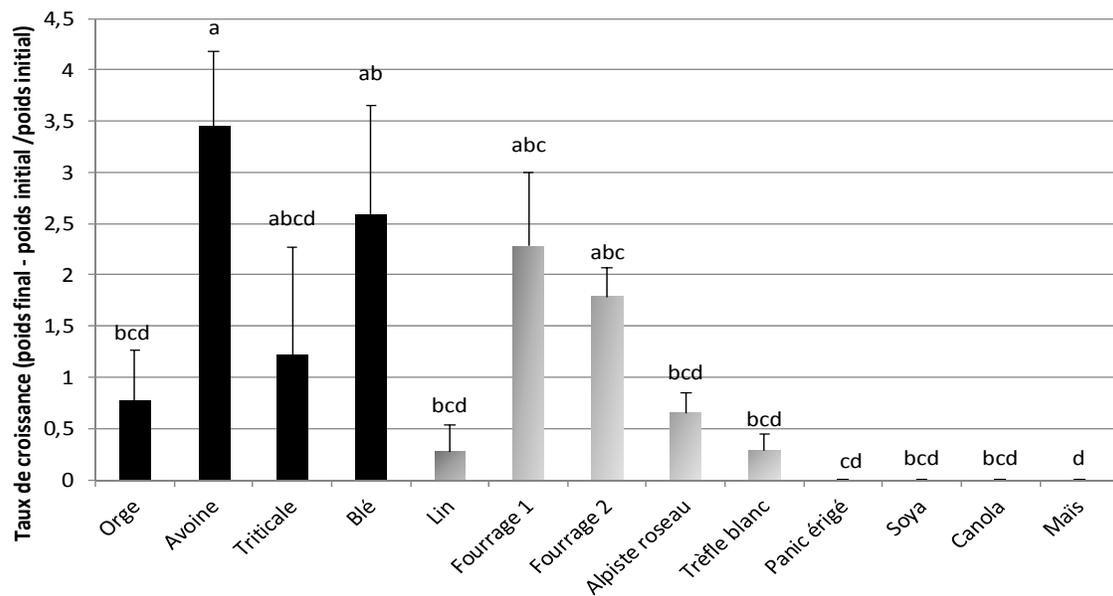
Des essais en laboratoire ont été effectués au printemps et à l'automne 2011 et 2012 afin d'évaluer la vulnérabilité des cultures à la tipule des prairies et déterminer les pertes de rendement théoriques causées par la tipule des prairies. Chaque culture testée étaitensemencée dans des bacs de plastique à un taux de semis équivalent au taux de semis en champ. Dans chaque bac, une larve de deuxième (essais en automne) ou quatrième (essais au printemps) stade larvaire de tipules, pesée et mesurée, était introduite. Quatre bacs témoins, sans tipule, étaient aussi semés. Après quatre semaines, toutes les larves étaient retirées, pesées et mesurées, et les biomasses fraîche et sèche ont été pesées. Le pourcentage de biomasse consommée par les larves a été évalué par comparaison avec la biomasse des bacs témoins. Afin d'évaluer le taux de croissance des larves de tipules et déterminer les préférences des larves en lien avec leur croissance, des essais en boîtes ziplocs ont été effectués, où chaque larve de tipules recevait une quantité de chaque culture pesée au préalable à tous les jours. Chaque larve était pesée et mesurée chaque jour. Pour les essais en bacs et en ziplocs, il y a eu 5 répliques en 2011 et 12 répliques en 2012, avec 4 bacs ou ziplocs témoins pour chaque culture testée. Les données de 2011 et 2012 ont été combinées pour les essais au laboratoire.

En 2012, des essais au champ ont été effectués dans deux champs en Estrie, à Bury et La Patrie, qui présentaient des populations de tipules assez élevées durant les années précédentes. Trois cultures ont été testées, soit un fourrage de graminées, du maïs ensilage et du sarrasin. Le maïs et le sarrasin ont été semés sur un champ de graminées déjà établi, à raison de trois répliques de 10m de large par 20m de long, intercalées avec des parcelles de culture fourragère. Les parcelles de maïs et sarrasin ont été semées entre le 9 juin et le 15 juin 2012, après un herbicide et un passage de herse. Avant le semis, 10 échantillons de sol ont été prélevés à l'aide d'une tarière de 10cm de diamètre et passés en entonnoirs Berlese pour dénombrer les larves de tipules. Chaque point était géoréférencé. Deux semaines après le semis, 10 échantillons de sol ont été repris à chaque point géoréférencé pour dénombrer de nouveau les larves de tipules. Au moment de la récolte, 3 échantillons de 1m² de culture fourragère, de 1m linéaire de sarrasin et de 2m de rangs de maïs ont été récoltés dans chaque parcelle afin d'évaluer le rendement de chaque culture.

Tableau 1. Liste des cultures testées au printemps 2011 et 2012

Culture	Taux de semis en champ	Nombre de plants en bac
Céréales		
Avoine	349 grains/m ²	8
Blé	425 grains/m ²	10
Orge	375 grains/m ²	9
Seigle	425 grains par m ²	10
Triticale	475 grains/m ²	11
Sarrasin	425 grains par m ²	10
Cultures fourragères		
Fourrage 1 luzerne, mil, trèfle adino, brome	2,2 g/m ²	100
Fourrage 2 (Fourrage 1 + blé)	2,2 g/m ² + 337 grains/m ²	100 + 4
Trèfle blanc	770 grains/m ²	40
Trèfle rouge	1936 grains/m ²	75
Lin	160 grains/mètre linéaire	8
Cultures bio-industrielles		
Millet perlé	10 kg/ha	10
Panic érigé	420 grains/m ²	80
Alpiste roseau	11 kg/ha	50
Grandes cultures		
Soya	11 grains/mètre	4
Canola	10 grains/mètre	8
Maïs	4 grains/mètre	4

