

Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire

RAPPORT

**DÉVELOPPEMENT DE STRATÉGIES DE DÉSHÉBAGE POUR FAVORISER L'IMPLANTATION
ADÉQUATE DU PANIC ÉRIGÉ ET SA PRODUCTIVITÉ**

No de projet 811065

Réalisé par :
Olivier Lalonde
Centre de recherche sur les grains (CÉROM) inc.

19 septembre 2016

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.

Chercheurs impliqués au projet*

Olivier Lalonde, CÉROM
Marie-Édith Cuerrier, CÉROM
Gilles Leroux, Université Laval

Partenaires au projet*

Huguette Martel, MAPAQ

Collaborateurs au projet :

Susanne Buhler, Université Laval
David Miville, Université Laval
Lisandre Bonami Marquis, Université Laval
Danielle Bernier, MAPAQ
Rosanne Alexandre, CÉROM
Jean-François Ouimet, CÉROM

**Responsable de l'institution de
recherche* :**

Yanick Graveline, CÉROM

*Seules les personnes de ces catégories confirmeront par courriel avoir pris connaissance du rapport.

FICHE DE TRANSFERT

Stratégies de désherbage pour améliorer l'implantation du panic érigé

Olivier Lalonde¹, Marie-Édith Cuerrier¹, Gilles Leroux² et Huguette Martel³

04/2012– 06/2015

FAITS SAILLANTS

Le choix d'une méthode de désherbage dans la culture du panic érigé (PÉ) repose d'abord sur une évaluation adéquate de l'état du champ où sera implantée cette dernière. Cette évaluation doit être effectuée dès le milieu de la saison précédente, afin de mettre en place une approche intégrée des moyens de lutte et de prévoir notamment un désherbage d'automne. Les traitements mécaniques et culturaux ne favorisent pas l'implantation du PÉ, dans le cadre du présent projet. Toutefois, leur utilisation dans des contextes spécifiques a déjà démontré de l'efficacité, tels que le faux-semis utilisé de manière préventive. Les herbicides anti-graminées ont tous provoqué des retards de croissance du PÉ plus ou moins importants. Leur application en prélevée (PRÉ) ou en postlevée hâtive (POST1) permet une plus longue période de rétablissement du PÉ avant la fin de la saison. C'est d'ailleurs le cas avec le foramsulfuron (OPTION 2,25 OD) appliqué en POST1. Celui-ci a produit une répression efficace des dicotylédones annuelles (DA) et des graminées annuelles (GA), tout en ne causant que des dommages modérés et temporaires au PÉ. L'ajout d'un traitement d'atrazine (AATREX LIQUID 480) en PRÉ au foramsulfuron produit un désherbage plus complet. Ces traitements chimiques pourraient très bien être précédés d'un faux-semis ou même d'un semis direct sur résidus de céréales de printemps, semées l'automne précédent. Dans le cas où seules les DA seraient présentes, le mélange commercial bromoxynil/MCPA (BUCTRIL M) appliqué en POST1 est une stratégie intéressante. Celle-ci pourrait également être combinée à une stratégie mécanique ou culturale. En général, l'utilisation d'herbicides anti-dicotylédones n'a pas affecté la croissance du PÉ.

OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Évaluer différentes stratégies intégrées de désherbage (mécanique, culturale, chimique) dans la culture du PÉ, l'année d'implantation. Le projet était composé de trois expériences indépendantes où l'efficacité de traitements (mécanique, culturale, chimique) individuels contre les MH et la tolérance de la culture furent d'abord évaluées durant l'année d'implantation du PÉ (2012, 2013) ainsi que lors d'une seconde année de croissance (2014). Les premiers résultats ont permis de développer des stratégies plus complètes, évaluées en 2014. Au total, 66 traitements différents ont été évalués dans divers plans d'expériences en blocs complets aléatoires répétés quatre fois sur trois ans et sur deux sites (CÉROM et Université Laval).

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE

La structure du présent projet a permis l'atteinte de ses objectifs, soit d'évaluer différentes stratégies de désherbage (mécanique, culturale, chimique) durant l'année d'implantation de la culture du PÉ, afin d'identifier les pratiques durables et efficaces de désherbage; de documenter la tolérance du PÉ à une gamme variée de matières actives; et de rendre disponible des moyens de désherbage pour les producteurs.

Les résultats obtenus ont contribué à effectuer deux demandes d'extension du profil d'emploi d'herbicides dans la culture du PÉ, soit l'atrazine (AATREX LIQUID 480) et le mélange commercial bromoxynil/MCPA (BUCTRIL M). Le profil d'utilisation de la première matière

¹ Centre de recherche sur les grains (CÉROM) inc.

² Université Laval

³ Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

active est limité à l'année d'implantation seulement pendant laquelle, il ne peut y avoir de récolte de la biomasse durant cette même année. Dans le cas de la deuxième matière active, le profil d'utilisation permet son application dès la deuxième année de croissance et autorise également l'utilisation du PÉ, récolté en fin de saison, comme source de foin sec en alimentation animale. Avec ces gains, les producteurs bénéficieront d'outils de désherbage sécuritaires et efficaces, leur permettant d'implanter le PÉ de façon durable et de l'utiliser de manière sécuritaire en alimentation animale.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET/OU SUIVI À DONNER

Les résultats obtenus pourraient servir dans une autre demande d'extension du profil d'emploi d'herbicides dans la culture du PÉ, mais cette fois-ci, pour contrôler les GA l'année d'implantation seulement. La matière active envisagée est le foramsulfuron appliqué en POST1. Des essais supplémentaires d'efficacité, de tolérance et de résidus seraient nécessaires pour appuyer une demande d'extension du profil d'emploi dans le cas de son utilisation dès la seconde saison de croissance, ainsi que pour l'utilisation du PÉ en alimentation animale.

Lors de l'évaluation du retard de croissance, comme effet phytotoxique d'une matière active sur une culture, la hauteur des plants est l'élément le plus souvent considérée, car facilement mesurable de manière objective. Toutefois, dans le cas d'une culture de graminée, une attention particulière devrait aussi être portée sur le tallage de celle-ci.

POINT DE CONTACT POUR L'INFORMATION

Nom du responsable du projet : Olivier Lalonde

Téléphone : 450-464-2715 poste 233

Télécopieur : 450-464-8767

Courriel : olivier.lalonde@cerom.gc.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du 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.

ACTIVITÉS DE DIFFUSION

Activité	Date	Endroit	Type de diffusion	Clientèle
Journée portes ouvertes du CÉROM	19 juillet 2012	St-Mathieu-de-Beloëil	Conférence de vulgarisation	Conseillers et producteurs
Journée Phytoprotection du CRAAQ	26 juillet 2012	St-Augustin-de-Desmaures	Conférence de vulgarisation	Conseillers et producteurs
Congrès annuel de la SPPQ	11 juin 2014	St-Marc-sur-Richelieu	Conférence scientifique	Chercheurs, conseillers
Tournée des plantes fourragères 2016 du CRAAQ	21 juin 2016	Cookshire-Eaton	Conférence de vulgarisation	Conseillers et producteurs
Guide de production du panic érigé	En rédaction		Numérique, accès illimité	Conseillers et producteurs

Les documents en appui à ces activités sont joints à l'annexe 1 dans le même ordre de présentation du tableau.

TABLE DES MATIÈRES	
FICHE DE TRANSFERT	III
ACTIVITES DE DIFFUSION	V
TABLE DES MATIERES	VI
Liste des tableaux	VII
PROBLEMATIQUE ET MISE EN CONTEXTE	1
OBJECTIFS	3
METHODOLOGIE	3
Description des sites	3
Dispositif expérimental et traitements	3
Échantillonnages et prises de données	5
Analyses statistiques.....	6
RESULTATS	6
Expérience 1 : Évaluation des méthodes de répression mécanique et culturale à l'implantation du panic érigé.....	6
<i>Année 2012</i>	6
<i>Année 2013</i>	8
<i>Année 2014</i>	9
<i>Résumé</i>	10
Expérience 2 : Évaluation de divers herbicides pour la répression des graminées annuelles dans le panic érigé	10
<i>Année 2012</i>	10
<i>Année 2013</i>	12
<i>Expérience 2 : implantation 2013, évaluation 2014</i>	15
<i>Année 2014</i>	15
<i>Résumé</i>	16
Expérience 3 : Évaluation de divers herbicides pour la répression des dicotylédones annuelles dans le panic érigé	17
<i>Année 2012</i>	17
<i>Année 2013</i>	18
<i>Expérience 3 : implantation 2013, évaluation 2014</i>	19
<i>Année 2014</i>	19
<i>Résumé</i>	20
DISCUSSION	21
Expérience 1 : Évaluation des méthodes de répression mécanique et culturale à l'implantation du panic érigé.....	21
Expérience 2 : Évaluation de divers herbicides pour la répression des graminées annuelles dans le panic érigé	22
Expérience 3 : Évaluation de divers herbicides pour la répression des dicotylédones annuelles dans le panic érigé	24
RECOMMANDATIONS	25
CONCLUSION	26
BIBLIOGRAPHIE	27
ANNEXES 1A-D : ACTIVITES DE DIFFUSION	29
ANNEXE 2 :	30
ANNEXE 3 :	31

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Températures et précipitations moyennes mensuelles de 2012 à 2014 et la normale climatique (1981-2010), aux sites de Saint-Mathieu-de-Beloëil et de Saint-Augustin-de-Desmaures.	3
Tableau 2. Liste des traitements de l'expérience 1 portant sur des méthodes de répression mécanique et culturale à l'implantation du panic érigé (2012 à 2014).	4
Tableau 3. Liste des traitements de l'expérience 2 portant sur l'évaluation d'herbicides pour la répression des graminées annuelles dans la culture du panic érigé (2012 à 2014).	5
Tableau 4. Liste des traitements de l'expérience 3 portant sur l'évaluation d'herbicides pour la répression des dicotylédones annuelles dans la culture du panic érigé (2012 à 2014).	5
Tableau 5. Résultats des différents traitements de l'expérience 1 aux sites de Saint-Augustin-de-Desmaures et de Saint-Mathieu-de-Beloëil (2012).	7
Tableau 6. Résultats des différents traitements de l'expérience 1 à Saint-Augustin-de-Desmaures (2013).	7
Tableau 7. Biomasses sèches évaluées en 2014 en fonction des différents traitements de l'expérience 1, implantée en 2013, à Saint-Mathieu-de-Beloëil.	7
Tableau 8. Résultats des différents traitements de l'expérience 1 aux sites de Saint-Augustin-de-Desmaures et de Saint-Mathieu-de-Beloëil (2014). ...	8
Tableau 9. Résultats des différents traitements de l'expérience 2 aux sites de Saint-Augustin-de-Desmaures et de Saint-Mathieu-de-Beloëil (2012)..	11
Tableau 10. Résultats des différents traitements de l'expérience 2 à Saint-Augustin-de-Desmaures (2013).	12
Tableau 11. Recouvrement des mauvaises herbes et du panic érigé et biomasse sèche du panic érigé, évalués en 2014 en fonction des différents traitements de l'expérience 2 implantés en 2013, à Saint-Augustin-de-Desmaures.	13
Tableau 12. Résultats des différents traitements de l'expérience 2 aux sites de Saint-Augustin-de-Desmaures et de Saint-Mathieu-de-Beloëil (2014)..	14

Tableau 13. Résultats des différents traitements de l'expérience 3 aux sites de Saint-Augustin-de-Desmaures et de Saint-Mathieu-de-Beloeil (2012)..	16
Tableau 14. Résultats des différents traitements de l'expérience 3 à Saint-Augustin-de-Desmaures (2013).	18
Tableau 15. Recouvrement des mauvaises herbes et du panic érigé et biomasse sèche du panic érigé, évalués en 2014 en fonction des différents traitements de l'expérience 3, implantés en 2013, à Saint-Augustin-de-Desmaures.....	18
Tableau 16. Résultats des différents traitements de l'expérience 3 aux sites de Saint-Augustin-de-Desmaures et de Saint-Mathieu-de-Beloeil (2014)..	19

PROBLÉMATIQUE ET MISE EN CONTEXTE

Le panic érigé (PÉ) (*Panicum virgatum* L.) est une graminée pérenne herbacée de climat chaud, provenant des prairies du centre Ouest des États-Unis (Teel et al., 2003). Comme pour toutes les graminées de climat chaud, il est caractérisé par une gestion très efficace des ressources minérales, solaires et hydriques. La régie de culture est simple et il est possible d'atteindre des rendements très acceptables, entre 5 et 10 t MS ha⁻¹ selon la région pédoclimatique et la fertilité du sol (RPBQ, données non publiées), considérant un faible apport en engrais minéral (50-60 kg N ha⁻¹) (Tubeileh et al., 2014; Kering et al., 2012; Perreault, 2011; Lemus et al., 2008). Le PÉ est principalement dédié à la production de biocombustible, en remplacement de l'huile à chauffage par exemple ou de biocarburant de seconde génération, mais il est aussi de plus en plus utilisé sous forme de litière en production animale, comme paillis en production fruitière ou encore intégré dans les rations totales mélangées des bovins afin d'augmenter les teneurs en fibres (Martel, communication personnelle).

La productivité et la pérennité de la culture du PÉ reposent sur sa bonne implantation. Cependant, des conditions climatiques fraîches de manière prolongée, une sécheresse printanière (Wolf et Fiske, 2009), la dormance élevée des semences ou la faible vigueur des plantules (Kimura et al., 2015; Evers et Parsons, 2003), sont d'autant de facteurs rendant le PÉ peu compétitif l'année d'implantation. De plus, la majorité des nutriments absorbés ou des sucres élaborés l'année d'implantation sont utilisés prioritairement pour développer au maximum le système racinaire (Renz et al., 2009), au détriment de la partie aérienne qui se développera plus tard en saison. Pour toutes ces raisons, le PÉ est peu compétitif et sa croissance peut être considérablement ralentie par la croissance active des mauvaises herbes (MH).

Pour réduire la compétition par les MH annuelles et favoriser une germination rapide du PÉ, quelques recommandations de base doivent être respectées. D'abord, faire une application de glyphosate l'automne ou le printemps avant le semis afin de contrôler les MH vivaces, le cas échéant. Effectuer le semis lorsque le sol est suffisamment réchauffé, mais pas avant le dernier risque de gel tardif printanier, variable selon la région et l'année. Un semis tardif permet ainsi d'effectuer la technique du faux-semis durant le mois de mai, afin de diminuer la banque de graines de MH annuelles (Leblanc et Cloutier, 1996). Une période latente de deux semaines entre les interventions mécaniques contribue à réprimer les MH de 66 % (Leblanc et Cloutier, 1996) et entre 63 et 85 % pour une période de trois semaines (Gunsolus, 1990). De plus, aucune fertilisation de la culture ne doit être effectuée lors de l'année d'implantation, afin de réduire la croissance des MH (Reid et al., 1992). Enfin, il est préférable d'effectuer la première récolte qu'au printemps de la troisième année de croissance, juste avant la reprise de celle-ci. Ainsi, la biomasse aérienne de PÉ pourra servir à la fois de protection hivernale durant les deux premiers hivers, assurant ainsi une meilleure survie, et de paillis contre les MH lors de la deuxième saison de croissance. La biomasse produite l'année d'implantation est rarement suffisante pour justifier une récolte (Martel, communication personnelle). Malgré ces précautions, le PÉ est long à s'établir l'année du semis et demeure peu compétitif.

Faute de n'avoir aucune autre alternative éprouvée, certains producteurs utilisent des herbicides non-homologués pour réduire la pression des MH annuelles l'année d'implantation. La principale matière active utilisée contre les dicotylédones annuelles (DA) l'année d'établissement est l'atrazine en prélevée (PRÉ) des MH au moment du semis. L'atrazine a l'avantage d'avoir une efficacité résiduelle, ainsi qu'un certain effet répressif sur les graminées annuelles (GA) de climat froid (Teel et al., 2003). Bien que cette matière active présente des risques élevés pour la santé et l'environnement, l'atrazine n'est seulement appliqué qu'au moment de l'implantation du PÉ, ce qui limite considérablement la charge de pesticides libérée dans l'environnement.

Le contrôle chimique des MH en postlevée (POST) de la culture est aussi possible, mais les périodes d'application recommandées sont généralement aux stades 3-4 feuilles de la culture. Renz et coll. (2009) ont observé que des traitements effectués au stade 3-4 feuilles du PÉ diminuent la qualité d'implantation et la productivité de ce dernier comparativement à des traitements effectués au stade PRÉ. Néanmoins, de tels traitements en POST (2,4-D et dicamba) sont déjà homologués au Wisconsin et semblent donner de bons résultats sans affecter le PÉ (Renz et al., 2009). Par contre, selon Samson (communication personnelle), les herbicides phytohormonaux seraient phytotoxiques pour le PÉ.

Il n'en demeure pas moins que d'autres techniques, culturales ou mécaniques, de répression des MH peuvent contribuer de manière significative à la bonne implantation du PÉ. Dans plusieurs cultures fourragères, lorsqu'il y a de fortes pressions de MH, il est fréquent que ces dernières soient fauchées juste au-dessus de la culture, afin de les étêter et ainsi limiter leur croissance (Samson, 2007). Par contre, cette technique ne semble jamais avoir été documentée en comparaison avec d'autres stratégies. L'occupation de la surface en culture en présemis est aussi envisageable. En Virginie, Wolf et Fiske (2009) recommandent le semis d'une céréale d'automne, l'automne précédent l'implantation du PÉ, limitant ainsi la croissance des MH. Les plants de céréales sont détruits avant le semis du PÉ le printemps suivant, soit en appliquant un herbicide non-sélectif soit en brûlant la céréale afin de ne pas bouleverser le sol. Les feux dirigés n'étant pas une pratique courante au Québec, l'usage d'un herbicide non-sélectif ou l'enfouissement mécanique de la culture pourraient être envisagés. Enfin, une céréale en plante-abri de cultures fourragère est fréquemment utilisée par les producteurs agricoles. Cette technique pourrait être considérée, en prenant toutefois soin de détruire la plante-abri avant que celle-ci nuise au PÉ. L'objectif de cette technique est de rapidement prendre la place, au détriment des MH, puis de détruire la plante-abri pour réduire ses effets collatéraux sur le PÉ.

Cette étude a pour objectif d'évaluer différentes méthodes de désherbage mécanique, chimique et cultural en PRÉ et en POST dans la culture du PÉ. Les stratégies les plus prometteuses permettront une meilleure réussite de cette culture pérenne par les producteurs. Une bonne implantation du PÉ permettra de limiter l'utilisation des herbicides lors des années subséquentes. Cette culture contribue grandement à la protection des ressources sol-eau.

OBJECTIFS

Évaluer différentes stratégies de désherbage (mécanique, culturale, chimique) durant l'année d'implantation de la culture du panic érigé afin 1) d'identifier des pratiques durables et efficaces de désherbage; 2) de documenter la tolérance du PÉ à une gamme variée de matières actives ; 3) de rendre disponible des moyens de désherbage pour les producteurs;

MÉTHODOLOGIE

Description des sites

Le projet de recherche a été mis en place dans deux régions présentant des caractéristiques contrastantes tant au niveau édaphique que climatique, soit au Centre de recherche sur les grains (CÉROM) inc., à Saint-Mathieu-Beloil (SMB) en Montérégie Est, et à la station agronomique de l'Université Laval, à Saint-Augustin-de-Desmaures (AUG) dans la Capitale-Nationale. Dans la première région, les sols sont de texture fine, avec 15 % de sable, 51 % de limon et 34 % d'argile, alors que dans la seconde région, le sol de texture grossière présente 64 % de sable, 22 % de limon et 14 % d'argile. Les données climatiques mesurées aux stations météorologiques de chacune des fermes expérimentales sont présentées au tableau 1.

Tableau 1. Températures et précipitations moyennes mensuelles de 2012 à 2014 et la normale climatique (1981-2010), aux sites de Saint-Mathieu-de-Beloil et de Saint-Augustin-de-Desmaures.

Saint-Mathieu-de-Beloil					Saint-Augustin-de-Desmaures				
Mois	2012*	2013	2014	Normales 30 ans**	Mois	2012*	2013	2014	Normales 30 ans**
Températures (°C)					Températures (°C)				
Mai	15,8	15,2	14,4	13,4	Mai	13	14,8	11,9	13,1
Juin	19,9	17,9	19,7	18,6	Juin	17,4	17,5	17,4	18,4
Juillet	21,8	21,8	20,8	20,6	Juillet	20	21,6	19,4	20,9
Août	21,3	19,6	19,7	19,5	Août	19,8	19,1	18,5	19,6
Septembre	15,4	14,8	15,4	15,1	Septembre	14,5	14,3	13,5	14,8
Octobre	10,5	10	10,6	8,2	Octobre	8	9,2	8,5	7,8
Précipitations (mm)					Précipitations (mm)				
Mai	124,3	101,2	92,9	85,6	Mai	102,1	114,4	72,3	84,4
Juin	59,7	102,3	172,4	97,1	Juin	127	176,6	106,1	106,7
Juillet	63,2	41,8	81,7	102,5	Juillet	75,7	66,4	137,6	90,3
Août	88,4	91,2	61,8	98,7	Août	64	132,4	169,3	90,2
Septembre	85,9	71	35,9	87,2	Septembre	24,1	68,8	104,9	94,7
Octobre	108,3	74	73,2	103,8	Octobre	192,5	104,2	127	91,6
Total	529,8	481,5	517,9	574,9	Total	585,4	662,8	717,2	557,9

*Station météorologique de la ferme expérimentale

**Environnement Canada, station Sainte-Madeleine, 1981-2010

*Station météorologique de la ferme expérimentale

**Environnement Canada, station Aéroport Jean-Lesage, 1981-2010

Dispositif expérimental et traitements

Pour atteindre les objectifs, le projet était composé de trois expériences indépendantes, où l'efficacité des traitements contre les MH et la tolérance de la culture ont été évaluées, durant l'année d'implantation du PÉ.

- Expérience 1. Cette expérience comportait principalement des méthodes de répression mécanique et culturale des MH. Le nombre de traitements variait de six à neuf selon l'année (Tableau 2).
- Expérience 2. Cette expérience a permis d'évaluer divers herbicides pour la répression des GA. Le nombre de traitements a varié de 12 à 16 selon les années (Tableau 3).
- Expérience 3. Cette expérience a permis d'évaluer divers herbicides pour la répression des DA. Le nombre de traitements a varié de 12 à 14 selon les années (Tableau 3).

Pour chacune des expériences, les traitements ont été évalués dans des dispositifs en blocs complets aléatoires répétés quatre fois.

Tableau 2. Liste des traitements de l'expérience 1 portant sur des méthodes de répression mécanique et culturale à l'implantation du panic érigé (2012 à 2014).

Saison 2012			Saison 2013			Saison 2014		
Traitements	Stade*	Dose (kg m.a./ha)	Traitements	Stade	Dose (kg m.a./ha)	Traitements	Stade	Dose (kg m.a./ha)
1 Témoin enherbé			Témoin enherbé			Témoin enherbé		
2 Témoin déséché à la main			Témoin déséché à la main			Témoin déséché à la main		
3 Deux faux-semis à 14 jours d'intervalle			Avoine 60 kg/ha + Fauche (2X)			Témoin déséché à la main + Atrazine + Dicamba	POST	1,200 0,288
4 Glyphosate avant le semis	PS	0,900	Avoine 80 kg/ha + Fauche (2X)			Avoine (40 kg/ha) + Fauche (2X)		
5 Fauche			Avoine 60 kg/ha + Dicamba + Fauches (2X) + Atrazine	POST	0,288 1,200	Avoine (60 kg/ha) + Fauche (2X)		
6 Deux faux-semis à 14 jours d'intervalle +Fauche des mauvaises herbes			Avoine 80 kg/ha + Dicamba + Fauches (2X) + Atrazine	POST	0,288 1,200	Avoine (80 kg/ha) + Fauche (2X)		
7 Glyphosate avant le semis +Fauche des mauvaises herbes	PS	0,900				Avoine (40 kg/ha)-Atrazine + Dicamba	POST	1,200 0,288
8						Avoine (60 kg/ha)-Atrazine + Dicamba	POST	1,200 0,288
9						Avoine (80 kg/ha)-Atrazine + Dicamba	POST	1,200 0,288

*PS: présemis; POST: post levée

Le travail primaire du sol a été un labour, effectué l'automne précédent le semis, suivi de deux passages d'un vibroculteur pour préparer le lit de semence le printemps suivant. Pour un même site, les trois expériences ont été ensemencées la même journée. Le cultivar utilisé, Cave-in-rock, provenait du même lot de semence pour les deux sites pour une même année donnée. Le taux de semis était de 10 kg ha⁻¹ et a été ajusté en fonction de la pureté de la semence (PLS). La taille des parcelles variait entre 1,6 (9 rangs) (AUG) et 1,8 m (10 rangs) (SMB) de largeur sur 6 m de longueur. L'espacement entre les rangs était de 18 cm et la profondeur de semis, 1 cm (Girouard, 2007). Le semis a été réalisé avec un semoir expérimental à céréales et, le cas échéant, un rouleau compacteur a été utilisé avant et/ou après le semis, pour uniformiser la profondeur du semis et assurer un bon contact sol-semence. Aucune fertilisation n'a été appliquée.

À AUG, les traitements herbicides ont été appliqués avec une bicyclette MAT-OSU, équipée de buses TJ-11002 DG avec un espacement de 50 cm sur la rampe et positionnées à une hauteur de 50 cm. Le volume de bouillie était de 200 l ha⁻¹ et à une pression de 200 kPa. À SMB, les traitements herbicides ont été appliqués avec un pulvérisateur MS P575, équipé de buses TJ-11002 DG avec un espacement de 50 cm sur la rampe et positionnées à une hauteur de 50 cm. Le volume de bouillie était de 200 l ha⁻¹ et à une pression de 200 kPa.

En 2013 et en 2014, un traitement de bentazone (BASAGRAN FORTÉ) fut appliqué sur l'ensemble de l'expérience 2, à l'exception des parcelles associées aux témoins (traitements 1 et 3), pour réduire la pression des DA. Ceci a permis de faire une évaluation plus juste de l'efficacité des traitements sur les GA et de la tolérance de la culture à ces traitements.

Tableau 3. Liste des traitements de l'expérience 2 portant sur l'évaluation d'herbicides pour la répression des graminées annuelles dans la culture du panic érigé (2012 à 2014).

Traitements	Stade*	Dose (kg m.a./ha)	Traitements	Stade	Dose (kg m.a./ha)	Traitements	Stade	Dose (kg m.a./ha)
Saison 2012			Saison 2013			Saison 2014		
1 Témoin enherbé			Témoin enherbé			Témoin enherbé		
2 Témoin dés herbé à la main			Témoin enherbé + Bentazone	POST 1	0,840	Témoin enherbé + Bentazone	POST 1	1,080
3 Diméthénamide-P	PRÉ	0,544	Témoin dés herbé à la main			Témoin dés herbé à la main		
4 Diméthénamide-P	PRÉ	0,619	Témoin dés herbé à la main + Bentazone	POST 1	0,840	Témoin dés herbé à la main + Bentazone	POST 1	1,080
5 Isoxaflutole/cyprosulfamide + Atrazine	PRÉ	0,105	Diméthénamide-P	PRÉ	0,544	Diméthénamide-P	PRÉ	0,544
6 Simazine	PRÉ	1,100	+ Bentazone	POST 1	0,840	+ Bentazone	POST 1	1,080
7 Diméthénamide-P	POST 1	0,619	Diméthénamide-P + Bentazone	POST 1	0,840	Diméthénamide-P + Bentazone	POST 1	1,080
8 Foramsulfuron	POST 1	0,035	Isoxaflutole	PRÉ	0,040	Isoxaflutole	PRÉ	0,079
9 Imazéthapyr	POST 1	0,050	+ Atrazine	PRÉ	0,802	+ Atrazine	PRÉ	0,802
10 s-métolachlore/benoxacor	POST 1	1,140	+ Bentazone	POST 1	0,840	+ Bentazone	POST 1	1,080
11 Foramsulfuron	POST 2	0,035	Simazine	PRÉ	1,500	Simazine	PRÉ	1,500
12 Nicosulfuron	POST 2	0,033	+ Bentazone	POST 1	0,840	+ Bentazone	POST 1	1,080
13			Diméthénamide-P + Bentazone	POST 1	0,619	Diméthénamide-P + Bentazone	POST 1	0,619
14			Foramsulfuron + Bentazone	POST 1	0,840	Foramsulfuron + Bentazone	POST 1	1,080
15			Imazéthapyr + Bentazone	POST 1	0,050	Imazéthapyr + Bentazone	POST 1	1,080
16			s-métolachlore/benoxacor + Bentazone	POST 1	1,600	s-métolachlore/benoxacor + Bentazone	POST 1	1,600
			Foramsulfuron + Bentazone	POST 1	0,840	Foramsulfuron + Bentazone	POST 1	1,080
			Nicosulfuron + Bentazone	POST 2	0,033	Nicosulfuron + Bentazone	POST 2	0,033
				POST 1	0,840		POST 1	1,080
						Atrazine	PRÉ	1,488
						+Foramsulfuron	POST 1	0,035
						+ Bentazone	POST 1	1,080
						Atrazine	PRÉ	1,488
						+Imazéthapyr	POST 1	0,050
						+ Bentazone	POST 1	1,080

*PRÉ: prélevée; POST1: postlevée hâtive, POST2: postlevée.

Tableau 4. Liste des traitements de l'expérience 3 portant sur l'évaluation d'herbicides pour la répression des dicotylédones annuelles dans la culture du panic érigé (2012 à 2014).

Traitements	Stade*	Dose (kg m.a./ha)	Traitements	Stade	Dose (kg m.a./ha)	Traitements	Stade	Dose (kg m.a./ha)
Saison 2012			Saison 2013			Saison 2014		
1 Témoin enherbé			Témoin enherbé			Témoin enherbé		
2 Témoin dés herbé à la main			Témoin dés herbé à la main			Témoin dés herbé à la main		
3 Atrazine	PRÉ	1,008	Atrazine	PRÉ	1,008	Atrazine	PRÉ	1,008
4 Imazéthapyr	PRÉ	0,050	Atrazine	PRÉ	1,488	Atrazine	PRÉ	1,488
5 Méso-trione	PRÉ	0,144	Imazéthapyr	PRÉ	0,050	Imazéthapyr	PRÉ	0,050
6 2,4-D amine 500	POST	0,329	Méso-trione	PRÉ	0,144	Méso-trione	PRÉ	0,144
7 Bentazone	POST	0,840	+ Atrazine		0,297	+ Atrazine		0,280
8 Bromoxynil	POST	0,280	Bentazone	POST	0,840	Bentazone	POST	0,840
9 Bromoxynil/MCPA	POST	0,560	Bentazone	POST	1,080	Bentazone	POST	1,080
10 Dicamba	POST	0,110	Bromoxynil/MCPA	POST	0,560	Bromoxynil/MCPA	POST	0,560
11 Dicamba	POST	0,288	Bromoxynil/MCPA	POST	1,120	Bromoxynil/MCPA	POST	1,120
12 Diflufenzopyr/Dicamba	POST	0,285	Dicamba	POST	0,288	Dicamba	POST	0,288
13 MCPA amine 500	POST	0,350	Diflufenzopyr/Dicamba	POST	0,285	Diflufenzopyr/Dicamba	POST	0,285
14 Méso-trione	POST	0,144						

*PRÉ: prélevée; POST: postlevée.

Échantillonnages et prises de données

Pour chacune des expériences, les variables dépendantes suivantes ont été mesurées, soit

- 1) la date d'émergence (50 % des plants émergés);
- 2) le recouvrement (%) du PÉ et des MH à 1, 3, 5 et 8 semaines après émergence (SAE);
- 3) la répression des MH comparée à un témoin enherbé à 1, 3, 5 et 8 SAE;

4) la phytotoxicité de la culture comparée à un témoin désherbé à la main, soit la présence d'un ou plusieurs des symptômes suivants : chlorose, nécrose, malformation ou retard de croissance (principalement la hauteur dans la présente étude);

5) la biomasse sèche des MH ainsi que la biomasse du PÉ et sa hauteur à 8 SAE, puis après un gel mortel, octobre à AUG et novembre à SMB.

Les parcelles des expériences 2 et 3, implantées en 2013 à AUG, ont été maintenues en 2014 afin d'évaluer l'efficacité des traitements à permettre une bonne reprise de croissance du PÉ ainsi que sa productivité en fin de saison. Pour ce volet, les recouvrements (%) du PÉ et des MH et les rendements par parcelles du PÉ, à l'aide d'une fourragère expérimentale, ont été mesurés après un gel mortel.

Pour le site de SMB en 2013, les trois expériences ont été abandonnées en cours de saison, en raison d'une population trop faible du PÉ. Les parcelles de l'expérience 1 n'ayant pas encore été détruites en fin de saison 2013, ont finalement été conservées jusqu'en 2014 pour y évaluer la reprise de croissance du PÉ et sa biomasse en fonction des traitements.