A) 2011



B) 2012

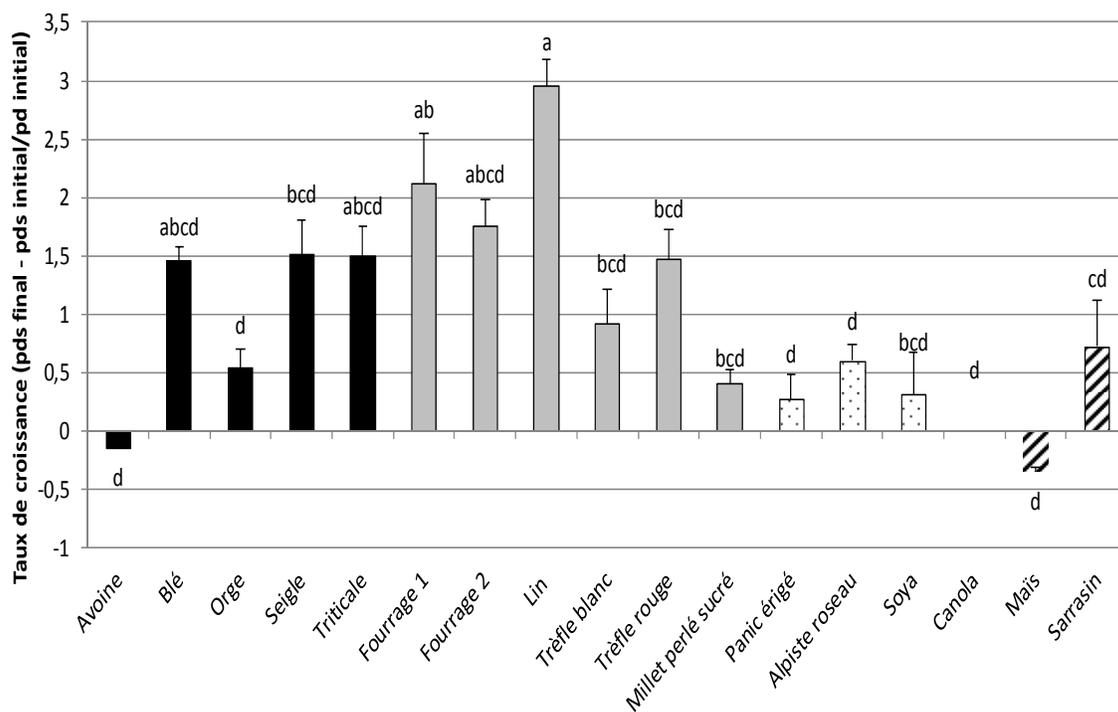


Figure 1. Taux de croissance des larves de tipules des prairies en conditions contrôlées durant quatre semaines au printemps 2011 (A) et 2012 (B).

Nota : Les lettres différentes représentent des différences statistiques significatives entre les cultures (seuil $\alpha = 0.05$).

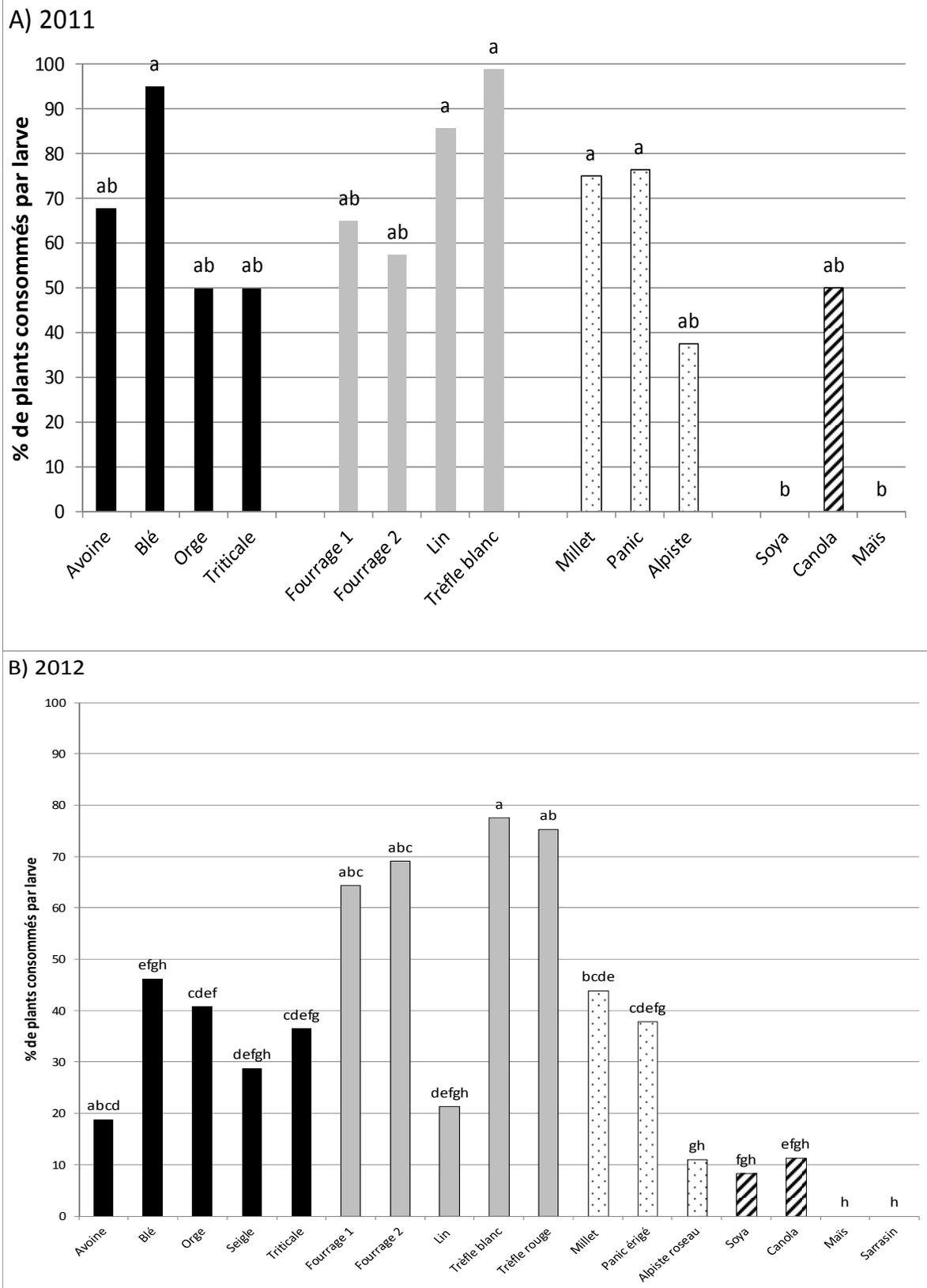
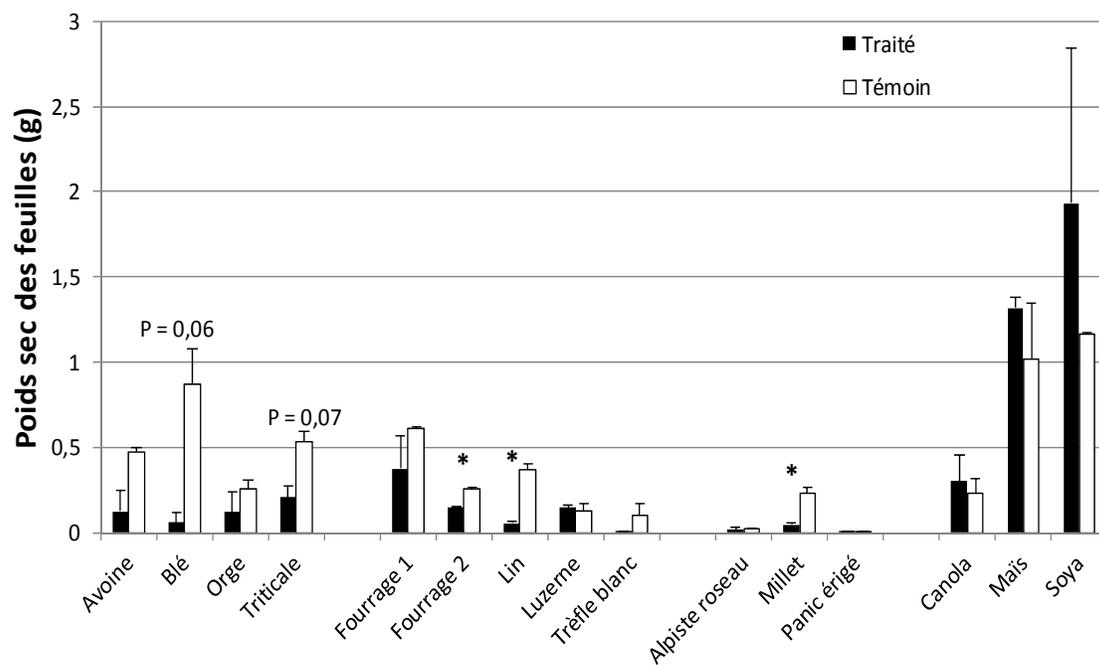