Analyses statistiques

Pour comparer les effets des différents traitements, les données ont été soumises à l'analyse de la variance en utilisant la procédure GLM de SAS (2009) et *lsmeans* avec un niveau de signification fixé à $p \leq 0,05$, pour les années 2012 et 2013 du volet 1 des deux sites et du volet 2 à AUG. Pour la saison 2014, la procédure MIXED de SAS (2009) a été utilisée, où les traitements ont été considérés comme des effets fixes et les blocs, comme des effets aléatoires. Par la suite, des comparaisons de moyennes en se basant sur un LSD protégé à posteriori de Fisher avec un niveau de signification fixé à $p \leq 0,05$, ont été utilisées lorsque des effets significatifs des traitements ont été détectés. Lorsque nécessaire, la transformation racine carrée des données brutes fut utilisée pour améliorer l'homogénéité et la normalité de la variance. Les tableaux présentent les moyennes brutes ou détransformées, selon le cas.

RÉSULTATS

Expérience 1 : Évaluation des méthodes de répression mécanique et culturale à l'implantation du panic érigé

Année 2012

Saint-Augustin-de-Desmaures

À AUG, la hauteur du PÉ ne diffère pas entre tous les traitements (Tableau 5). Seule la biomasse sèche du PÉ dans les parcelles associées au témoin désherbé à la main (n° 2) (TDM) est significativement plus élevée comparativement aux autres traitements (n°s 1, 3-7). Les traitements n°s 4, 5, 6, 7 ont permis de réduire la pression des MH comparativement au traitement enherbé (n° 1) (TE). Par contre, la pression des MH dans ces parcelles y est tout de même différente de celle retrouvée dans le TDM. Aucun de ces traitements ne permet de contrôler efficacement les principales MH. La biomasse sèche totale des MH est très élevée

pour tous les traitements. Cependant, les traitements n^{os} 3 et 5 ont permis de réduire significativement la biomasse des MH comparativement au TE.

Tableau 5. Résultats des différents traitements de l'expérience 1 aux sites de Saint-Augustin-de-Desmaures et de Saint-Mathieu-de-Beloil (2012).

No.	Traitement	Stade	Dose (kg m.a./ha)	Hauteur moyenne panic érigé (cm)	Biomasse sèche panic érigé (g/m ²)		Recouvrement MH ₃ (%)			Répression MH (%)				Biomasse MH (g/m ²)			
					3 SAE ₄	8 SAE	9 SAE	Octobre	3 SAE	5 SAE	8 SAE	Amarante racine rouge	Chénopode blanc		Galinsoga cilié	Panic capillaire	
Saint-Augustin-de-Desmaures																	
1	Témoin enherbé			13	58	90 B ₂	94 B	88 A	88 A	88 A	0 C	0 C	0 C	0 C	552 A		
2	Témoin dés herbé à la main			17	74	463 A	454 A	0 D	0 D	0 D	100 A	100 A	100 A	100 A	0 C		
3	Deux faux semis à 14 jours d'intervalle			14	57	69 B	86 B	84 AB	84 AB	84 AB	60 B	60 B	73 B	61 B	334 B		
4	Glyphosate avant le semis	POST ₁	0,9	14	62	88 B	83 B	71 BC	79 BC	79 BC	61 B	60 B	77 B	60 B	437 AB		
5	Fauche			11	55	67 B	96 B	78 ABC	80 BC	79 BC	60 B	63 B	65 B	60 B	352 B		
6	Deux faux semis à 14 jours d'intervalle Fauche des mauvaises herbes			13	58	70 B	80 B	81 AB	79 BC	79 BC	61 B	64 B	67 B	64 B	428 AB		
7	Glyphosate avant le semis Fauche des mauvaises herbes	POST	0,9	12	63	113 B	108 B	6 C	74 C	75 C	63 B	61 B	63 B	63 B	409 AB		
				LSD (0,05)	ns ₂	ns	86	51	13	7	7	3	5	10	4	143	
Saint-Mathieu-de-Beloil																	
				4 SAE	7 SAE	9 SAE	Novembre	3 SAE	6 SAE	8 SAE	Chénopode blanc	Moutarde des champs	Laïteron des champs	Pied-de-coq	Sétaire glauque	9 SAE	
1	Témoin enherbé			19 AB	52	171	182	16 A	20 A	17 A	0 C	0 B	0 C	0 B	0 C	155 A	
2	Témoin dés herbé à la main			19 AB	57	232	208	0 B	0 D	0 D	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	0 B	
3	Deux faux semis à 14 jours d'intervalle			21 A	54	217	203	3 B	4 CD	8 BC	4 C	99 A	92 A	62 A	77 AB	82 AB	
4	Glyphosate avant le semis	POST	0,9	18 ABC	56	233	246	1 B	2 CD	3 CD	50 B	99 A	93 A	88 A	96 A	75 AB	
5	Fauche			13 D	59	214	214	11 A	13 B	11 B	6 C	50 A	47 B	63 A	79 AB	89 AB	
6	Deux faux semis à 14 jours d'intervalle Fauche des mauvaises herbes			15 CD	54	218	197	3 B	3 CD	5 C	28 BC	99 A	91 A	63 A	46 B	100 AB	
7	Glyphosate avant le semis Fauche des mauvaises herbes	POST	0,9	16 BCD	59	214	231	5 B	6 C	4 CD	59 B	99 A	71 AB	88 A	97 A	81 AB	
				LSD (0,05)	3	ns	ns	ns	6	6	5	33	59	35	55	37	123

1 Semaines après émergence
 2 des lettres différentes indiquent une différence significative à $p \leq 0,05$
 3 Mauvaises herbes
 4 Postlevée des mauvaises herbes
 5 Non significatif

Tableau 6. Résultats des différents traitements de l'expérience 1 à Saint-Augustin-de-Desmaures (2013).

No.	Traitement	Stade	Dose (kg m.a./ha)	Hauteur moyenne panic érigé (cm)	Biomasse sèche (g/m ²)		Recouvrement MH ₃ (%)	Répression MH (%)					Biomasse MH (g/m ²)			
					Panic érigé	Avoine		Amarante racine rouge	Bourse à pasteur	Chénopode blanc	Galinsoga cilié	Sétaire glauque	DA	GA		
Saint-Augustin-de-Desmaures																
				7 SAE ₁	Octobre	7 SAE	7 SAE	5 SAE	5 SAE	5 SAE	5 SAE	5 SAE	5 SAE	7 SAE	7 SAE	
1	Témoin enherbé			39 A ₃	82 AB	80 B	0 C	34 A	0 B	0 B	0 C	0 C	0 B	146 A	150 A	
2	Témoin dés herbé à la main			43 A	106 A	214 A	0 C	0 B	99 A	99 A	99 A	99 A	99 A	0 B	0 B	
3	Avoine 60 kg/ha + Fauche (2X)			27 B	64 BC	2 C	285 A	3 B	99 A	98 A	98 AB	95 B	98 A	14 B	16 B	
4	Avoine 80 kg/ha + Fauche (2X)			22 BC	45 C	0 C	264 A	3 B	99 A	99 A	97 B	97 AB	98 A	7 B	4 B	
5	Avoine 60 kg/ha + Dicamba + fauches (2X POST ₁ + atrazine)		0,288 1,2	24 BC	52 BC	1 C	199 B	1 B	99 A	99 A	99 A	99 A	99 A	0 B	6 B	
6	Avoine 80 kg/ha + Dicamba + fauches (2X POST ₁ + atrazine)		0,288 1,2	19 C	51 BC	4 C	184 B	1 B	99 A	99 A	99 A	99 A	99 A	0 B	8 B	
				LSD (0,05)	6	32	52	42	5	1	1	1	2	1	40	42

1 Semaines après émergence
 2 des lettres différentes indiquent une différence significative à $p \leq 0,05$
 3 Mauvaises herbes
 4 Postlevée de l'avoine

Tableau 7. Biomasses sèches évaluées en 2014 en fonction des différents traitements de l'expérience 1, implantée en 2013, à Saint-Mathieu-de-Beloil.

No.	Traitement	Stade	Dose (kg m.a./ha)	Biomasse sèche (g/m ²)		
				PE ₂	DA	GA
1	Témoin enherbé			53 B ₃	142	7
2	Témoin dés herbé à la main			557 A	86	1
3	Avoine 60 kg/ha + Fauche (2X)			16 B	114	5
4	Avoine 80 kg/ha + Fauche (2X)			28 B	110	11
5	Avoine 60 kg/ha + Dicamba + fauches (2X) + atrazine	POST	0,288 1,2	30 B	129	28
6	Avoine 80 kg/ha + Dicamba + fauches (2X) + atrazine	POST	0,288 1,2	30 B	103	10
				<0,0001	0,2676	0,1347

1 Postlevée de l'avoine
 2 PE: panic érigé; DA: dicotylédones annuelles; GA: graminées annuelles
 3 des lettres différentes indiquent une différence significative à $p \leq 0,05$

Saint-Mathieu-de-Beloëil

À SMB, les différents traitements n'ont pas influencé significativement la biomasse sèche du PÉ, ni à 9 SAE, ni en fin de saison (Tableau 5). Le recouvrement et la biomasse des MH sont de faibles valeurs en général sur l'ensemble de l'essai. Les traitements n^{os} 3 à 7 ont tout de même permis de réduire significativement la pression des MH comparativement au TE. Bien qu'aucun traitement n'ait permis de réduire significativement la biomasse des MH par rapport au TE, tous ont produit des biomasses plus faibles que ce dernier.

Tableau 8. Résultats des différents traitements de l'expérience 1 aux sites de Saint-Augustin-Desmaures et de Saint-Mathieu-de-Beloëil (2014).

No.	Traitement	Stade	Dose (kg m.a./ha)	Hauteur moyenne panic érigé (cm)			Biomasse sèche panic érigé (g/m ²)			Recouvrement MH _s (%)			Répression MH (%)		Biomasse MH (g/m ²)		
				Saint-Augustin-de-Desmaures			Panic érigé			Avoine			DA		GA		
				2 SAE ₁	4 SAE	Octobre	9 SAE	Octobre	9 SAE	1 SAE	6 SAE	8 SAE	6 SAE	8 SAE	9 SAE	9 SAE	
1	Témoin enherbé			4	13	53 B ₂	3 B	1 C	.	53 A	84 A	90 A	0 C	0 E	341 A	237 A	
2	Témoin dés herbé à la main			5	11	75 A	78 A	259 A	.	0 E	0 E	0 D	100 A	100 A	0 B	0 D	
3	Témoin dés herbé à la main + Atrazine + Dicamba	POST ₄	1,2 0,288	5	14	74 A	104 A	150 AB	.	0 E	0 E	0 D	100 A	100 A	0 B	0 D	
4	Avoine (40 kg/ha) + Fauche (2X)			3	13	50 B	4 B	6 C	57	40 B	53 B	58 B	24 B	49 D	39 B	114 B	
5	Avoine (60 kg/ha) + Fauche (2X)			4	11	48 B	2 B	3 C	53	28 C	48 BC	54 B	33 B	52 CD	50 B	121 B	
6	Avoine (80 kg/ha) + Fauche (2X)			4	13	42 B	2 B	3 C	47	15 D	38 C	58 B	41 B	61 CD	31 B	106 B	
7	Avoine (40 kg/ha)-Atrazine + Dicamba	POST	1,2 0,288	5	10	56 B	22 B	35 B	24	13 D	13 D	20 C	99 A	70 BC	0 B	97 B	
8	Avoine (60 kg/ha)-Atrazine + Dicamba	POST	1,2 0,288	5	11	58 B	12 B	32 B	25	9 D	10 DE	14 CD	99 A	79 BC	0 B	47 C	
9	Avoine (80 kg/ha)-Atrazine + Dicamba	POST	1,2 0,288	4	10	57 B	9 B	18 B	21	6 DE	6 DE	10 CD	99 A	88 AB	0 B	47 C	
LSD (0,05)				ns ₅	ns	<.0001	<.0001	<.0001	ns	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	
Saint-Mathieu-de-Beloëil																	
				Panic érigé			Avoine			DA		GA		DA		GA	
				2 SAE	4 SAE	Octobre	8 SAE	Octobre	8 SAE	1 SAE	6 SAE	8 SAE	6 SAE	6 SAE	8 SAE	8 SAE	8 SAE
1	Témoin enherbé			9	31 A	96 A	32 C	257 BC	0 C	5 A	40 A	34 A	0 D	0 D	6	51 A	
2	Témoin dés herbé à la main			10	25 AB	108 A	53 B	239 BC	0 C	0 C	0 C	0 D	100 A	100 A	0	0 D	
3	Témoin dés herbé à la main + Atrazine + Dicamba	POST	1,2 0,288	9	31 A	104 A	77 A	337 A	0 C	0 C	0 C	0 D	100 A	100 A	0	0 D	
4	Avoine (40 kg/ha) + Fauche (2X)			9	26 AB	52 CD	5 E	389 A	98 A	1 B	6 B	11 BC	98 C	83 C	2	16 BC	
5	Avoine (60 kg/ha) + Fauche (2X)			8	22 B	51 D	7 E	320 AB	83 A	1 B	5 B	10 BC	99 B	83 C	0	7 BCD	
6	Avoine (80 kg/ha) + Fauche (2X)			8	21 B	51 D	6 E	318 B	82 A	1 BC	3 BC	8 C	99 B	91 B	0	9 BCD	
7	Avoine (40 kg/ha)-Atrazine + Dicamba	POST	1,2 0,288	8	20 B	73 B	25 CD	319 AB	47 B	2 B	5 B	13 B	99 BC	85 BC	0	17 B	
8	Avoine (60 kg/ha)-Atrazine + Dicamba	POST	1,2 0,288	8	23 B	63 BCD	18 CDE	255 BC	42 B	2 B	4 BC	10 BC	99 B	86 BC	0	13 BC	
9	Avoine (80 kg/ha)-Atrazine + Dicamba	POST	1,2 0,288	8	21 B	65 BC	15 DE	213 C	44 B	2 B	3 BC	8 C	99 B	89 BC	0	12 BCD	
LSD (0,05)				<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0,0008	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0,0681	0,0005	

1 Semaines après émergence

2 des lettres différentes indiquent une différence significative à $p \leq 0,05$

3 Mauvaises herbes

4 Postlevée de l'avoine

5 Non significatif

Année 2013

Saint-Augustin-de-Desmaures

En 2013, lorsqu'une plante-abri d'avoine est implantée avec le PÉ (n^{os} 3 à 6), la biomasse du PÉ, tout comme celles des DA et des GA, sont quasi nulles, en comparaison à celles présentes dans les parcelles témoins sans avoine (n^{os} 1 et 2) (Tableau 6). À la fin de la saison, la hauteur du PÉ est supérieure dans les témoins (n^{os} 1 et 2). Les traitements de dicamba + atrazine (n^{os} 5 et 6) n'ont pas éliminé l'avoine, contrairement à ce qui était attendu. Seul un faible retard de croissance de l'avoine a été observé. Par contre, ces traitements (n^{os} 5 et 6) ont tout de même permis de réduire la biomasse de l'avoine dans une

plus grande mesure que les traitements de fauche (n^{os} 3 et 4). Le recouvrement des MH est significativement plus faible pour tous les traitements (n^{os} 2-6) par rapport à celui retrouvé dans le TE (n^o 1). Le contrôle des DA et de la sétairie glauque a été excellent pour tous les traitements (n^{os} 2 à 6), comparativement à celui du TE.

Saint-Mathieu-de-Beloeil

Les parcelles de l'expérience 1 n'ont pas été évaluées en 2013 au site de SMB en raison du faible peuplement du PÉ. Toutefois, elles ont été conservées et l'évaluation de la biomasse du PÉ, des DA et des GA a été effectuée en 2014 six semaines après la reprise printanière (Tableau 7). La biomasse des MH n'a pas été influencée significativement par les traitements. Les parcelles associées au TDM (n^o 2) présentaient une matière sèche (MS) moyenne de 557 g m⁻² de PÉ (5 570 kg MS ha⁻¹), contre 86 g MS m⁻² de MH, seulement six semaines après la reprise de la croissance printanière. Comme quoi une implantation sans compétition permet une bonne reprise en deuxième année.

Année 2014

En 2014, aux mêmes traitements évalués en 2013 (Tableau 3), ce sont ajoutés un traitement témoin désherbé à la main+atrazine+dicamba (n^o 3), ainsi que de l'avoine en plante-abri du PÉ au taux de semis de 40 kg ha⁻¹ avec fauches (n^o 4) ou avec atrazine+dicamba (n^o 7) (Tableau 4).

Saint-Augustin-de-Desmaures

À la fin de la saison, la hauteur du PÉ (Tableau 8) est supérieure dans les TDM (n^{os} 2 et 3) comparativement aux autres traitements. La biomasse sèche la plus élevée du PÉ a également été mesurée dans le TDM sans herbicides (n^{os} 2). Elle a aussi été plus grande dans les parcelles d'avoine contrôlées chimiquement (n^{os} 7-9) que dans les parcelles d'avoine contrôlée au moyen de la fauche (n^{os} 4-6). Les traitements d'atrazine+dicamba (n^{os} 7-9) n'ont pas détruit correctement l'avoine, contrairement à ce qui était attendu. Seul un faible retard de croissance de l'avoine a été observé. En général, les traitements 4 à 9 ont permis de réduire la biomasse sèche des MH par rapport à celle retrouvée dans le TE, mais les traitements avec un contrôle chimique de l'avoine (n^{os} 7 à 9) tendent à être plus efficace, en général, que ceux avec fauche de l'avoine (n^{os} 4 à 6). En fin de saison, le peuplement du PÉ mesuré dans le TE (n^o 1) est comparable aux traitements avec fauche de l'avoine (n^{os} 4 à 6), tandis que ceux avec un contrôle chimique de l'avoine (n^{os} 7 à 9) présentent un peuplement significativement plus élevé (données non présentées).

Saint-Mathieu-de-Beloeil

À SMB, la pression des MH est toujours faible (Tableau 8). La hauteur en fin de saison est supérieure pour les trois témoins (n^{os} 1-3) et tend, en général, à être plus élevée pour les traitements d'atrazine+dicamba (n^{os} 7-9), comparativement à ceux avec fauche (n^{os} 4-6). L'utilisation d'herbicides pour contrôler l'avoine (n^{os} 7-9) est plus efficace que la fauche (n^{os} 4-6). Par contre, la fauche (n^{os} 4-6) tend à favoriser la biomasse du PÉ, comparativement au

contrôle chimique (n^{os} 7-9), de même lorsque l'avoine fut semé au taux de 40 kg ha⁻¹ (n^{os} 4 et 7) par rapport aux taux de 60 et 80 kg ha⁻¹ (n^{os} 5, 6, 8 et 9). En général, les traitements ont démontré une très bonne efficacité à réprimer les MH. La biomasse des GA a été réduite par les traitements 4 à 9 comparativement au TE.

Résumé

En somme, les traitements mécaniques n'ont pas permis de réprimer les MH à un niveau satisfaisant. Par contre, dans certains cas, ils ont tout de même permis de réduire le niveau des MH à un niveau inférieur à celui observé dans les parcelles associées au témoin enherbé. La pratique du faux-semis (un ou deux passages selon le temps disponible, les conditions climatiques et de sol avant le semis), l'application de glyphosate en présemis, pour réprimer les MH levées après un travail de sol, et la fauche des MH au-dessus de la canopée du PÉ, demeurent des moyens intéressants pour réduire la pression des MH. Par contre, le désherbage du PÉ ne peut reposer seulement sur ces méthodes. Ces dernières doivent être complétées par un désherbage plus agressif au moyen d'herbicides, par exemple. L'avoine en plante-abri du PÉ présente une bonne efficacité à réprimer les MH. Cette efficacité est d'autant plus grande que les populations de MH sont élevées, telles qu'observées à AUG. Contrairement à ce qui était attendu, les traitements d'atrazine+dicamba n'ont pas permis d'éliminer efficacement l'avoine. Seul un faible retard de croissance de l'avoine a été observé. À cet effet, il est important de viser un stade hâtif de l'avoine lors de l'application de ces herbicides, soit 2-3 feuilles, pour augmenter les chances de succès. Les résultats laissent présager que l'avoine est une espèce trop agressive pour être utilisée comme plante-abri à l'implantation du PÉ. Malgré sa forte compétition, l'avoine a néanmoins permis la reprise de croissance du PÉ en 2014, suite à sa très faible qualité d'établissement à SMB en 2013. La reprise fut néanmoins faible lorsque comparée à celle du témoin désherbé.

Expérience 2 : Évaluation de divers herbicides pour la répression des graminées annuelles dans le panic érigé

Année 2012

Saint-Augustin-de-Desmaures

Dix jours après la levée du PÉ, un retard de croissance (RC) significatif fut observé pour les deux traitements de diméthénamide-P (n^{os} 3 et 4) ainsi que pour le traitement de simazine (n^o 6) appliqués en PRÉ (Tableau 9). Trois SAE des traitements de postlevée hâtive (POST1), un RC du PÉ a été observé pour le traitement de foramsulfuron (n^o 8) et d'imazéthapyr (n^o 9). De plus, le RC observé à la dose forte du diméthénamide-P en PRÉ (n^o 4) était encore significativement notable lors de cette évaluation. Quatre SAE des traitements de postlevée (POST2) (n^{os} 11 et 12), un RC du PÉ a été observé dans ceux-ci. Notons que le RC observé pour les traitements de PRÉ (n^{os} 3, 4 et 6) et de POST1 (n^{os} 8 et 9) étaient encore visible à cette date. La hauteur des plants de PÉ fut plus élevée pour le TDM (n^o 2) et le traitement d'isoxaflutole + atrazine (n^o 5). La biomasse sèche du PÉ fut significativement supérieure dans le TDM (n^o 2). Parmi tous les traitements herbicides, les biomasses sèches

du PÉ les plus élevées ont été mesurées dans les parcelles traitées avec l'isoxaflutole + atrazine (n° 5) et la simazine (n° 6). Il est à noter que ces deux traitements ont permis de contrôler davantage les DA présentes, très abondants sur ce site, à comparer des autres traitements herbicides (données non présentées). Leur efficacité contre les DA a permis au PÉ d'obtenir une biomasse aussi élevée l'un que l'autre. Ces deux traitements n'ont pas été aussi efficaces que les autres traitements herbicides à contrôler les GA.

En fin de saison, les traitements de diméthénamide-P appliqués en PRÉ (n°s 3 et 4), de même que les traitements en POST1 de foramsulfuron (n° 8) et d'imazéthapyr (n° 9) et de nicosulfuron (n° 12) en POST2, sont ceux ayant significativement réduit la biomasse des GA comparativement au TE (n° 1). Cependant, ces mêmes traitements ont réduit la biomasse sèche du PÉ au même niveau que celui mesuré dans le TE (n° 1).

Tableau 9. Résultats des différents traitements de l'expérience 2 aux sites de Saint-Augustin-de-Desmaures et de Saint-Mathieu-de-Beloeil (2012).

No.	Traitement	Stade ⁴	Dose (kg m.a./ha)	Retard de croissance panic érigé (%)		Hauteur moyenne panic érigé (cm)		Biomasse sèche panic érigé (g/m ²)		Recouvrement GA _s (%)		Répression GA (0-100)		Biomasse GA (g/m ²)			
				2 SAE ₅	3 SAE	4 SAE	6 SAE	10 SAE	10 SAE	Octobre	6 SAE	8 SAE	6 SAE		8 SAE	10 SAE	
Saint-Augustin-de-Desmaures																	
1	Témoin enherbé			0 C ₂	0 C	0 C	32 BCD	63 C	38 D	35 D	35 A	33 A	0 C	0 D	216 AB		
2	Témoin dés herbé à la main			0 C	0 C	0 C	48 A	96 A	288 A	505 A	0 B	0 B	100 A	100 A	0 C		
3	Diméthénamide-P	PRÉ	0,544	74 A	10 B	8 B	39 ABC	72 BC	31 D	75 CD	5 B	4 B	91 B	94 AB	22 C		
4	Diméthénamide-P	PRÉ	0,6192	93 A	24 A	13 A	29 CDE	64 C	28 D	46 D	5 B	4 B	93 B	95 A	12 C		
5	Isoxaflutole/cyprosulfamide + atrazine	PRÉ	0,105	13 C	1 B	0 C	41 AB	87 AB	194 B	200 B	29 A	31 A	79 C	79 C	338 A		
6	Simazine	PRÉ	1,1	39 B	7 B	5 B	34 BC	75 BC	164 BC	149 BC	26 A	26 A	79 C	81 C	134 BC		
7	Diméthénamide-P	POST1	0,6192	.	0 C	0 C	23 DE	74 BC	57 D	44 D	34 A	35 A	78 C	79 C	151 BC		
8	Foramsulfuron	POST1	0,035	.	6 B	6 B	33 BCD	68 C	90 CD	82 CD	3 B	3 B	94 AB	95 A	30 C		
9	Imazéthapyr	POST1	0,0504	.	10 B	8 B	33 BCD	70 C	61 D	53 D	8 B	10 B	84 C	88 B	44 C		
10	s-métolachlore/benoxacor	POST1	1,14	.	0 C	0 C	34 BC	70 C	47 D	39 D	23 A	23 A	78 C	79 C	106 BC		
11	Foramsulfuron	POST2	0,035	.	.	8 B	22 E	61 C	71 D	85 CD	2 B	2 B	93 B	96 A	52 BC		
12	Nicosulfuron	POST2	0,033	.	.	8 B	22 E	59 C	37 D	55 D	3 B	3 B	93 B	95 A	30 C		
				LSD (0,05)	LSD (0,05)	21	9	4	11	15	87	89	13	12	6	6	168
Saint-Mathieu-de-Beloeil																	
1	Témoin enherbé			0 C	0 C	0 C	16	112	279	206 AB	14 ABC	19	0 E	0 E	182		
2	Témoin dés herbé à la main			0 C	0 C	0 C	15	111	292	201 ABC	0 D	0	100 A	100 A	0		
3	Diméthénamide-P	PRÉ	0,544	0 C	4 C	3 C	15	111	262	202 AB	13 ABC	14	60 ABC	10 DE	40		
4	Diméthénamide-P	PRÉ	0,6192	0 C	3 C	3 C	18	109	317	184 ABC	13 ABC	14	31 CDE	38 BCD	30		
5	Isoxaflutole/cyprosulfamide + atrazine	PRÉ	0,105	2 C	8 C	4 C	18	118	267	231 A	10 BCD	10	45 CDE	38 BCD	22		
6	Simazine	PRÉ	1,1	0 C	2 C	4 C	17	107	237	191 ABC	14 ABC	17	6 DE	2 DE	148		
7	Diméthénamide-P	POST1	0,6192	0 C	5 C	1 C	17	108	231	197 ABC	16 AB	16	44 CDE	39 BCD	101		
8	Foramsulfuron	POST1	0,035	55 A	58 A	34 A	12	102	192	152 CD	5 CD	6	94 AB	63 B	108		
9	Imazéthapyr	POST1	0,0534	54 A	43 B	11 B	11	97	180	133 D	10 BCD	19	51 BCD	48 BC	151		
10	s-métolachlore/benoxacor	POST1	1,14	0 C	3 C	3 C	18	111	222	192 ABC	18 AB	20	45 CDE	14 CDE	184		
11	Foramsulfuron	POST2	0,035	11 B	9 C	5 C	14	112	204	175 BCD	21 A	29	60 ABC	20 CDE	101		
12	Nicosulfuron	POST2	0,033	0 C	1 C	1 C	19	112	228	180 BCD	20 AB	20	24 CDE	4 DE	156		
				LSD (0,05)	LSD (0,05)	5	11	6	ns⁵	ns	ns	48	10	ns	48	37	ns

1 Semaines après émergence 2 des lettres différentes indiquent une différence significative à $p \leq 0,05$
4 PRÉ: Prélevé; POST 1: Postlevée hâtive; POST 2: Postlevée.

3 Graminées annuelles
5 Non significatif

Saint-Mathieu-de-Beloeil

À l'exception des traitements de POST1 foramsulfuron (n° 8) et d'imazéthapyr (n° 9), le PÉ n'a que peu ou pas souffert de RC par rapport au TDM (n° 2) à SMB en 2013 (Tableau 9). La hauteur du PÉ n'a pas été influencée significativement par les traitements lors des deux périodes d'évaluation (5 SAE et en novembre), de même que la biomasse sèche du PÉ lors de l'évaluation à 10 SAE. La hauteur moyenne du PÉ était d'environ 110 cm à la récolte, avec une biomasse moyenne de près de 190 g m⁻². Tous les traitements herbicides, à l'exception du traitement d'imazéthapyr (n° 9), ont produit une biomasse de PÉ comparable à celle du TDM (n° 2). Le traitement d'isoxaflutole + atrazine (n° 5) a produit une biomasse plus élevée que la majorité des traitements de POST (n°s 8, 9, 11 et 12). Bien que le

recouvrement des GA fut généralement faible (< 20 %) pour les divers traitements, ceci ne permet pas de conclure sur leur bonne efficacité à les réprimer. À ce titre, à 6 SAE, seul le traitement de foramsulfuron appliqué en POST1 (n° 8) a réprimé plus de 90 % des GA, comparable au TDM (n° 2), suivi des traitements 3 et 11 (60 %). Les autres traitements (n° 4-7, 10 et 12) n'étaient pas différents du TE (n° 1). La biomasse des GA n'a pas été significativement influencée par les traitements.

Tableau 10. Résultats des différents traitements de l'expérience 2 à Saint-Augustin-de-Desmaures (2013).

No.	Traitement	Stade ⁴	Dose (kg m.a./ha)	Retard de croissance panic érigé (%)					Hauteur moyenne panic érigé (cm)		Biomasse sèche panic érigé (g/m ²)		Recouvrement GA _s (%)		Répression GA (0-100)		Biomasse GA (g/m ²)	
				2 SAE	3 SAE	4 SAE	6 SAE	8 SAE	6 SAE	Octobre	9 SAE	Octobre	5 SAE	7 SAE	6 SAE	8 SAE	9 SAE	
Saint-Augustin-de-Desmaures																		
1	Témoïn enherbé			0 C ₂	0 F	0 E	0 F	0 D	36 A	98 B	102 CD	254 CD	64 A	36 A	0 D	0 E	168 AB	
2	Témoïn enherbé + bentazone	POST 1	0,84	3 C	3 EF	3 E	2 F	1 D	34 AB	105 AB	116 CD	322 BC	24 B	29 AB	0 D	25 D	232 A	
3	Témoïn désherbé à la main			0 C	0 F	0 E	0 F	0 D	37 A	114 A	357 A	518 A	0 G	0 H	100 A	100 A	0 C	
4	Témoïn désherbé à la main + Bentazone	POST 1	0,84	0 C	0 F	0 E	0 F	0 D	34 AB	108 AB	342 A	511 A	0 G	0 H	100 A	100 A	0 C	
5	Diméthénamide-P	PRÉ	0,54432	64 A	89 AB	87 AB	65 B	55 B	26 CD	92 B	88 CDE	259 BC	9 DEF	11 E	95 AB	93 AB	10 C	
	Bentazone	POST 1	0,84															
6	Diméthénamide-P	PRÉ	0,6192	74 A	96 A	96 A	91 A	76 A	24 D	74 C	25 E	122 D	5 EFG	8 EFG	93 ABC	91 B	112 BC	
	Bentazone	POST 1	0,84															
7	Isoxaflutole + atrazine	PRÉ	0,0396	38 B	84 BC	73 BC	37 C	41 BC	29 BCD	92 B	125 CD	305 BC	2 FG	2 GH	96 AB	93 AB	23 C	
	Bentazone	POST 1	0,84															
8	Simazine	PRÉ	1,5	33 B	78 C	63 C	21 D	24 C	28 BCD	97 B	173 BC	374 BC	3 EFG	3 FGH	95 AB	92 B	5 C	
	Bentazone	POST 1	0,84															
9	Diméthénamide-P	POST 1	0,6192	1 C	1 F	1 E	1 F	2 D	36 A	103 AB	212 B	338 BC	14 CDE	19 CD	87 C	82 C	165 AB	
	Bentazone	POST 1	0,84															
10	Foramsulfuron	POST 1	0,0351	21 BC	23 D	26 D	6 EF	5 D	32 ABC	101 AB	216 B	391 AB	6 EFG	8 EFG	93 ABC	93 AB	23 C	
	Bentazone	POST 1	0,84															
11	Imazéthapyr	POST 1	0,0504	0 C	13 DE	14 DE	4 F	4 D	32 ABC	95 B	154 BC	365 BC	7 EFG	14 DE	92 BC	91 B	64 C	
	Bentazone	POST 1	0,84															
12	S-métolachlore/benoxacor	POST 1	1,6	3 C	5 EF	6 E	2 F	2 D	36 A	107 AB	211 B	357 BC	17 BC	22 BC	89 BC	87 BC	95 C	
	Bentazone	POST 1	0,84															
13	Foramsulfuron	POST 2	0,0351	3 C	2 F	2 E	17 DE	53 B	24 D	72 C	81 CDE	244 CD	16 CD	8 EFG	89 BC	94 AB	75 C	
	Bentazone	POST 1	0,84															
14	Nicosulfuron	POST 2	0,0334	0 C	1 F	1 E	8 EF	54 B	27 CD	57 D	49 DE	122 D	10 CDE	10 EF	91 BC	94 AB	14 C	
	Bentazone	POST 1	0,84															
				LSD (0,05)	22	10	14	11	18	6	13	72	134	7	7	7	7	118

¹ Semaines après émergence

² des lettres différentes indiquent une différence significative à $p \leq 0,05$

³ Graminées annuelles

⁴ PRÉ: Prélèvement; POST 1: Postlevée hâtive; POST 2: Postlevée.