Figure 2. Pourcentage de plants consommés par les larves de tipules des prairies par rapport aux témoins dans des bacs en laboratoire au printemps 2011 (A) et 2012 (B).

Nota : les lettres différentes indiquent une différence statistique significative entre les cultures (seuil $\alpha = 0.05$).

A) 2011 - Feuilles



B) 2012 - Feuilles

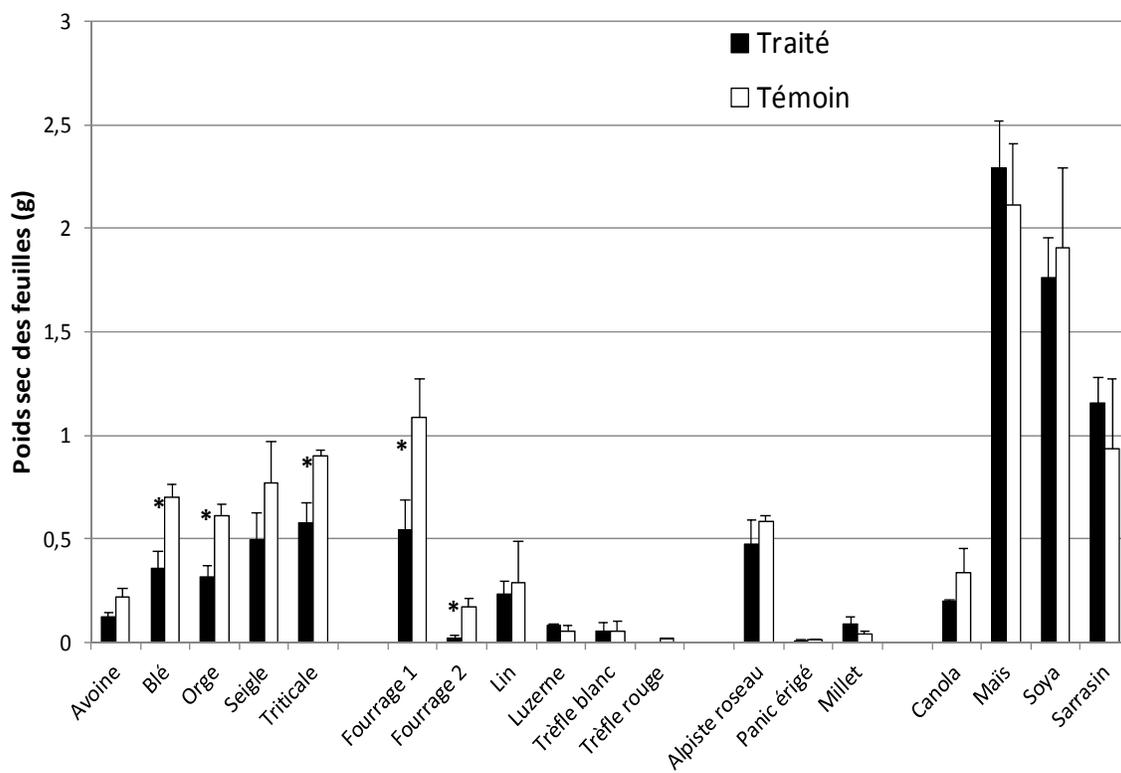
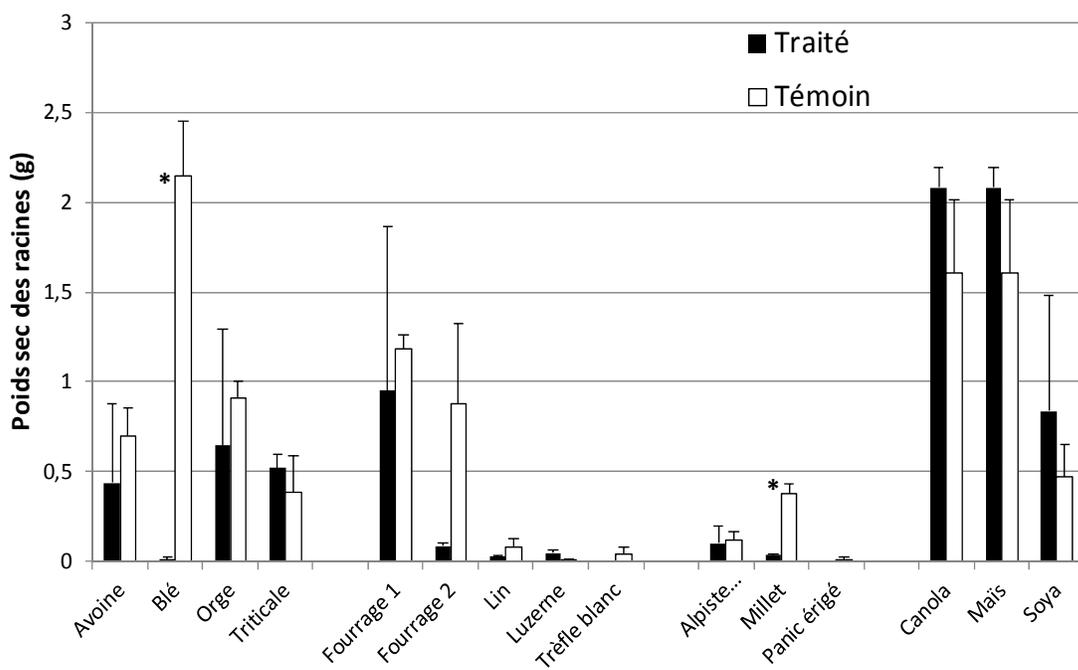


Figure 3. Biomasse sèche des feuilles dans les bacs avec tipules (traités) et sans tipules (témoins) après 4 semaines de croissance au printemps 2011 (A) et 2012 (B).