Année 2013

Suite aux observations effectuées en 2012, où la forte pression des DA a rendu difficile l'évaluation du PÉ et des GA, du bentazone (0,84 kg ha⁻¹) a été ajouté en POST1 à tous les traitements en 2013, à l'exception des témoins enherbé (n° 1) et désherbé à la main (n° 3) afin de réprimer les DA (Tableau 3).

Saint-Augustin-de-Desmaures

Tôt en début de saison, un RC prononcé du PÉ a été observé pour les traitements 5 à 8, comparativement aux quatre témoins (Tableau 10). Ce retard a diminué dans le temps, mais il est toujours demeuré notable jusqu'à 8 SAE. De même, les traitements de foramsulfuron (n° 13) et de nicosulfuron (n° 14) - qui ont reçu une application plus tardive d'herbicides - ont aussi provoqué un RC du PÉ, notable à 8 SAE. Il est à noter que le RC a été faible lorsque le diméthénamide-P fut appliqué en POST1 (n° 9) plutôt qu'en PRÉ (n° 5 et 6). En général, les traitements de POST1 (n° 9-12) ont causé peu de RC (< 30 %) par rapport aux

traitements herbicides effectués en PRÉ (n^{os} 5-8). Le recouvrement des GA fut, en fin de saison, inférieur à 10 % pour les traitements herbicides 6-8, 10 et 13. Tous les traitements, à l'exception des traitements 6 et 9, ont permis de réduire la biomasse sèche des GA par rapport aux TE (n^{os} 1 et 2). Les traitements 5-8, 10, 13 et 14 ont été aussi efficaces que les TDM (n^{os} 3 et 4) à réprimer les GA. De plus, parmi eux, seuls les traitements 7, 8 et 10 ont permis de réduire la biomasse sèche des DA, comparativement au TE avec bentazone (n^o 2) (données non présentées). Seul le foramsulfuron appliqué en POST1 (n^o 10) a permis d'obtenir une biomasse sèche du PÉ comparable aux TDM (n^{os} 3 et 4).

Tableau 11. Recouvrement des mauvaises herbes et du panic érigé et biomasse sèche du panic érigé, évalués en 2014 en fonction des différents traitements de l'expérience 2 implantés en 2013, à Saint-Augustin-de-Desmaures.

No.	Traitement	Stade,	Dose (kg m.a./ha)	Recouvrement		Biomasse sèche panic érigé (t/ha)
				panic érigé (%)	mauvaises herbes (%)	
				Saint-Augustin-de-Desmaures		
				2014-06-25	2014-06-25	oct-14
1	Témoïn enherbé			93 ABC ₂	5 CD	10,42 C
2	Témoïn enherbé + bentazone	POST 1	0,84	94 AB	4 CD	11,35 BC
3	Témoïn désherbé à la main			99 A	1 D	13,08 A
4	Témoïn désherbé à la main + Bentazone	POST 1	0,84	97 A	1 D	12,41 AB
5	Diméthénamide-P	PRÉ	0,54432	74 D	21 B	8,53 D
	Bentazone	POST 1	0,84			
6	Diméthénamide-P	PRÉ	0,6192	63 E	31 A	7,05 E
	Bentazone	POST 1	0,84			
7	Isoxaflutole + atrazine	PRÉ	0,0396 0,8016	88 BC	7 C	10,81 C
	Bentazone	POST 1	0,84			
8	Simazine	PRÉ	1,5	95 AB	3 CD	11,51 BC
	Bentazone	POST 1	0,84			
9	Diméthénamide-P	POST 1	0,6192	97 A	2 D	11,43 BC
	Bentazone	POST 1	0,84			
10	Foramsulfuron	POST 1	0,0351	95 AB	3 CD	12,21 AB
	Bentazone	POST 1	0,84			
11	Imazéthapyr	POST 1	0,0504	97 A	2 D	11,56 BC
	Bentazone	POST 1	0,84			
12	S-métolachlore/benoxacor	POST 1	1,6	93 ABC	5 C	12,09 AB
	Bentazone	POST 1	0,84			
13	Foramsulfuron	POST 2	0,0351	86 C	9 C	8,76 D
	Bentazone	POST 1	0,84			
14	Nicosulfuron	POST 2	0,0334	75 D	18 B	7,56 DE
	Bentazone	POST 1	0,84			
LSD (0,05)				7	6	1,25

1 PRÉ: Prélèvement; POST 1: Postlevée hâtive; POST 2: Postlevée.

2 Des lettres différentes indiquent une différence significative à $p \leq 0,05$

Tableau 12. Résultats des différents traitements de l'expérience 2 aux sites de Saint-Augustin-de-Desmaures et de Saint-Mathieu-de-Beloil (2014).

No.	Traitement	Stades	Dose (kg m.a./ha)	Retard de croissance panic érigé (%)					Hauteur moyenne panic érigé (cm)		Biomasse sèche panic érigé (g/m ²)		Recouvrement GA _s (%)		Répression GA (%)		Biomasse GA (g/m ²)
									Saint-Augustin-de-Desmaures								
				2 SAE ₁	3 SAE	4 SAE	6 SAE	8 SAE	6 SAE	Octobre	9 SAE	Octobre	5 SAE	7 SAE	6 SAE	8 SAE	9 SAE
1	Témoin enherbé			19 C ₂	0 E	0 E	0 F	0 E	33 BCDE	70 GH	3 G	3 H	85 AB	85 A	0 F	0 G	226 CD
2	Témoin enherbé + Bentazone	POST 1	1,080	0 C	0 E	0 E	0 F	0 E	35 ABCDE	80 EFGH	3 G	8 FGH	88 A	89 A	0 F	0 G	579 A
3	Témoin dés herbé à la main			0 C	0 E	0 E	0 F	0 E	35 ABCDE	89 DEF	29 BC	29 BCDEF	0 G	0 H	100 A	100 A	0 E
4	Témoin dés herbé à la main + Bentazone	POST 1	1,080	0 C	0 E	0 E	0 F	0 E	42 ABC	91 CDE	33 BC	42 BC	0 G	0 H	100 A	100 A	0 E
5	Diméthénamide-P	PRÉ	0,544	59 A	51 ABCD	30 CD	20 DEF	5 DE	49 A	104 ABC	43 B	45 BC	19 F	50 B	74 C	68 CD	108 DE
6	Diméthénamide-P	PRÉ	0,619	70 A	69 A	38 BCD	31 BCDE	18 CD	42 ABC	106 AB	32 BC	51 B	7 FG	31 CD	86 B	78 BC	107 DE
7	Isoxaflutole + Atrazine	PRÉ	0,079	8 C	3 E	0 E	0 F	0 E	45 AB	114 A	78 A	80 A	5 FG	30 D	91 AB	89 AB	57 DE
8	Simazine	PRÉ	1,500	34 B	34 CD	26 CD	20 DEF	6 DE	43 ABC	103 ABC	26 BCD	34 BCDE	14 FG	50 BC	63 CD	54 D	440 AB
9	Diméthénamide-P	POST 1	0,619	60 AB	45 ABC	43 ABC	43 B	39 ABCD	82 EFG	4 G	5 GH	73 BC	85 A	17 E	20 F	606 A	
10	Foramsulfuron	POST 1	0,035		40 BCD	39 BC	25 CDE	3 E	26 DE	84 DEF	12 EF	27 CDEFG	7 FG	16 EFG	96 AB	99 A	330 BC
11	Imazéthapyr	POST 1	0,050		30 D	19 DE	16 EF	4 E	22 E	78 FGH	13 EF	24 CDEFGH	8 FG	29 DE	93 AB	99 A	78 DE
12	s-métolachlore/benoxacor	POST 1	1,600		50 ABCD	50 AB	35 ABCDE	29 C	43 ABC	83 DEF	6 FG	18 DEFGH	69 CC	76 A	28 E	34 E	527 A
13	Foramsulfuron	POST 2	0,035			50 AB	48 AB	28 C	24 E	68 H	8 FG	18 DEFGH	53 E	33 BCD	53 D	97 A	126 DE
14	Nicosulfuron	POST 2	0,033			53 AB	53 A	63 A	21 E	53 I	5 FG	14 EFGH	56 DE	14 FG	62 D	98 A	167 CDE
15	Atrazine +Foramsulfuron	PRÉ	1,488	10 C	57,5 ABC	53,8 AB	40 ABCD	7,5 DE	27 DE	96 BCD	21 CDE	39 BCD	2 G	9 G	97 A	96 A	160 CDE
16	Atrazine +Imazéthapyr	POST 1	0,050	13 C	61 AB	60 A	41 ABC	4 E	29 CDE	92 CDE	17 DEF	26 CDEFG	5 G	24 DEF	96 AB	95 AB	207 CD
LSD (0,05)				<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Saint-Mathieu-de-Beloil																	
				2 SAE	3 SAE	5 SAE	6 SAE	9 SAE	6 SAE	Novembre	9 SAE	Novembre	5 SAE	9 SAE	6 SAE	9 SAE	9 SAE
1	Témoin enherbé			0	-	0	0 B	0	32 ABC	97	11	204	21 A	51 AB	0 E	0 E	41 ABC
2	Témoin enherbé + Bentazone	POST 1	1,080	0	-	0	0 B	0	35 AB	90	12	213	20 A	59 A	0 E	0 E	42 ABC
3	Témoin dés herbé à la main			0	-	0	0 B	0	30 BC	99	16	258	0 C	0 F	100 A	100 A	0 G
4	Témoin dés herbé à la main + Bentazone	POST 1	1,080	0	-	0	0 B	0	31 ABC	101	13	302	0 C	0 F	100 A	100 A	0 G
5	Diméthénamide-P	PRÉ	0,544	0	-	0	0 B	0	36 A	103	22	286	13 AB	34 CD	57 BCD	45 C	24 CDE
6	Diméthénamide-P	PRÉ	0,619	0	-	28	6 B	0	27 CD	96	12	186	13 AB	33 CD	46 CD	35 CD	51 A
7	Isoxaflutole + Atrazine	PRÉ	0,079	0	-	21	0 B	0	30 ABC	100	13	251	13 AB	33 CD	53 BCD	36 CD	29 ABCD
8	Simazine	PRÉ	1,500	0	-	30	8 B	0	28 CD	93	24	223	15 AB	31 CD	44 D	37 CD	29 ABCDE
9	Diméthénamide-P	POST 1	0,619	0	-	23	6 B	3	29 BC	99	18	213	9 B	31 CD	46 CD	38 CD	39 ABC
10	Foramsulfuron	POST 1	0,035	0	-	40	5 B	3	27 CD	92	13	270	15 AB	40 BC	55 BCD	17 D	47 AB
11	Imazéthapyr	POST 1	0,050	0	-	40	3 B	0	31 ABC	98	17	275	10 B	29 CD	73 ABC	58 BC	35 ABCD
12	s-métolachlore/benoxacor	POST 1	1,600	0	-	53	3 B	0	31 ABC	98	19	245	11 AB	29 CD	58 BCD	44 C	24 BCDE
13	Foramsulfuron	POST 2	0,035	0	-	30	50 A	3	30 ABC	88	18	256	9 B	15 E	79 AB	76 AB	16 DEF
14	Nicosulfuron	POST 2	0,033	0	-	43	0 B	0	34 AB	105	22	303	10 AB	26 DE	51 BCD	46 BC	30 ABCD
15	Atrazine +Foramsulfuron	PRÉ	1,488	0	-	20	58 A	5	22 D	92	12	250	8 B	14 E	80 AB	76 AB	9 EFG
16	Atrazine +Imazéthapyr	POST 1	0,050	0	-	13	5 B	0	29 BC	100	15	227	14 AB	26 CD	54 BCD	51 BC	28 ABCDE
LSD (0,05)						0,2511	<0,0001	0,0819	0,0127	0,7619	0,8102	0,7986	<0,0001 _a	<0,0001 _a	<0,0001 _a	<0,0001 _a	<0,0001 _a

1 Semaines après émergence

2 des lettres différentes indiquent une différence significative à $p \leq 0,05$

3 Graminées annuelles

4 Données détransformées présentées, ANOVA sur données transformées racine carrée

5 PRÉ: Prélèvement; POST 1: Postlevée hâtive; POST 2: Postlevée.

Expérience 2 : implantation 2013, évaluation 2014

Saint-Augustin-de-Desmaures

Au printemps 2014, le recouvrement du PÉ fut significativement plus faible pour les deux doses de diméthénamide-P (n^{os} 5 et 6) appliqués en PRÉ, ainsi que pour le traitement de nicosulfuron (n^o 14) appliqué en POST2 (Tableau 11). De plus, pour ces mêmes traitements, le recouvrement des MH a aussi été significativement plus élevé, comparativement à tous les autres traitements. Les mauvaises herbes présentes étaient majoritairement du chénopode blanc, de la moutarde, du pied de coq, du panic capillaire et de la sétaire verte. Même les TE (n^{os} 1 et 2) ont présenté un recouvrement de PÉ significativement supérieur à ces mêmes traitements (n^{os} 5, 6 et 14). Après avoir laissé le PÉ croître toute la saison, sans intervention aucune, les traitements 10 et 12 sont les seuls à avoir permis au PÉ de produire une biomasse sèche aussi élevée que les TDM (n^{os} 3 et 4).

Année 2014

Suite aux observations effectuées en 2012, où la forte pression des DA a rendu difficile l'évaluation du PÉ et des GA, du bentazone (0,84 kg ha⁻¹) a été ajouté en POST1 à tous les traitements en 2014, à l'exception des témoins enherbé (n^o 1) et désherbé à la main (n^o 3) afin de réprimer les DA (Tableau 3).

Saint-Augustin-de-Desmaures

Tôt en début de saison (2 SAE), un RC prononcé (≥ 30 %) du PÉ a été observé pour trois des quatre traitements (n^{os} 5, 6 et 8) de PRÉ (Tableau 12). Lors de la seconde évaluation (3 SAE), tous les traitements de POST1 (n^{os} 9-12, 15 et 16) ont provoqué un RC prononcé (≥ 30 %) du PÉ. À six SAE, seul le traitement Isoxaflutole+atrazine (n^o 7) ne présentait plus de RC. Celui-ci avait néanmoins baissé sous les 25 % de retard dans le cas des traitements 5, 8, 10 et 11. En octobre, la hauteur du PÉ des quatre traitements de PRÉ (n^{os} 5-8) était comparable à celle mesurée dans les deux TDM (n^{os} 3 et 4). Les traitements de PRÉ Isoxaflutole+atrazine (n^o 7) et la forte dose de diméthénamide-P (n^o 6) ont produit une biomasse sèche du PÉ plus élevée que les TDM (n^{os} 3 et 4), tandis que celle des traitements de POST2 foramsulfuron (n^o 13) et nicosulfuron (n^o 14) ont été les seuls à produire une biomasse sèche du PÉ plus faible que les TDM (n^{os} 3 et 4).

Saint-Mathieu-de-Beloil

À 5 SAE, les RC ont variés entre 0 et 53 % (Tableau 12). Tandis que ces derniers se sont rapidement estompés (< 10 %) entre les évaluations à 5 à 6 SAE pour la majorité des traitements, ils ont augmenté (> 50 %) pour les traitements de foramsulfuron (n^{os} 13 et 15) durant cette même période. Trois semaines plus tard (9 SAE), il n'y avait plus aucune différence significative entre les différents traitements. Ceci est d'ailleurs appuyé par l'absence d'effet significatif des traitements sur la hauteur du PÉ, au moment de sa récolte en novembre, ainsi que sur sa biomasse sèche. Cette dernière fut relativement élevée, variant entre 180 et 300 g m⁻², avec une moyenne de près de 250 g m⁻². À 5 SAE, le

recouvrement des GA était d'environ 20 % dans les parcelles associées aux TE (n^{os} 1 et 2). Les traitements 9, 11, 13 et 15 ont permis de réduire le recouvrement des GA comparativement aux TE (n^{os} 1 et 2) à 5 SAE. À 9 SAE, l'ensemble des traitements herbicides ont permis de réduire le recouvrement des GA comparativement à celui mesuré dans le TE avec bentazone (n^o 2). Les traitements de POST de foramsulfuron avec (n^o 15) ou sans atrazine (n^o 13) ont produit les plus faibles biomasses de GA, après les TDM (n^{os} 3 et 4).