Nota : l'astérisque indique une différence statistique significative (seuil $\alpha = 0.05$) entre les bacs traités et témoins.

A) 2011 - Racines



B) 2012 - Racines

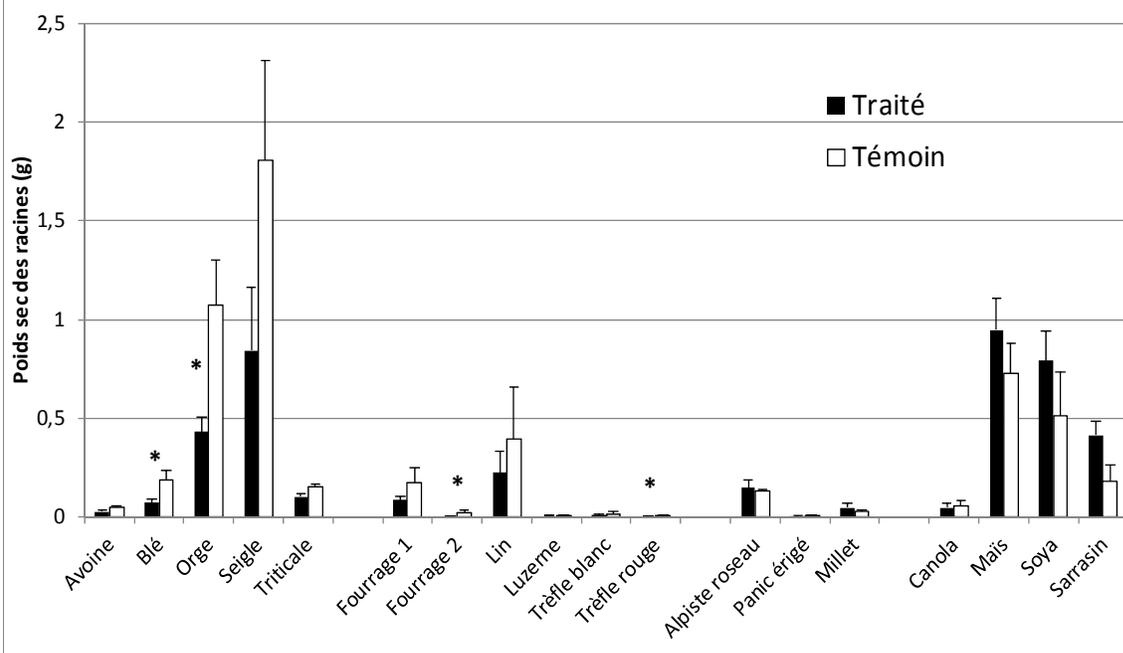
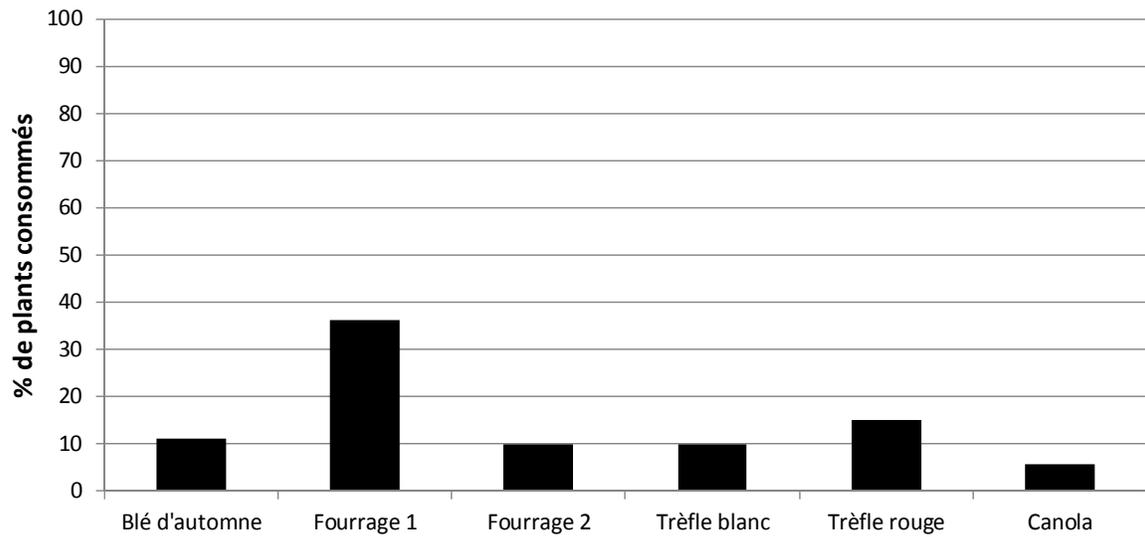


Figure 4. Biomasse sèche des racines (g) dans les bacs avec tipules (traités) et sans tipules (témoins) après 4 semaines de croissance au printemps 2011 (A) et 2012 (B).

Nota : l'astérisque indique une différence statistique significative (seuil $\alpha = 0.05$) entre les bacs traités et témoins.

A) 2011



B) 2012

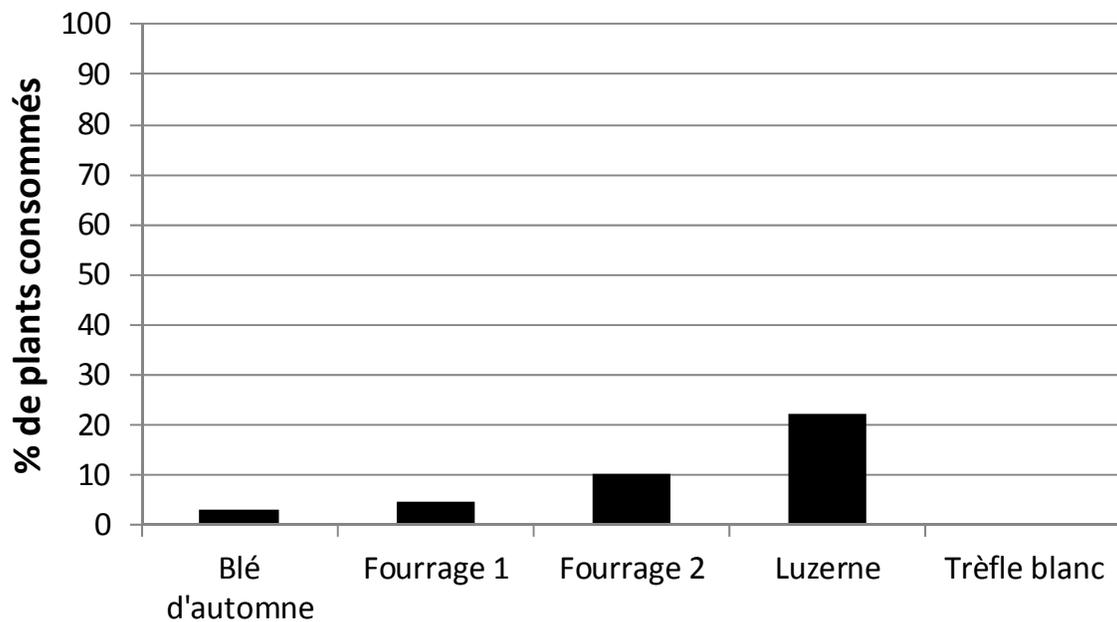


Figure 5. Pourcentage de plants consommés par les larves de tipules des prairies par rapport aux témoins dans des bacs en laboratoire en automne 2011 (A) et 2012 (B).