Résumé

Les résultats sont variables d'une année à l'autre. Dans certains cas, les traitements d'isoxaflutole+atrazine en PRÉ et de foramsulfuron ou d'imazéthapyr en POST1 ont produit un faible RC, une hauteur et une biomasse sèche du PÉ plus élevées que les autres traitements herbicides mais plus faibles, à certaines occasions, que les TDM. Ces deux derniers traitements ont également démontré une bonne efficacité à réduire la biomasse sèche des GA. L'utilisation du bentazone en POST, en 2013 et 2014, a permis de bien réprimer les DA comparativement aux TE.

Tableau 13. Résultats des différents traitements de l'expérience 3 aux sites de Saint-Augustin-de-Desmaures et de Saint-Mathieu-de-Beloil (2012).

No.	Traitement	Stade	Dose (kg m.a./ha)	Retard de croissance panic érigé (%)		Hauteur moyenne panic érigé (cm)		Biomasse sèche panic érigé (g/m ²)		Recouvrement mauvaises herbes (%)		Répression mauvaises herbes (0-100)		Biomasse DA _s (g/m ²)
				1 SAE	4 SAE	6 SAE	9 SAE	9 SAE	Octobre	4 SAE	8 SAE	4 SAE	8 SAE	
Saint-Augustin-de-Desmaures														
1	Témoïn enherbé			0 B ₂	0 E	26	57	25 E	69 CD	85 A	51 A	0 E	0 F	275 A
2	Témoïn désherbé à la main			0 B	0 E	25	81	226 A	482 A	0 G	0 F	100 A	100 A	0 E
3	Atrazine	PRÉ	1,008	10 B	10 BCDE	21	66	106 BCD	214 B	24 EFG	14 EF	97 A	97 AB	68 CDE
4	Imazéthapyr	PRÉ	0,05	28 A	17 AB	24	69	140 B	107 BCD	15 G	21 DE	93 AB	89 CD	58 CDE
5	Mésotrione	PRÉ	0,144	8 B	8 BCDE	24	55	47 D	48 D	69 AB	41 AB	66 D	80 E	226 AB
6	2,4 Damine 500	POST	0,329	-	1 E	30	61	64 CDE	86 BCD	55 BCD	23 CDE	70 D	86 DE	85 CDE
7	Bentazone (FORTE)	POST	0,84	-	6 BCDE	25	69	108 BC	187 BC	18 FG	11 EF	85 B	94 ABCD	19 CDE
8	Bromoxynil	POST	0,28	-	16 BC	24	60	66 CDE	121 BCD	38 CD	29 BCD	82 C	91 BCD	104 BCDE
9	Bromoxynil/ MCPA	POST	0,56	-	8 BCDE	23	70	87 BCD	112 BCD	33 DEF	16 DE	85 B	95 ABC	45 CDE
10	Dicamba	POST	0,11	-	3 DE	24	55	53 CDE	49 D	61 BC	25 CDE	67 D	91 BCD	153 ABC
11	Dicamba	POST	0,288	-	5 CDE	26	68	60 CDE	48 D	51 BCD	18 DE	68 D	93 ABCD	44 CDE
12	Diflufenzopyr/ dicamba	POST	0,285	-	28 A	18	53	75 CD	74 CD	32 DEF	11 EF	69 D	92 BCD	9 DE
13	MCPA amine 500	POST	0,35	-	14 BCD	29	60	60 CDE	61 CD	41 CDEI	24 CDE	68 D	89 DE	145 ABC
14	Mésotrione	POST	0,144	-	16 BC	24	62	62 CDE	58 CD	55 BCD	36 BC	68 D	80 E	138 BCD
LSD (0,05)				11	11	ns _a	ns	60	131	25	14	11	8	135
Saint-Mathieu-de-Beloil														
				2 SAE	4 SAE	7 SAE	Novembre	9 SAE	Novembre	4 SAE	6 SAE	4 SAE	6 SAE	9 SAE
1	Témoïn enherbé			0 B	1	64	106 ABC	251	190	19 A	23 A	0 D	0 D	172 A
2	Témoïn désherbé à la main			0 B	0	66	114 A	319	237	0 E	0 E	100 A	100 A	0 E
3	Atrazine	PRÉ	1,008	15 A	2	68	117 A	165	185	14 ABC	17 AB	28 CD	31 CD	147 AB
4	Imazéthapyr	PRÉ	0,05	13 A	4	60	111 AB	218	206	13 ABC	14 BC	31 CD	49 BC	84 BCD
5	Mésotrione	PRÉ	0,144	14 A	4	63	114 A	240	209	10 BCD	15 AB	59 BC	47 BC	66 BCDE
6	2,4 Damine 500	POST	0,329	-	2	64	114 A	245	229	6 DE	9 BCD	70 ABC	81 AB	80 BCDE
7	Bentazone (FORTE)	POST	0,84	-	1	64	100 BCD	235	260	13 BC	13 BC	44 CD	55 ABC	122 AB
8	Bromoxynil	POST	0,28	-	1	64	108 ABC	230	198	12 BC	13 BC	48 BC	48 BC	139 AB
9	Bromoxynil/ MCPA	POST	0,56	-	13	58	107 ABC	221	213	9 CD	13 BC	57 BC	72 ABC	80 BCDE
10	Dicamba	POST	0,11	-	2	57	93 D	194	171	16 AB	13 BC	44 CD	69 ABC	80 BCDE
11	Dicamba	POST	0,288	-	3	59	105 ABC	229	238	10 CD	7 CDE	56 BC	81 AB	30 CDE
12	Diflufenzopyr/ dicamba	POST	0,285	-	9	52	99 CD	237	241	6 DE	3 DE	91 AB	98 A	4 DE
13	MCPA amine 500	POST	0,35	-	1	65	108 ABC	203	257	12 BC	13 BC	37 CD	52 BC	90 ABC
14	Mésotrione	POST	0,144	-	11	58	101 BCD	170	166	14 ABC	15 B	53 BC	57 ABC	103 ABC
LSD (0,05)				7	ns	ns	12	ns	ns	6	8	44	45	84

1 Semaines après émergence; 2 des lettres différentes indiquent une différence significative à $p \leq 0,05$; 3 Dicotyle annuelle;
4 Non significatif; 5 PRÉ: Prélève; POST 1: Postlevée hâtive; POST 2: Postlevée.

Expérience 3 : Évaluation de divers herbicides pour la répression des dicotylédones annuelles dans le panic érigé

Année 2012

Saint-Augustin-de-Desmaures

Dix jours après la levée du PÉ (Tableau 13), un RC significatif a été observé pour le traitement d'imazéthapyr (n° 4) appliqué en PRÉ. Dix jours après l'application des traitements de POST (4 SAE), un RC du PÉ significatif comparativement au TDM a été observé pour les traitements de bromoxynil (n° 8), de diflufenzopyr/dicamba (n° 12), de MCPA amine (n° 13) et de mésotrione (n° 14). De plus, le RC causé par le traitement d'imazéthapyr (n° 4) en PRÉ était encore significativement différent du TDM lors de cette évaluation. La hauteur des plants de PÉ n'a pas été influencée par les traitements. Le RC causé par les traitements a davantage affecté le tallage du PÉ que la hauteur des plants (observations personnelles). La biomasse sèche du PÉ à la fin août et en octobre fut significativement supérieure dans les parcelles TDM (n° 2). Parmi tous les traitements herbicides, les biomasses sèches du PÉ les plus élevées ont été mesurées dans les parcelles traitées avec l'atrazine (n° 3), le bentazone (n° 7), le bromoxynil (n° 8) et le bromoxynil/MCPA (n° trt 9). Les biomasses sèches les plus faibles ont été mesurées dans les traitements de mésotrione en PRÉ et en POST (n^{os} 5 et 14), pour les deux doses de dicamba (n^{os} 10 et 11) et de MCPA amine 500 (n° 13). À la fin de la saison, le recouvrement des MH était plus élevé pour les traitements de mésotrione (n^{os} 5 et 14), tandis qu'il était plus faible dans les traitements 3, 7, 9, 11 et 12. Les traitements 3, 4, 6 à 9, 11, 12 ont produit une biomasse de DA comparable à celle retrouvée dans le TDM.

Saint-Mathieu-de-Beloeil

À deux SAE du PÉ, un RC d'environ 15 % était visible dans les parcelles associées aux traitements de PRÉ (n^{os} 3-5) (Tableau 13). Deux semaines plus tard, aucun effet des traitements n'était significatif. En novembre, la hauteur moyenne du PÉ a varié entre 93 cm (n° 10) et 117 cm (n° 3). La biomasse sèche du PÉ n'a pas été influencée par les traitements. Elle fut de 214 g m⁻² en moyenne lors de la récolte en novembre. Le recouvrement des MH fut relativement faible (< 23 %). Les traitements 6 et 12 ont été les seuls à réprimer correctement les MH par rapport au TDM (> 70 %) à 4 SAE. À 6 SAE, la majorité des herbicides (n^{os} 6, 7, 9-12 et 14) présentaient une efficacité de répression des MH supérieure à 55 %. Les traitements 5, 6, 9 à 12 ont permis de produire une biomasse de DA comparable à celle retrouvée dans le TDM (2).

Tableau 14. Résultats des différents traitements de l'expérience 3 à Saint-Augustin-de-Desmaures (2013).

No.	Traitement	Stade ₄	Dose (kg m.a./ha)	Retard de croissance panic érigé (%)			Hauteur moyenne panic érigé (cm)		Biomasse sèche panic érigé (g/m ²)		Recouvrement DA ₃ (%)		Répression mauvaises herbes (%)		Biomasse sèche (g/m ²)					
				2 SAE	3 SAE	4 SAE	6 SAE	8 SAE	4 SAE	Octobre	9 SAE	Octobre	5 SAE	7 SAE	5 SAE	7 SAE	9 SAE	9 SAE		
Saint-Augustin-de-Desmaures																				
1	Témoin enherbé			0 C ₂	0 C	0 B	0 B	0 B	19 A	97 C	60 D	193 E	41 A	53 A	0 D	0 D	226 A	77 CD		
2	Témoin désherbé à la main			0 C	0 C	0 B	0 B	0 B	19 A	113 A	271 A	491 AB	0 F	0 F	100 A	100 A	0 D	0 D		
3	Atrazine	PRÉ	1,008	2 BC	2 BC	2 B	1 B	1 B	19 A	114 A	227 AB	558 A	3 EF	8 DEF	99 AB	98 AB	5 CD	113 BC		
4	Atrazine	PRÉ	1,488	1 C	2 BC	2 B	1 B	1 B	17 A	115 A	191 AB	513 A	2 EF	5 EF	98 AB	99 A	0 D	135 BC		
5	Imazéthapyr	PRÉ	0,0504	5 B	6 B	6 B	3 B	3 B	18 A	113 A	155 BC	388 BCD	5 CDEF	15 BCDE	93 BC	94 AB	120 ABCD	74 CD		
6	Mésotrione + atrazine	PRÉ	0,144 0,2965	9 A	77 A	51 A	29 A	21 A	12 B	102 BC	90 CD	393 BCD	2 EF	7 DEF	99 AB	99 A	49 BCD	161 ABC		
7	Bentazone	POST	0,84	2 BC	2 B	1 B	1 B	1 B	16 A	107 ABC	165 BC	322 D	10 BC	26 BC	90 BC	92 BC	125 ABC	104 BCD		
8	Bentazone	POST	1,08	2 BC	2 B	1 B	1 B	1 B	17 A	109 AB	152 BC	314 D	9 BCD	28 B	93 BC	94 BC	55 BCD	250 A		
9	Bromoxynil/MCPA	POST	0,56	3 BC	2 B	1 B	1 B	1 B	16 A	111 AB	193 AB	382 BC	7 BCDE	14 CDEF	94 ABC	94 BC	86 BCD	163 ABC		
10	Bromoxynil/MCPA	POST	1,12	2 BC	2 B	1 B	1 B	1 B	18 A	107 ABC	138 CD	441 BC	4 DEF	10 DEF	96 AB	96 AB	13 BCD	195 AB		
11	Dicamba	POST	0,288	1 C	1 B	1 B	2 B	2 B	19 A	108 AB	200 ABC	349 C	11 B	26 BC	89 C	90 C	136 AB	117 BC		
12	Diflufenzopyr/Dicamba	POST	0,285	3 BC	2 B	2 B	2 B	2 B	17 A	101 BC	164 BC	298 DE	9 BCD	20 BCD	94 ABC	98 AB	97 BCD	123 BC		
				LSD (0,05)			3	4	8	3	3	10	84	116	5	13	6	6	123	112

1 Semaines après émergence; 2 des lettres différentes indiquent une différence significative à $p \leq 0,05$;
3 DA: Dicotyle annuelle; GA: graminées annuelles; 4 PRÉ: Prélèvement; POST 1: Postlevée hâtive; POST 2: Postlevée.

Tableau 15. Recouvrement des mauvaises herbes et du panic érigé et biomasse sèche du panic érigé, évalués en 2014 en fonction des différents traitements de l'expérience 3, implantés en 2013, à Saint-Augustin-de-Desmaures.

No.	Traitement	Stade ₁	Dose (kg m.a./ha)	Recouvrement		Biomasse sèche panic érigé (t/ha)
				panic érigé (%)	mauvaises herbes (%)	
Saint-Augustin-de-Desmaures						
				2014-06-25		oct-14
1	Témoin enherbé			90 B ₂	8 A	9,14 E
2	Témoin désherbé à la main			98 A	1 B	12,93 AB
3	Atrazine	PRÉ	1,008	96 A	2 B	12,21 BC
4	Atrazine	PRÉ	1,488	99 A	1 B	13,92 A
5	Imazéthapyr	PRÉ	0,0504	98 A	2 B	12,76 AB
6	Mésotrione + atrazine	PRÉ	0,144 0,2965	95 A	4 B	11,32 CD
7	Bentazone	POST	0,84	95 A	4 B	11,15 CD
8	Bentazone	POST	1,08	97 A	2 B	10,76 D
9	Bromoxynil/MCPA	POST	0,56	98 A	2 B	11,41 CD
10	Bromoxynil/MCPA	POST	1,12	98 A	1 B	11,87 BC
11	Dicamba	POST	0,288	97 A	2 B	11,14 CD
12	Diflufenzopyr/Dicamba	POST	0,285	97 A	3 B	11,08 CD
				LSD (0,05)		1,31

1 PRÉ: Prélèvement; POST 1: Postlevée hâtive; POST 2: Postlevée.
2 Des lettres différentes indiquent une différence significative à $p \leq 0,05$

Année 2013

Saint-Augustin-de-Desmaures

À la fin de la saison, la hauteur et la biomasse sèche mesurées du PÉ dans les traitements avec atrazine (n^{os} 3 et 4) furent comparables au TDM (n^o 2). Ces deux mêmes traitements ont produit un très bon désherbage des DA, avec une biomasse comparable au TDM (n^o 2). Le traitement d'imazéthapyr (n^o 5) a réduit la biomasse sèche des GA à un niveau comparable à celui du TDM. Le PÉ fut plus court dans les parcelles soumis au mélange mésotrione + atrazine (n^o 6)

Tableau 16. Résultats des différents traitements de l'expérience 3 aux sites de Saint-Augustin-de-Desmaures et de Saint-Mathieu-de-Beloil (2014).

No.	Traitement	Stade,	Dose (kg m.a./ha)	Retard de croissance panic érigé (%)		Hauteur moyenne panic érigé (cm)		Biomasse sèche panic érigé (g/m ²)		Recouvrement mauvaises herbes (%)		Répression (%)		Biomasse sèche (g/m ²)						
				Saint-Augustin-de-Desmaures		Saint-Augustin-de-Desmaures		Saint-Augustin-de-Desmaures		Saint-Augustin-de-Desmaures		Saint-Augustin-de-Desmaures		Saint-Augustin-de-Desmaures						
				1 SAE	2 SAE	4 SAE	4 SAE	Octobre	9 SAE	Octobre	4 SAE	6 SAE	4 SAE	6 SAE	5 SAE	7 SAE	Octobre	Octobre		
1	Témoin enherbé			0 D ₂	0 D	0 D	48 AB	70 E	3 CDE	8 C	84 A	84 A	0 D	0 D	-	-	294 A	63 C		
2	Témoin désherbé à la main			0 D	0 D	0 D	44 ABC	71 E	16 ABC	25 AB	0 D	0 D	100 A	100 A	-	-	0 C	0 C		
3	Atrazine	PRÉ	1,008	24 C	6 CD	1 CD	51 AB	93 AB	19 AB	21 B	25 C	38 C	95 AB	94 AB	-	-	0 C	311 B		
4	Atrazine	PRÉ	1,488	43 A	11 BC	8 BCD	57 A	97 A	28 A	35 A	11 CD	25 C	99 A	97 AB	-	-	0 C	66 C		
5	Imazéthapyr	PRÉ	0,0504	29 AB	13 BC	10 B	56 AB	91 AB	15 ABCD	24 B	33 C	44 BC	99 A	98 AB	-	-	12 C	382 AB		
6	Mésotrione + atrazine	PRÉ	0,144 0,2965	36 AB	19 B	10 B	42 BC	88 BC	8 BCDE	17 B	24 CD	34 C	98 AB	97 AB	-	-	0 C	313 B		
7	Bentazone	POST	0,84	.	14 BC	14 B	47 AB	81 CD	4 CDE	2 C	75 AB	76 A	95 AB	95 AB	-	-	0 C	398 AB		
8	Bentazone	POST	1,08	.	15 BC	16 B	48 AB	76 DE	2 DE	5 C	64 AB	64 AB	99 A	98 AB	-	-	0 C	574 A		
9	Bromoxynil/MCPA	POST	0,56	.	9 CD	9 BC	49 AB	83 CD	5 CDE	4 C	58 B	71 A	95 AB	90 B	-	-	8 C	424 AB		
10	Bromoxynil/MCPA	POST	1,12	.	13 BC	11 B	44 AB	84 C	5 CDE	7 C	60 AB	65 AB	99 A	99 A	-	-	0 C	472 AB		
11	Dicamba	POST	0,288	.	9 CD	9 BC	44 AB	81 CD	5 CDE	7 C	64 AB	75 A	84 C	73 C	-	-	98 B	336 AB		
12	Diflufenzopyr/Dicamba	POST	0,285	.	33 A	75 A	29 C	57 F	1 E	4 C	25 C	40 C	92 B	95 AB	-	-	0 C	314 B		
				LSD (0,05)		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0497	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
Saint-Mathieu-de-Beloil																				
1	Témoin enherbé			0	0	0	42	110	26	313	24 A	36 A	0 C	0 C	0 E	0 C	20	26 AB		
2	Témoin désherbé à la main			0	0	0	34	110	47	356	0 B	0 B	100 A	100 A	100 A	89 A	12	0 C		
3	Atrazine	PRÉ	1,008	0	0	0	41	106	28	314	18 A	25 A	84 AB	30 B	43 B	25 BC	7	36 AB		
4	Atrazine	PRÉ	1,488	0	3	0	39	106	19	315	19 A	31 A	94 A	18 BC	21 BCDE	15 BC	4	40 A		
5	Imazéthapyr	PRÉ	0,0504	0	8	0	42	113	39	331	18 A	34 A	81 AB	14 BC	30 BCD	26 BC	14	10 BC		
6	Mésotrione + atrazine	PRÉ	0,144 0,2965	0	3	0	40	106	29	280	17 A	35 A	93 A	15 BC	13 CDE	18 BC	4	29 AB		
7	Bentazone	POST	0,84	0	0	0	41	106	31	409	27 A	35 A	85 AB	28 BC	13 CDE	15 BC	24	35 AB		
8	Bentazone	POST	1,08	0	0	0	38	113	37	395	19 A	31 A	87 A	75 A	15 CDE	10 BC	22	47 A		
9	Bromoxynil/MCPA	POST	0,56	0	0	0	34	105	24	318	20 A	34 A	65 B	15 BC	13 CDE	14 BC	15	47 A		
10	Bromoxynil/MCPA	POST	1,12	0	11	0	36	113	22	275	19 A	31 A	96 A	43 B	25 BCDE	19 BC	8	38 AB		
11	Dicamba	POST	0,288	0	8	0	39	104	17	291	21 A	29 A	97 A	25 BC	36 BC	30 B	9	36 AB		
12	Diflufenzopyr/Dicamba	POST	0,285	0	0	0	43	99	32	320	28 A	33 A	98 A	23,0 BC	9 DE	9 BC	11	37 AB		
				Valeurs de p		-	0,1241	-	0,8288	0,5559	0,1080	0,1064	0,0202	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,5034	0,0386

1 Semaines après émergence

2 des lettres différentes indiquent une différence significative à $p \leq 0,05$

3 DA: Dicotyle annuelle; GA: graminées annuelles

4 PRÉ: Prélèvement; POST 1: Postlevée hâtive; POST 2: Postlevée.

Expérience 3 : implantation 2013, évaluation 2014

Saint-Augustin-de-Desmaures

Au printemps 2014, le recouvrement du PÉ était significativement plus faible dans les parcelles qui n'avaient pas été désherbées (TE) en 2013 (n° 1), comparativement aux autres traitements herbicides (Tableau 15). C'est aussi dans le TE que le recouvrement des MH a été significativement le plus élevé, bien que la valeur fut faible (8 %). Enfin, le rendement de PÉ le plus élevé et comparable au TDM (n° 2), a été mesuré dans les parcelles soumises à l'atrazine (n° 4) ou à l'imazéthapyr (n° 5). Tous les traitements herbicides ont permis un niveau d'implantation du PÉ supérieur au TE (n° 1), lui permettant de produire une moyenne de 11,8 t MS ha⁻¹ en 2^e année de croissance, comparativement à la moyenne de 9,1 t MS ha⁻¹ pour le TE.

Année 2014

Saint-Augustin-de-Desmaures

Un RC du PÉ a été observé en 2014 dans les traitements herbicides, comparativement au TDM (Tableau 16). Ce retard a, soit diminué ou soit demeuré stable, pour tous les traitements, à l'exception du 12, dont le RC du PÉ est passé de 33 % à 75 % par rapport au

TDM (n° 2). Il a d'ailleurs persisté jusqu'en octobre, où la hauteur moyenne mesurée fut plus faible que le TE (n° 1). Dans le cas des autres traitements herbicides, la hauteur du PÉ fut égale ou supérieure au TDM (n° 2) en fin de saison. La biomasse sèche du PÉ, soumis aux herbicides de POST (n°s 7-12), fut inférieure à celle mesurée dans le TE (n° 1). La biomasse sèche du PÉ ayant reçu les traitements de PRÉ (n°s 3-6) fut comparable au TDM (n° 2). Le recouvrement des MH observé à 5 et à 7 SAE fut plus faible que le TE pour les quatre traitements de PRÉ (n°s 3-6) et pour le traitement de POST diflufenzopyr/dicamba (n° 12). Tous les traitements herbicides (n°s 3-12) ont réduit la biomasse sèche des DA comparativement au TE (n° 1). Il est à noter que la biomasse sèche des GA fut supérieure pour tous les traitements herbicides, exceptée pour la dose forte d'atrazine (n° 4).

Saint-Mathieu-de-Beloeil

Aucun RC significatif n'a été détecté entre les traitements à SMB en 2014 (Tableau 16). Les hauteurs mesurées en fin de saison ont toutes été comparables entre elles, avec une moyenne de 108 cm, de même que la biomasse sèche du PÉ, avec une moyenne de 326 g m⁻². À l'exception de la demie dose du mélange commercial bromoxynil/MCPA (n° 9), tous ont réprimé les DA avec une efficacité d'au moins 80 % à 6 SAE. Seules les parcelles soumises au bentazone (n° 8) ont permis une répression encore efficace (75 %) à 9 SAE. Néanmoins, aucun effet significatif des traitements n'a été détecté sur la biomasse sèche des DA, celles-ci étant toutes comparables, en fin de saison. Sans grande surprise, l'efficacité des herbicides à réprimer les GA n'a pas été supérieure à 45 % (5 SAE). L'imazéthapyr (n° 5) fut néanmoins le seul ayant permis de réduire la biomasse sèche des GA à un niveau comparable au TDM (n° 2).

Résumé

La saison 2012 a permis d'effectuer un triage de plusieurs matières actives, la majorité à de faibles doses. Durant les deux années suivantes, des doses plus fortes ainsi que des mélanges ont ainsi pu être évalués. En général, le PÉ a présenté une bonne tolérance aux différentes matières actives utilisées, bien que le mélange diflufenzopyr/dicamba ait semblé parfois provoquer un RC, qui était encore visible à la récolte avec une hauteur du PÉ que tous les autres traitements. L'atrazine utilisé seul (n°s 3 et 4) ou l'imazéthapyr (n° 5), ont permis un contrôle adéquat et rapide des MH, dont les GA, et ce, sans effets négatifs sur le PÉ. La faible abondance des populations de MH, au site de SMB, n'a pas permis de distinguer efficacement les traitements les plus efficaces à réprimer les MH. Toutefois, les données de tolérance du PÉ obtenues contribuent à répondre au deuxième objectif.

DISCUSSION

Expérience 1 : Évaluation des méthodes de répression mécanique et culturale à l'implantation du panic érigé

D'abord, les deux sites expérimentaux se distinguent entre eux par la différence d'abondance et de richesse des MH, plus élevées à AUG par rapport à SMB. Au premier site, l'ensemencement de graines de MH depuis plusieurs années afin d'étudier l'efficacité de différentes stratégies de désherbage, a largement contribué à cette abondance et à cette diversité. À l'inverse, SMB est une jeune ferme expérimentale établie sur des terres ayant été majoritairement utilisées pour y cultiver des cultures annuelles transgéniques. Les espèces nuisibles dominantes sont principalement des DA.

Les traitements mécaniques n'ont pas permis de réprimer les MH à un niveau satisfaisant. À AUG, la biomasse sèche des MH a été très élevée pour tous les traitements à comparer au TDM. Par contre, dans certains cas, ils ont tout de même permis de réduire le niveau des MH à un niveau inférieur à celui observé dans les parcelles associées au témoin enherbé. À SMB, la faible abondance « naturelle » des MH n'a pas permis de distinguer l'efficacité des traitements entre eux. Cependant, ces résultats documentent l'importance de bien connaître l'historique d'un champ, afin d'adapter les méthodes de désherbage et leur niveau d'agressivité. Ainsi, à l'heure où plusieurs pensent limiter les charges d'herbicides dans l'agroécosystème, réduire la pression des MH annuelles par une méthode agronomique préventive, telle que la pratique du faux-semis (un ou deux passages selon le temps disponible, les conditions climatiques et de sol avant le semis), est un passage obligé. Cette technique sera davantage efficace dans les champs avec un historique de cultures annuelles, que ceux avec un récent historique de prairies, où les vivaces domineront et ne seront pas contrôlées par le faux-semis. Ces dernières pourront toutefois être contrôlées avec l'application de glyphosate en présemis. De plus, tout herbicide non sélectif permettant un contrôle adéquat des MH, limite aussi le brassage du sol, qui contribue à la germination de nouvelles MH annuelles issues de la banque de graines du sol (Leblanc et Cloutier, 1996). Si la destruction est mécanique, chaque passage d'outil aratoire doit être obligatoirement moins profond ou équivalent au précédent, afin d'éviter la remontée de nouvelles graines et la germination de celles-ci. Par contre, le désherbage du PÉ ne peut reposer seulement sur ces méthodes. Ces dernières doivent être complétées par un désherbage plus conventionnel au moyen d'herbicides, par exemple.

L'avoine en plante-abri du PÉ présente une bonne efficacité à réprimer les MH. Cette efficacité est d'autant plus grande que les populations de MH sont élevées, telles qu'observées à AUG. Contrairement à ce qui était attendu, les traitements d'atrazine+dicamba n'ont pas permis d'éliminer efficacement l'avoine, malgré leur application au stade 3-4 feuilles. Seul un faible retard de croissance de l'avoine a été observé en 2013 (AUG) ou une suppression partielle en 2014 (Tableaux 6 et 8). À cet effet, il est important de viser un stade hâtif de l'avoine lors de l'application de ces herbicides, soit 2-3 feuilles, pour augmenter les chances de succès. Les résultats laissent présager que l'avoine est une espèce trop agressive pour être utilisée comme plante-abri à l'implantation du PÉ. Jusqu'à trois fauches successives, en plus du contrôle chimique, ont été réalisées afin, au mieux,

d'obtenir une suppression partielle de l'avoine sur le PÉ. Des fauches à répétition ne permettent pas d'atteindre des objectifs de développement durable. Espèce de climat froid, l'avoine a été favorisée par des printemps pluvieux et frais à AUG (2013 et 2014) et pluvieux à SMB (2014) (Tableau 1). Malgré sa forte compétition, l'avoine a néanmoins permis la reprise de croissance du PÉ en 2014, suite à sa très faible qualité d'établissement à SMB en 2013. Cette incompatibilité est principalement expliquée par leur cycle photosynthétique, relié à leur saison de croissance, qui diverge (Buxton et Wedin, 1970).

Wolf et Fiske (2009), en Virginie, recommandent de semer une céréale d'automne, qui sera ensuite détruite chimiquement le printemps suivant avant le semis du PÉ. À la lumière de nos résultats avec l'avoine, une telle stratégie pourrait être plus efficace que celle d'une plante abri. Une autre alternative pourrait être le semis direct du PÉ dans un paillis d'avoine, ou de toute autre céréale de climat froid, semée l'automne précédent et détruite au stade 3-4 feuilles par un gel mortel (Bryan et al., 1984; Samson et Moser, 1982). Cette stratégie permettrait de réduire le brassage du sol et la germination des MH dans l'entre-rang. Nos résultats, documentant l'incidence de l'avoine sur la croissance des DA et du PÉ, se comparent à ceux rapportés par Miesel et coll. (2012) au Wisconsin. Cette stratégie devra faire l'objet d'évaluation car les résultats pourraient différer dans les conditions plus fraîches du Québec.

Expérience 2 : Évaluation de divers herbicides pour la répression des graminées annuelles dans le panic érigé

Les résultats sont variables d'une année à l'autre. Les matières actives ont été influencées par les différences pédologiques et les conditions climatiques saisonnières, divergentes entre les deux sites. Bien que des chloroses aient été relevées de manière anecdotique, les dommages provoqués au PÉ par les traitements ont tous été de type retard de croissance (RC). En général, les traitements ont quasi tous provoqués des RC du PÉ en 2013 (AUG) et en 2014 (AUG et SMB). En 2012, les traitements de PRÉ ont été plus néfastes sur le PÉ à AUG.

Les traitements de PRÉ diméthénamide-P et de simazine exigent une pluie dans les 7 à 10 jours maximum pour les activer. Dans le cas de SMB en 2012, aucune précipitation n'a été mesurée avant le 17^e jour suivant leurs applications. À l'inverse, AUG a essuyé une pluie de 34 mm quatre jours après les traitements de PRÉ, rendant ces derniers très efficaces. Bien que les herbicides appliqués en POST (2012) n'aient que peu provoqué de RC, ceux-ci ont été néanmoins néfastes sur le PÉ à long terme à AUG, et dans une moindre mesure à SMB (Tableau 9). À ce dernier site, les traitements de foramsulfuron et d'imazéthapyr ont provoqué un RC appréciable jusqu'au moment de la récolte du PÉ. Ces RC ont été plus élevés que ceux observés à AUG, de même que les 10 % de dommages à 7 SAE rapportés par Kering et coll. (2013) pour le foramsulfuron, et aux 9 % de dommages à 5 SAE rapportés par Wilson (1995) pour l'imazéthapyr. Dans ces trois cas, le sol était de type loam sableux, contrairement à SMB situé sur un loam argileux. Certains herbicides sont davantage persistants dans les sols à teneur élevée en argile, surtout lors de conditions de faibles précipitations (Hager et Nordby, 2007; Gevaio et al., 2000). La très grande fertilité des sols à SMB (CEC >25 meq 100 g⁻¹; M.O. : 4,3 %; pH eau : 7,4), combinée aux très faibles

précipitations mesurées en 2012 à ce site (Tableau 1), expliqueraient ce RC plus élevé du PÉ pour ces deux traitements de POST1. Toujours à SMB, en 2014, bien que les RC mesurés aient été élevés, ils n'ont pas persistés (Tableau 12). C'est d'ailleurs ce que l'on peut observer avec l'absence d'effets significatif des traitements sur la biomasse du PÉ en fin de saison. Les abondantes précipitations de juin à SMB (172 mm, dont 105 en 7 jours), auraient fortement contribué à lessiver les herbicides de PRÉ, non incorporés, malgré les propriétés du sol (Hager et Nordby, 2007; Gevao et al., 2000). À l'inverse, comme les traitements de POST sont appliqués en surface, ceux-ci auraient été plus rapidement photodégradés, grâce aux conditions sèches et sous les normales saisonnières (Tableau 1) mesurées à SMB (Hager et Nordby, 2007; Gevao et al., 2000). Ces mêmes conditions chaudes et sèches auraient favorisées une croissance active du PÉ.

Au site AUG, en 2012 (Tableau 13), les résultats démontrent que seuls les traitements de PRÉ ont provoqué un RC du PÉ. Les données de biomasse du PÉ indiquent toutefois que ceux de POST ont également affecté le PÉ. En fait, la forte présence de DA à AUG, dont le contrôle par les traitements fut généralement faible, a contribué aux RC du PÉ. Bien que certains de ces traitements visés à la fois les DA et les GA, leur application fut réalisée à des stades de développement trop avancés des MH. La longue période de germination du PÉ, dont la présence était primordiale pour évaluer sa tolérance aux traitements, explique ces applications tardives. À ce titre, l'application du bentazone en POST1 a été appliqué en 2013 et 2014 pour réduire la pression des DA et leur effet confondant sur la tolérance du PÉ aux herbicides anti-GA.