Nota : les lettres différentes indiquent une différence statistique significative entre les cultures (seuil $\alpha = 0.05$).

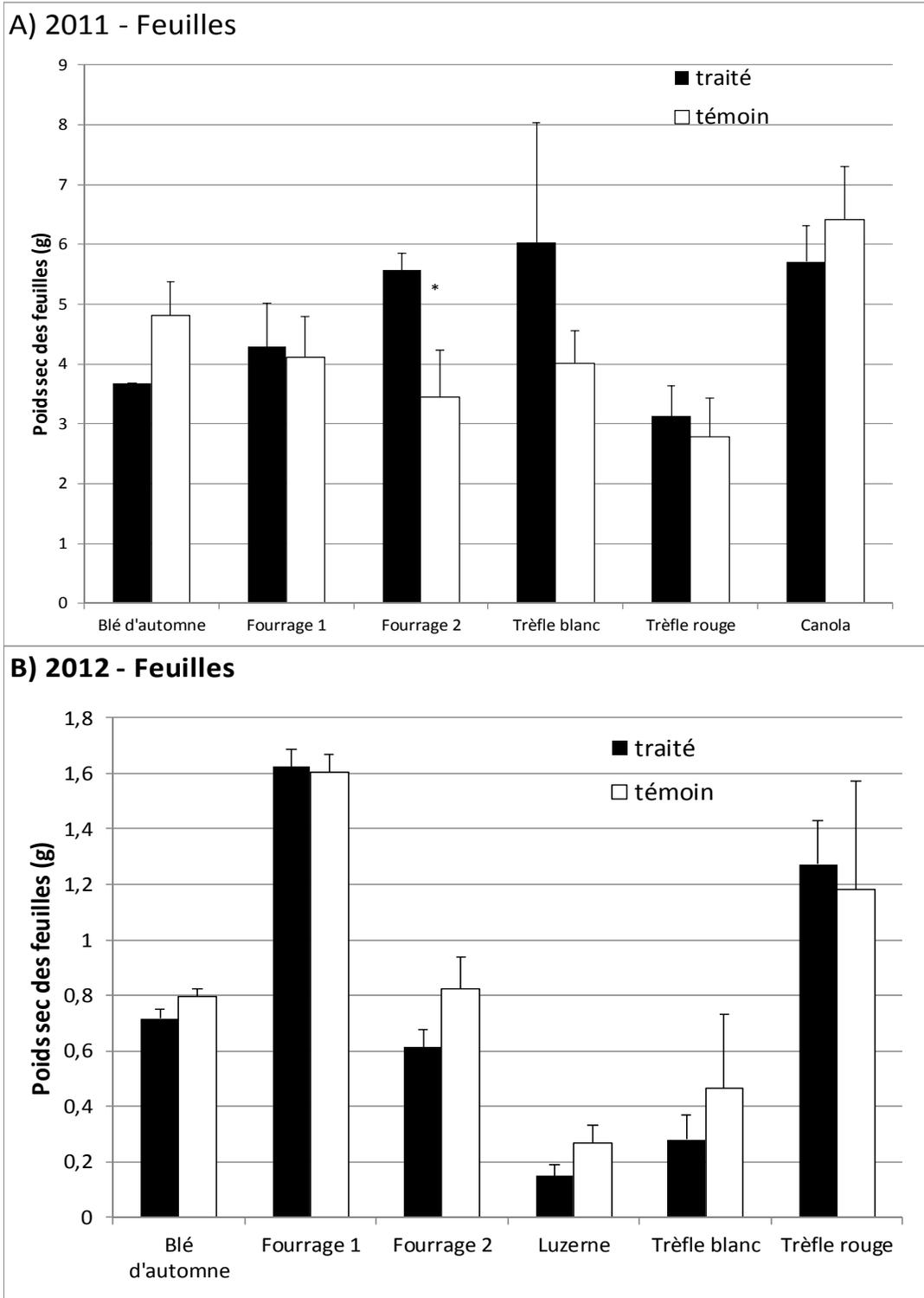
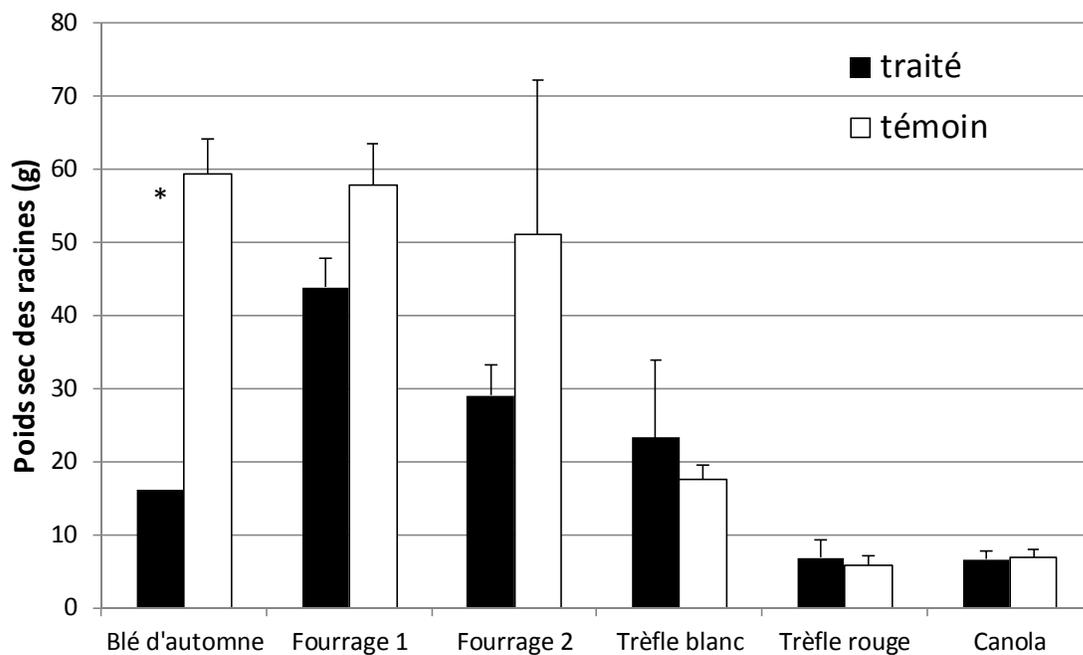


Figure 6. Biomasse sèche des feuilles dans les bacs avec tipules (traités) et sans tipules (témoins) après 4 semaines de croissance en automne 2011 (A) et 2012 (B).

Nota : l'astérisque indique une différence statistique significative (seuil $\alpha = 0.05$) entre les bacs traités et témoins.

A) 2011- Racines



B) 2012 - Racines

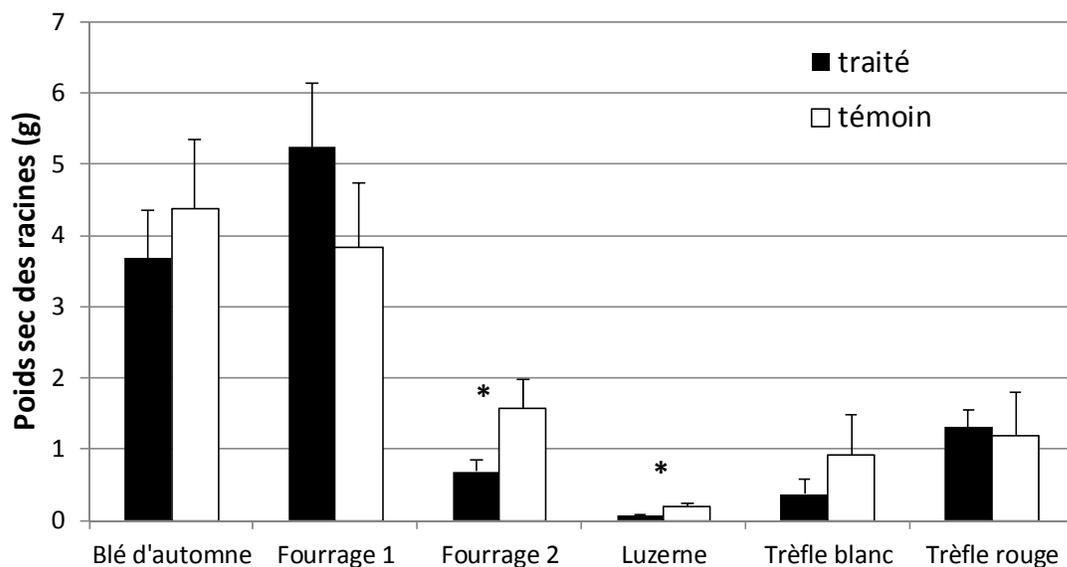


Figure 7. Biomasse sèche des racines (g) dans les bacs avec tipules (traités) et sans tipules (témoins) après 4 semaines de croissance en automne 2011 (A) et 2012 (B).

Nota : l'astérisque indique une différence statistique significative (seuil $\alpha = 0.05$) entre les bacs traités et témoins.

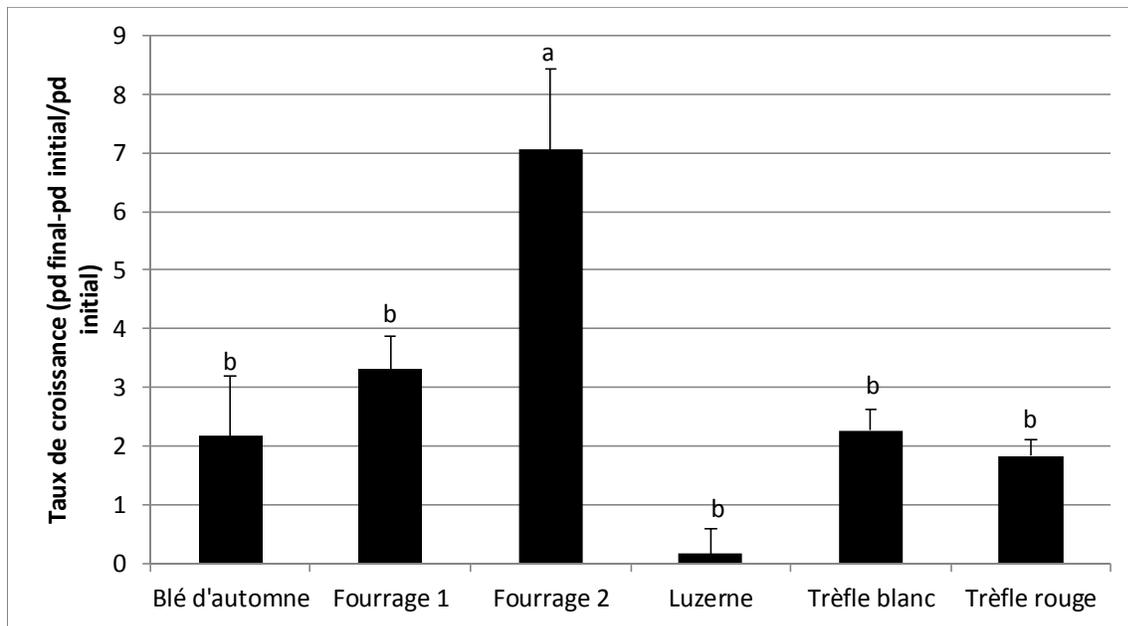
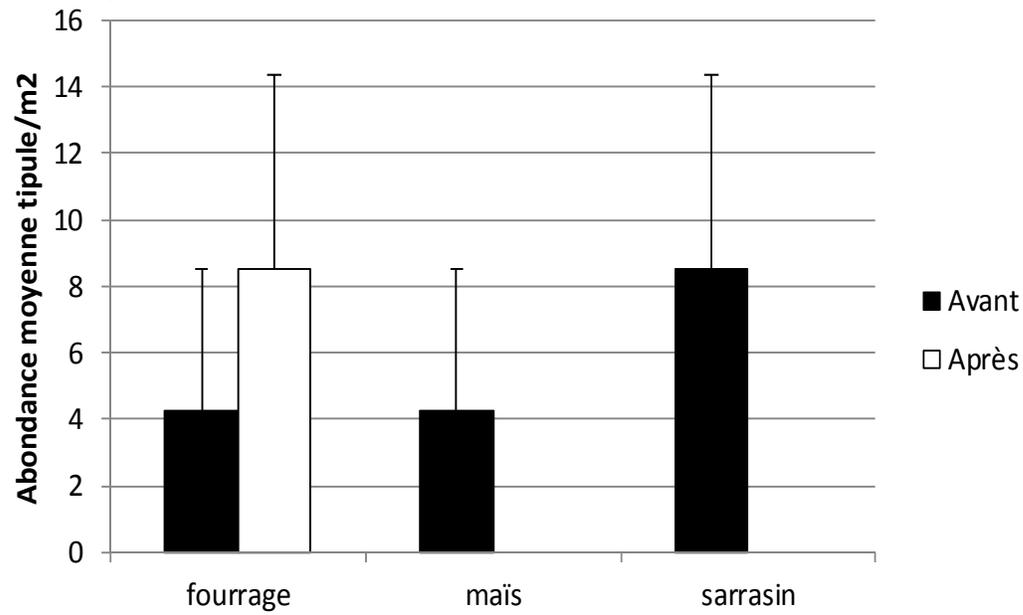


Figure 8. Taux de croissance des larves de tipules en conditions contrôlées durant quatre semaines en automne 2012.