En 2013, aux traitements de PRÉ ayant provoqué un RC du PÉ (Tableau 14) à AUG, ce sont ajoutés ceux de POST2 (foramsulfuron et nicosulfuron). Les effets néfastes de ces deux derniers, de même que la double dose en PRÉ de diméthénamide-P, étaient toujours perceptibles en fin de saison, principalement à cause de leur date d'application tardive, le 25 juillet. Néanmoins, ces deux traitements de POST2 (foramsulfuron et nicosulfuron) pourraient être considérés comme stratégies de « dernier recours », dans le cas où les moyens de contrôle préalables au printemps auraient été non efficaces, considérant qu'ils ont tout de même permis une reprise satisfaisante du PÉ l'année suivante (Tableau 15). À l'inverse, pour le foramsulfuron en POST1, un très faible RC, une hauteur et une biomasse sèche du PÉ supérieurs, ou du moins dans les valeurs les plus élevés tout au long de la saison, ont été observés (Tableau 14). Ce dernier a démontré également une bonne efficacité à réduire significativement la biomasse sèche des GA (Tableau 14), et a assuré une très bonne reprise du PÉ en 2014 (Tableau 15).

Pour l'implantation de 2014 à AUG (Tableau 16), la biomasse sèche du PÉ a été généralement très faible. Les précipitations abondantes durant toute la saison estivale semblent avoir été le principal élément expliquant cette faible productivité. Étant moins vigoureux, le PÉ semble avoir davantage réagi à la phytotoxicité de certaines matières actives (POST2 et certains POST1), par rapport aux années précédentes. Malgré cela, des différences s'observent entre les traitements. Ces différences semblent être expliquées par la répartition et l'importance des précipitations par événement, qui ont interagies avec les propriétés intrinsèques des matières actives (mode d'action, mobilité dans la solution de sol,

rapidité à être absorbé, etc.). D'abord, les biomasses de PÉ des traitements de PRÉ ont été égales ou supérieures aux TDM (Tableau 16), quand l'inverse fut mesuré en 2012 et 2013. Leur phytotoxicité sur le PÉ s'est estompée plus rapidement que les années précédentes étant donné leur lessivage possible par les précipitations, favorisé par la texture grossière du sol (Hager et Nordby, 2007; Gevaio et al., 2000). Leur contrôle des MH en début de saison a néanmoins été suffisant pour permettre au PÉ de mieux s'établir, comparativement, en général, aux traitements de POST 1. Ces derniers furent rapidement lessivés, réduisant leur efficacité, à l'exception de l'imazéthapyr utilisé seul. Pour leur part, les POST2 ont été moins affectés par la météo. Leur efficacité à réprimer les MH ainsi que leur phytotoxicité sur le PÉ fut similaire aux années précédentes. Enfin, la combinaison atrazine+foramsulfuron semble toutefois très performante en général, davantage que la combinaison cloransulam+foramsulfuron évalué par Kering et al. (2013) dans des conditions similaires et ayant provoqué un RC plus important.

Expérience 3 : Évaluation de divers herbicides pour la répression des dicotylédones annuelles dans le panic érigé

La saison 2012 a permis d'effectuer un triage de plusieurs matières actives, la majorité à de faibles doses. Durant les deux années suivantes, des doses plus fortes ainsi que des mélanges ont ainsi pu être évalués. En général, le PÉ présente une bonne tolérance aux différentes matières actives utilisées, bien que le mélange diflufenzopyr/dicamba en POST semble parfois provoquer un RC, de même que les traitements de PRÉ imazéthapyr et mésotrione (Tableaux 13, 14 et 16). Dans le cas de l'imazéthapyr, sa phytotoxicité mesurée a été similaire, peu importe qu'il ait été appliqué en PRÉ (expérience 3) ou en POST (expérience 2). Malgré cela, il a présenté une bonne efficacité à réprimer les DA et les GA, tout en permettant une bonne implantation du PÉ et sa reprise l'année suivante (Tableau 15). Dans leur étude, Kering et coll. (2013) rapporte une étude préliminaire (3 ans) qu'ils ont réalisé, où l'imazéthapyr fut, entre autres herbicides, évalué en PRÉ et en POST, tout comme le foramsulfuron. Ce dernier fut retenu pour l'étude publiée en 2013, mais pas l'imazéthapyr, à priori jugé comme plus phytotoxique. Se référant à nos résultats, les deux seraient équivalents en termes de phytotoxicité, surtout dans les cas où l'imazéthapyr fut appliqué en PRÉ, et permettraient une bonne implantation du PÉ et sa reprise l'année suivante (Tableaux 11 et 15). Les résultats de Wilson (1995) indiquent clairement que l'utilisation d'imazéthapyr a permis l'augmentation du double de la biomasse du PÉ par rapport au témoin enherbé.

Les différences de biomasse sèche du PÉ à AUG en 2012 et 2014 pour les traitements de POST, sont principalement attribuables au contrôle plus ou moins efficace des MH par les matières actives, qu'au manque de tolérance du PÉ. Tout comme pour l'expérience 2, leur application fut réalisée à des stades de développement trop avancés des MH en 2012, réduisant leur suppression. La longue période de germination du PÉ, dont la présence était primordiale pour évaluer sa tolérance aux traitements, explique ces applications tardives et les faibles biomasses sèches du PÉ. En 2014, les herbicides ont été appliqués au bon stade des DA, car le PÉ a germé rapidement. Toutefois, les traitements n'ayant aucun effet sur les GA, celles-ci se sont dès lors rapidement imposées vue l'absence de compétition par les DA. Ainsi, une biomasse importante de GA a été mesurée en fin de saison et ce, au détriment du

PÉ (Tableau 16). L'atrazine à dose élevée fut toutefois le seul traitement capable de réprimer à la fois les DA et les GA, permettant ainsi d'obtenir une biomasse sèche de PÉ élevée. Enfin, la saison estivale 2014 fut, par rapport à la normale saisonnière, particulièrement fraîche et humide à AUG (Tableau 1), ce qui a contribué à la faible productivité du PÉ, lorsque l'on compare les témoins désherbés des trois années à l'étude (Tableaux 13, 14 et 16). De plus, ces conditions météo ont probablement contribué à rendre le PÉ plus vulnérable aux traitements herbicides, ce qui pourrait expliquer pourquoi il y a eu davantage de RC à ce site en 2014.

RECOMMANDATIONS

En somme, les traitements mécaniques et culturaux ne semblent pas démontrer d'efficacité impressionnantes dans le cadre du présent projet. Toutefois, leur utilisation, dans des contextes spécifiques, a déjà démontré leur efficacité, tels que le faux-semis utilisée de manière préventive (Leblanc et Cloutier, 1996). Le choix d'une ou d'une autre méthode repose d'abord sur une évaluation adéquate de l'état du champ où sera implanté le PÉ. Celle-ci doit être effectuée dès le milieu de la saison précédente, permettant ainsi une approche adaptée et intégrée des moyens de lutte à utiliser selon une situation donnée.

Le contrôle efficace des GA, sans phytotoxicité des herbicides sur le PÉ, est difficile voire impossible à obtenir. Par conséquent, il est préférable de favoriser des matières actives efficaces à réprimer les GA et présentant un minimum d'effets négatifs sur le PÉ. Plus tôt les herbicides sont appliqués (PRÉ ou POST1), plus le PÉ aura le temps nécessaire pour se rétablir avant la fin de la saison. Une application hâtive permet également une suppression rapide des GA, dont la forte présence peut être tout aussi néfaste que le retard occasionné par un anti-GA au PÉ. C'est d'ailleurs le cas avec le foramsulfuron, appliqué en POST1. Il semble, en général, avoir démontré sa bonne efficacité à réprimer les DA et les GA, tout en permettant au PÉ de se rétablir pour assurer sa bonne implantation, ainsi qu'une bonne reprise l'année suivante. Sa combinaison avec l'atrazine, appliquée en PRÉ, pourraient être une stratégie intéressante. Celle-ci pourrait très bien être combinée au faux-semis ou même à un semis direct sur résidus de céréale de printemps, semée l'automne précédent (Bryan et al., 1984; Samson et Moser, 1982).

Dans le cas où seules les DA seraient présentes, le mélange commercial bromoxynil/MCPA appliqué en POST1 est une stratégie intéressante. Celle-ci pourrait également être couplée à une stratégie mécanique ou culturale, telle que précédemment citée et/ou combinée à une application d'atrazine en PRÉ. En général, l'utilisation d'anti-DA n'a pas affecté la croissance du PÉ. Toutefois, leur utilisation peut se traduire par une montée importante de GA. La connaissance de l'historique du champ est dès lors importante afin d'anticiper ce type de réponse ou encore mieux définir une stratégie de la période d'application de l'anti-DA en fonction de la croissance du PÉ.

Lors de l'évaluation du retard de croissance, comme effet phytotoxique d'une matière active sur une culture, la hauteur des plants est l'élément le plus souvent considérée, car facilement mesurable de manière objective. Toutefois, dans le cas d'une culture de graminée, une attention particulière devrait aussi être portée sur le tallage de celle-ci.

CONCLUSION

Comme le panic érigé connaît un essor comme culture émergente, il est important de développer des stratégies de désherbage pour améliorer la qualité des implantations. Cette qualité d'implantation est gage de l'atteinte d'une rentabilité en assurant une bonne productivité et d'une qualité maximale par l'absence de mauvaises herbes.

La structure du présent projet a permis d'atteindre les objectifs, en documentant la tolérance du PÉ soumis à diverses matières actives, en identifiant des stratégies efficaces et durables de désherbage, afin d'améliorer ses conditions d'établissement, et d'outiller les producteurs et les intervenants du milieu dans le choix rationnel de stratégies pour la réussite de cette culture.

Les résultats obtenus ont contribué à effectuer deux demandes d'extension du profil d'emploi d'herbicides dans la culture du PÉ, soit l'atrazine (AATREX LIQUID 480) et le mélange commercial bromoxynil/MCPA (BUCTRIL M). Le profil d'utilisation de la première matière active est limité à l'année d'implantation seulement pendant laquelle, il ne peut y avoir de récolte de la biomasse durant cette même année. Dans le cas de la deuxième matière active, le profil d'utilisation permet son application dès la deuxième année de croissance et autorise également l'utilisation du PÉ, récolté en fin de saison, comme source de foin sec en alimentation animale. Avec ces gains, les producteurs bénéficieront d'outils de désherbage sécuritaires et efficaces, leur permettant d'implanter le PÉ de façon durable et de l'utiliser de manière sécuritaire en alimentation animale. La lettre de confirmation, signée par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), pour l'atrazine, est présentée à l'annexe 2. La lettre d'approbation, signée par l'ARLA, pour le mélange commercial bromoxynil/MCPA, est présentée à l'annexe 3.

Le panic érigé est une culture pérenne intéressante. Elle a su trouver sa place en approvisionnant des marchés, d'abord de substitutions, mais qui ont su se pérenniser et se développer pour enfin être reconnus comme des opportunités.

BIBLIOGRAPHIE

Bryan, W.B., T.A. Mills, and J.A. Cronauer. 1984. Sod-seeding switchgrass and tall fescue into hill land pasture. *J. Soil Water Conserv.* 39 : 70-72.

Buxton, D.R., and W.F. Wedin. 1970. Establishment of perennial forages: I. Subsequent yields. *Agro. J.* 62 : 93-97.

Evers, G.W., Parson, M.J. 2003. Soil type and moisture level influence on Alamo switchgrass emergence and seedling growth. *Crop Sci.* 43 : 288-294.

Financière agricole du Québec. Assurance récolte – Céréales, maïs-grain et protéagineuses Section 4,2 – Admissibilité. Mise à jour le 11 mars 2016. 17 pages. <http://www.fadq.qc.ca/fileadmin/fr/normes-procedures/assurance-recolte/cereales-mais-grain-proteagineuses-section-4-2.pdf>

Gevao, B, Semple, K.T., Jones, K.C. 2000. Bound pesticide residues in soils: a review. *Environ. Pollut.* 108 : 3-14.

Girouard, P., Mehdi, B., Samson, R., Blais, P.-A. 2007. Le panic érigé dans l'est de l'Ontario : un guide pour les producteurs. CanAdapt, 5p. www.agrireseau.qc.ca/energie/documents/SwitchgrassGuide98Fr.pdf.

Gunsolus, J.L. 1990. Mechanical and cultural weed control in corn and soybeans. *Am. J. Alternative Agric.* 5: 114-119.

Hager, A.G., Nordby, D. 2007. Herbicide persistence and how to test for residues in soils. Dans *Illinois agricultural pest management handbook*, ed. S. Bissonette, pp. 343-350. Urbana, Il.: University of Illinois Extension.

Kering, M.K., Huo, C. Interrante, S.M., Hancock, D.W., Butler, T.J. 2013. Effect of various herbicides on warm-season grass weeds and switchgrass establishment. *Crop Sci.* 53:666-673.

Kering, M.K., Butler, T.J., Biermacher, J.T., Guretzky J.A. 2012. Biomass yield and nutrient removal rates of perennial grasses under nitrogen fertilization. *Bioener. Res.* 5 : 61-70.

Kimura, E., Fransen, S.C., Collins, H.P., Guy, S.O., Johnston, W.J. 2015. Breaking seed dormancy of switchgrass (*Panicum virgatum* L.): A review. *Biomass. Bioenerg.* 80 : 94-101.

Leblanc, M., Cloutier, D. 1996. Effet de la technique du faux-semis sur la levée des adventices annuelles. *Ann. Assoc. Nat. Prot. Pl.* 10 : 29-34.

Lemus, R., Brummer, E.C., Burras, C.L., Moore, K.J., Barker, M.F., Molstad, N.E. 2008. Effects of nitrogen fertilization on biomass yield and quality in large fields of established switchgrass in southern Iowa, USA. *Biomass. Bioenerg.* 32 : 1187-1194.

Miesel, J.R., Renz, M.J., Doll, J.E., Jackson, R.D. 2012. Effectiveness of weed management methods in establishment of switchgrass and a native species mixture for biofuels in Wisconsin. *Biomass. Bioenerg.* 36 :121-131.

Perreault, Y. 2011. Résultats d'essai 2010 de fertilisation (P et K) sur un champ de panic érigé établi depuis 1996. *MAPAQ*, 9 p.

Reid, R.L., Jung, G. A., Puoli, J. R., Cox-Ganser, J. M., Scott, L. L. 1992. Nutritive quality and palatability of switchgrass hays for sheep: effects of cultivar, nitrogen fertilization, and time of adaptation. *J. Anim. Sci.*, 70 : 3877-3888.

Renz, M., Undersander, D., Casler, M. 2009. Establishing and managing switchgrass. University of Wisconsin – Extension. 4 p.

Samson, J.F., and L.E. Moser. 1982. Sod-seeding perennial grasses into eastern Nebraska pastures. *Agron. J.* 74 : 1055-1060.

Samson, R., 2007. Switchgrass production in Ontario: A management guide. *CanAdapt*, 4p.

Sanderson, M.A., Schnabel, R.R., Curran, W.S., Stout, W.L., Genito, D., Tracy, B.F. 2004. Switchgrass and big bluestem hay, biomass, and seed yield response to fire and glyphosate treatment. *Agron. J.* 96 : 1688-1692.

SAS Institute. 2009. SAS proprietary software version 9.1. SAS Inst., Cary, NC.

Teel, A., Barnhart, S., Miller, G. 2003. Management guide for the production of switchgrass for biomass fuel in Southern Iowa. Iowa Cooperative Extension, Iowa State University of Science and Technology. Publication Agronomy 2-1. 3 p.

Tubeileh, A., Rennie, A. Kerr, T.J., Saita, A.A., Patané, C.. 2014. Biomass production by warm-season grasses as affected by nitrogen application in Ontario. *Agron. J.* 106 : 416-422.

Wilson, R.G. 1995. Effect of imazthapyr on perennial grasses. *Weed Technology.* 9:187-191.

Wolf, D.D., Fiske, D.A. 2009. Planting and managing switchgrass for forage, wildlife, and conservation. Virginia Cooperative Extension, Virginia State University. Publication 418-013. 4 p.

ANNEXES 1a-d : Activités de diffusion

ANNEXE 2 :

Lettre de confirmation, signée par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, pour l'extension d'homologation du produit commercial AATREX 480.

ANNEXE 3 :

**Lettre d'approbation, signée par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire,
pour le mélange commercial BUCTRIL M.**