Nota : Les lettres différentes représentent des différences statistiques significatives entre les cultures (seuil $\alpha = 0.05$).

A) Bury



B) La Patrie

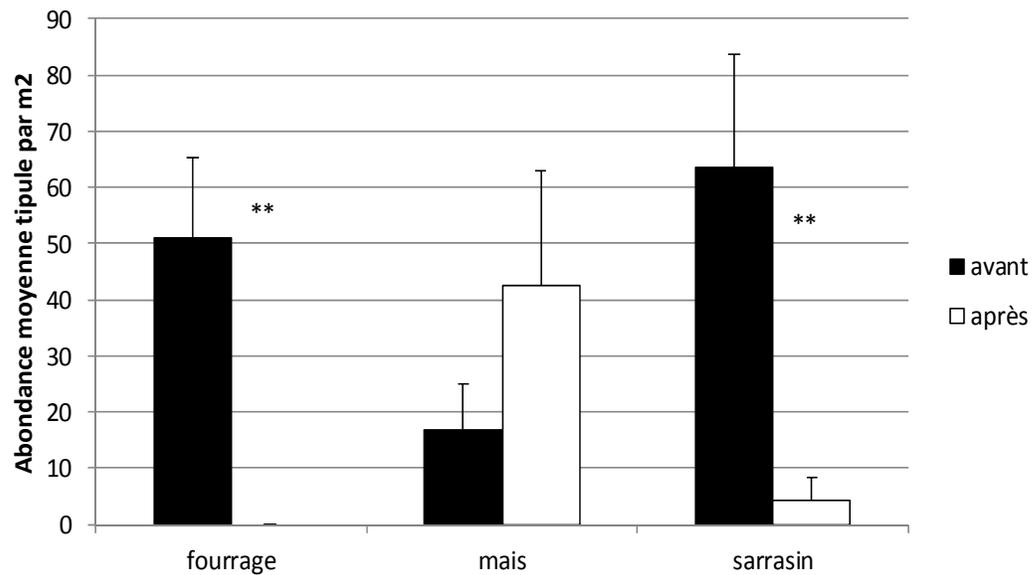


Figure 9. Abondance moyenne de tipules des prairies à Bury (A) et La Patrie (B) avant et après le semis des cultures de maïs et de sarrasin.

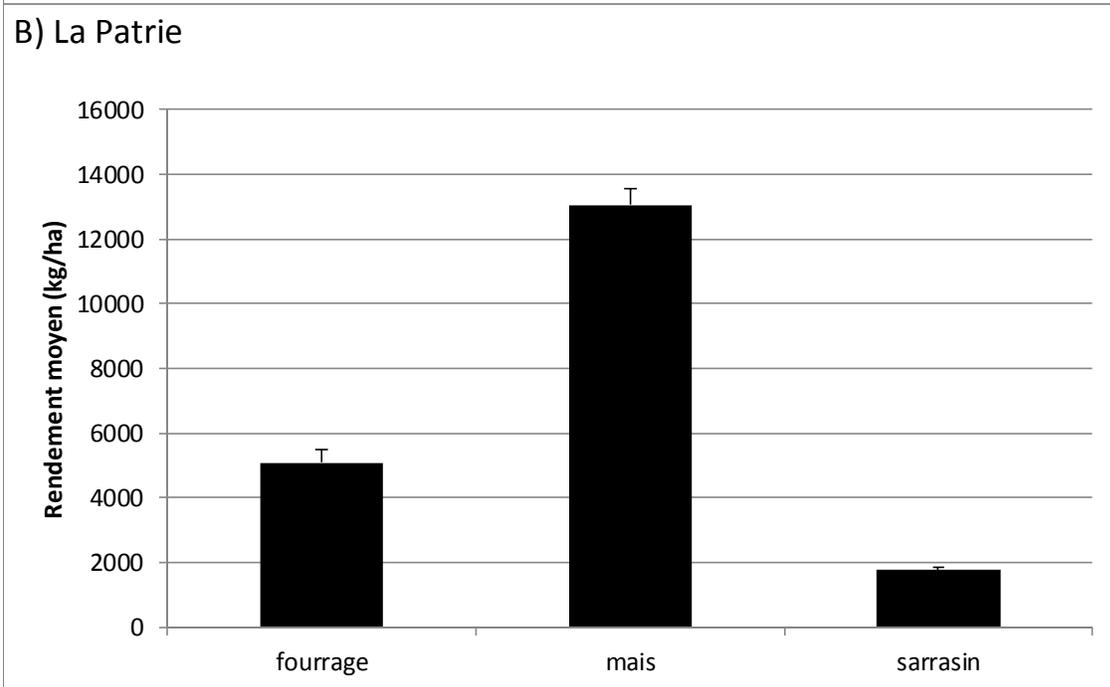
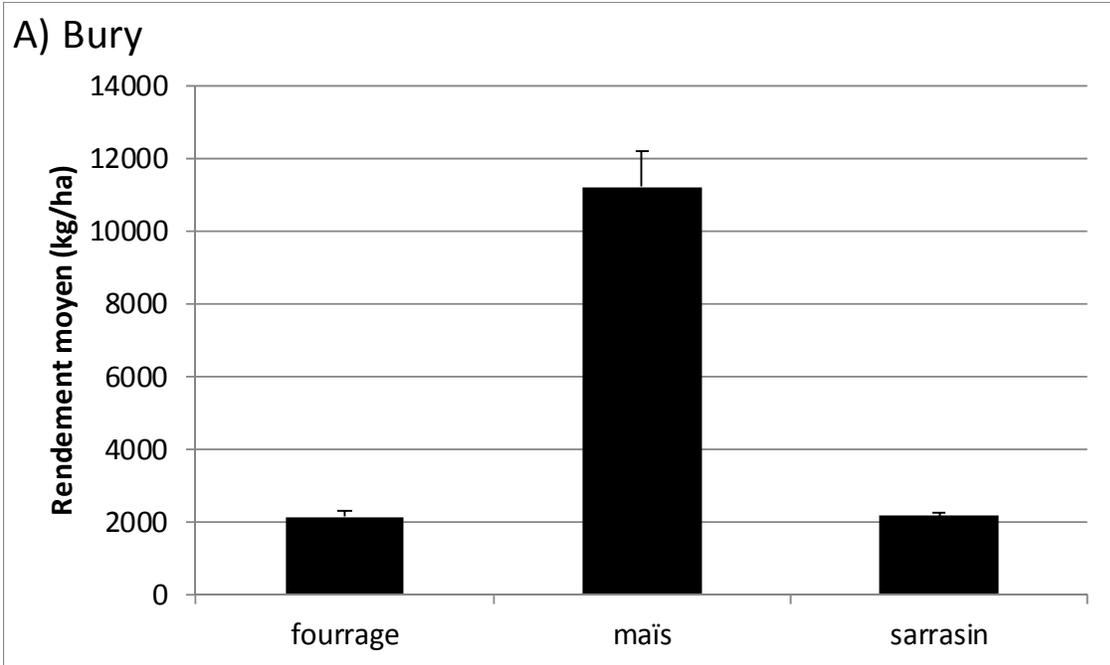


Figure 10. Rendement moyen (kg/ha) des trois cultures à Bury (A) et La Patrie (B) en 2012.

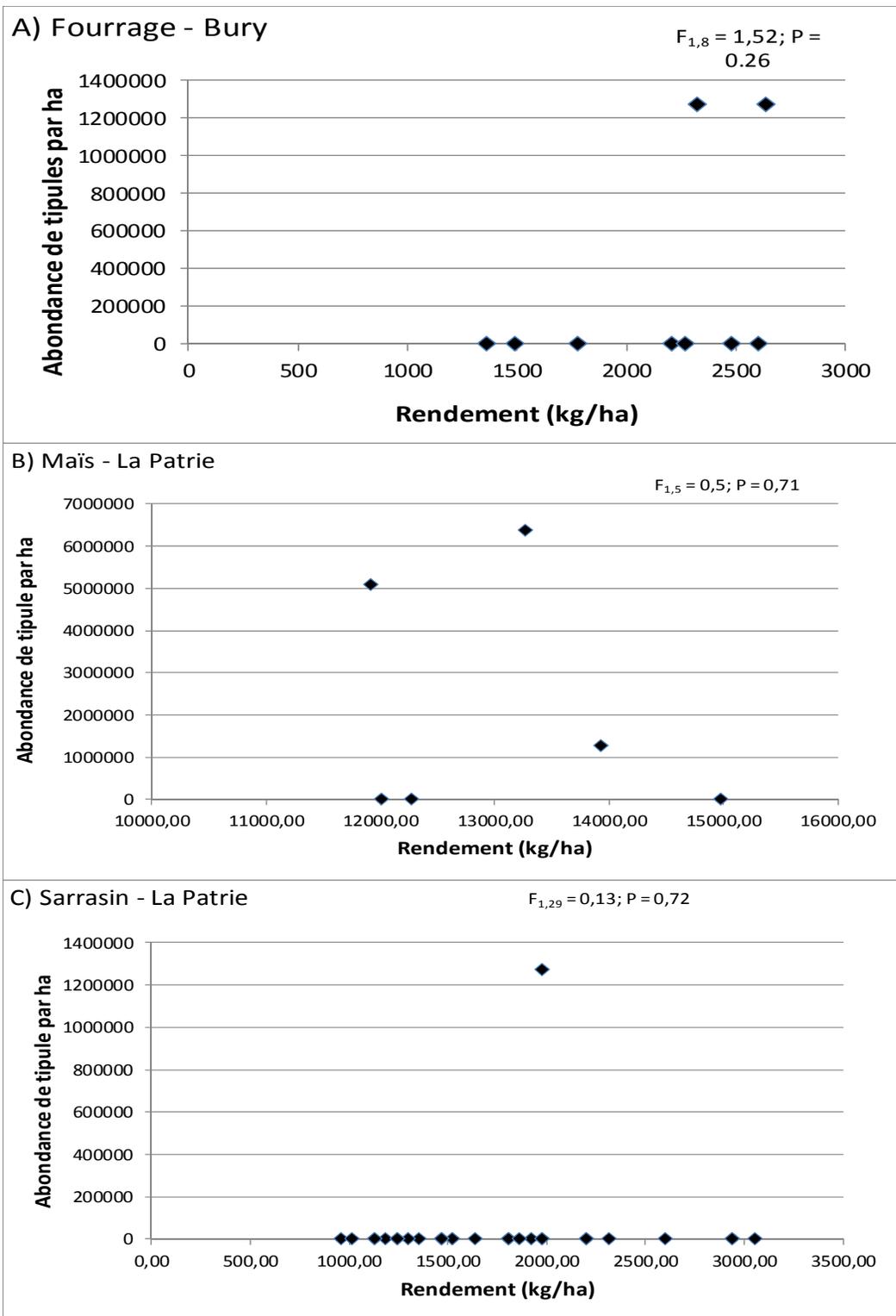


Figure 11. Relation entre le rendement (kg/ha) et l'abondance de tipules (par ha) dans le fourrage à Bury (A) et le maïs (B) et le sarrasin (C) à La Patrie.

Tableau 2. Estimation de l'abondance des tipules des prairies pouvant causer des pertes de plants au printemps selon le nombre de plants consommés par tipule au laboratoire.

Culture	Nombre de plants testés	Nombre de plants mangés	Nombre de grains/m ²	Nombre de tipule/m ² pour causer		
				100% pertes	10% pertes	5% pertes
Céréales						
Avoine	8	3	349	931	93	47
Blé	9,58	4	425	1018	102	51
Orge	9	4	375	844	84	42
Seigle	7,5	3	425	1063	106	53
Triticale	9,38	4	475	1114	111	56
Cultures fourragères						
Fourrage 1 luzerne, mil, trèfle adino, brome	91	59,37	500	766	77	38
blé	8,87	3	335	990	99	50
Fourrage 1				878	88	44
Fourrage 2	68,88	43	500	801	80	40
Trèfle blanc	72,91	63	665,5	770	77	39
Trèfle rouge	37	37	1936	1936	194	97
Cultures bio-industrielles						
Millet perlé	7	4	135	236	24	12
Panic érigé	37,75	23	1215	1994	199	100
Alpiste roseau	64	15	1290,3	5505	551	275
Grandes cultures						
Soya	3,88	0,01	40	15520	1552	776
Canola	6,67	1	100	667	67	33
Maïs	4	0,01	80	32000	3200	1600
Sarrasin	7,44	0,08	425	39525	3953	1976

* Nombre de plants réels testés en tenant compte du pourcentage de germination de chaque culture.