

Rapport final réalisé dans le cadre du Programme agroenvironnemental de soutien à la Stratégie phytosanitaire du Plan d'action Saint-Laurent

DÉTERMINATION DE LA SUSCEPTIBILITÉ DES STADES PHÉNOLOGIQUES DE
TROIS VARIÉTÉS DE MAÏS SUCRÉ À LA HOUE ROTATIVE

IRDA-1-MSU-99-044

Réalisé par:

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

12 février 2001

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et le Plan d'action Saint-Laurent Vision 2000.

ÉQUIPE DE RECHERCHE

Maryse Leblanc, M.Sc, agr.

Germain Moreau, dta

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

3300, rue Sicotte

Saint-Hyacinthe

J2S 7B8

Téléphone : (450) 778-6522

Télécopieur : (450) 778-6539

Courriel: maryse.leblanc@irda.qc.ca

Daniel Cloutier, Ph.D.

Institut de malherbologie

B.P. 222

Sainte-Anne-de-Bellevue

(Québec) H9X 3R9

Téléphone: (514) 630-4658

Télécopieur: (514) 697-5438

Courriel: daniel.cloutier@videotron.ca

Table des matières

| | |
|--|----|
| INTRODUCTION | 1 |
| 1. MATÉRIEL ET MÉTHODE | 3 |
| 1.1 Description des sites | 3 |
| 1.1.1 Première date de semis en 1999 | 3 |
| 1.1.2 Deuxième date de semis en 1999 | 4 |
| 1.1.3 Première date de semis en 2000 | 4 |
| 1.1.4 Deuxième date de semis en 2000 | 6 |
| 1.2 Dispositif expérimental | 6 |
| 1.3 Traitements à la houe rotative | 7 |
| 1.4 Maïs sucré | 7 |
| 1.5 Variables mesurées | 7 |
| 1.5.1 Uniformité de la levée (1999 seulement) | 8 |
| 1.5.2 Dommages au maïs dans le champ | 8 |
| 1.5.3 Récolte du maïs | 12 |
| 1.6 Analyses statistiques | 12 |
| 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION | 15 |
| 2.1 Dommages au maïs dans le champ | 15 |
| 2.1.1 Saison 1999 | 15 |
| 2.1.2 Saison 2000 | 16 |
| 2.2 Uniformité de la levée (1999) | 16 |
| 2.3 Récolte du maïs | 17 |
| 2.3.1 Maïs hâtif, première date de semis, 1999 | 17 |
| 2.3.2 Maïs mi-saison, première date de semis, 1999 | 20 |
| 2.3.3 Maïs tardif, première date de semis, 1999 | 22 |
| 2.3.4 Maïs mi-saison, deuxième date de semis, 1999 | 22 |
| 2.3.5 Maïs tardif, deuxième date de semis, 1999 | 25 |
| 2.3.6 Maïs hâtif, première date de semis, 2000 | 25 |
| 2.3.7 Maïs mi-saison, première date de semis, 2000 | 28 |
| 2.3.8 Maïs tardif, première date de semis, 2000 | 28 |
| 2.3.9 Maïs mi-saison, deuxième date de semis, 2000 | 28 |
| CONCLUSIONS | 32 |
| BIBLIOGRAPHIE | 34 |

Liste des tableaux

| | | |
|-------------|---|----|
| Tableau 1. | Détails du semis en 1999 et en 2000. | 5 |
| Tableau 2. | Liste et description des traitements | 9 |
| Tableau 3. | Date et hauteur du maïs lorsque les sarclages ont été effectués en 1999. | 10 |
| Tableau 4. | Date et hauteur du maïs lorsque les sarclages ont été effectués en 2000. | 11 |
| Tableau 5. | Dates des observations et de la récolte du maïs sucré. | 13 |
| Tableau 6. | Liste des variables mesurées à la récolte du maïs sucré. | 14 |
| Tableau 7. | Pourcentage maximum des plants de maïs sucré endommagés par les sarclages aux différents stades de développement dans les expériences. | 18 |
| Tableau 8. | Rendement du maïs sucré hâtif à la première date de semis en 1999. | 19 |
| Tableau 9. | Rendement du maïs sucré mi-saison à la première date de semis en 1999. | 21 |
| Tableau 10. | Rendement du maïs sucré tardif à la première date de semis en 1999. | 23 |
| Tableau 11. | Rendement du maïs sucré mi-saison à la deuxième date de semis en 1999. | 24 |
| Tableau 12. | Rendement du maïs sucré tardif à la deuxième date de semis en 1999. | 26 |
| Tableau 13. | Rendement du maïs sucré hâtif à la première date de semis en 2000. | 27 |
| Tableau 14. | Rendement du maïs sucré mi-saison à la première date de semis en 2000. | 29 |
| Tableau 15. | Rendement du maïs sucré tardif à la première date de semis en 2000. | 30 |
| Tableau 16. | Rendement du maïs sucré mi-saison à la deuxième date de semis en 2000. | 31 |

INTRODUCTION

Le maïs sucré était cultivé sur 11 736 hectares au Québec en 1997 (Statistique Canada, 1998). Le maïs est une culture qui consomme beaucoup d'herbicides et il est estimé qu'environ 95 % de la superficie en maïs sucré est traitée avec un ou généralement deux herbicides chaque année. Il a été démontré qu'il est possible d'effectuer le désherbage du maïs-grain ou fourrager en n'utilisant que des sarcleurs (Smith et al. 1996). Cependant, le maïs sucré est plus sensible aux dommages causés par le passage du sarcleur que le maïs-grain selon les deux seules études connues sur le sarclage mécanique dans le maïs sucré (Bellinder, comm. pers., Univ. Cornell et Lareau, 1997). L'étude effectuée à l'université Cornell n'a jamais été publiée parce qu'elle était inconclusive. Le Centre de développement d'agrobiologie du Québec a évalué le passage de la houe rotative et de la herse étrille chez deux producteurs du Centre-du-Québec, sur deux stades phénologiques: prélevée et 1 feuille, complété par deux sarclages entre les rangs et suivi par un semis de cultures intercalaires (Lareau 1997). Ces essais non-répétés ont permis d'émettre quelques généralités sur le désherbage mécanique du maïs sucré dans deux situations particulières mais laissent de nombreuses questions en suspens. Les principales contraintes étaient de minimiser les dommages au maïs et de déterminer le moment opportun d'intervention. En effet, il est possible que les sarcleurs endommagent suffisamment le maïs pour affecter son rendement (Leblanc et Cloutier, 1999; Sidiras et Kendristakis, 1997).

Le désherbage mécanique du maïs requiert habituellement deux sarcleurs, un pour sarcler en début de saison et un autre pour continuer le désherbage dans les entre-rangs lorsque la culture est trop développée (Cloutier et Leblanc, 1999). Le désherbage des entre-rangs est généralement très bien maîtrisé et requiert peu d'études. Cependant, le désherbage en début de saison est plus problématique car les mauvaises herbes qui s'implantent pendant cette période peuvent occasionner des pertes considérables et par conséquent, elles doivent être détruites le plus tôt possible sur et entre les rangs. Un des rares sarcleurs actuellement disponible qui peut désherber sur les rangs et entre les rangs est la houe rotative. De nombreux producteurs possèdent une houe rotative et de nombreuses compagnies en manufacturent. La houe est un outil indispensable au désherbage mécanique du maïs sucré. Elle peut être passée 2 à 4 fois plus rapidement qu'un sarcleur à pattes d'oie et ainsi sauver temps et argent mais elle doit être

passée tôt pour être efficace. Par contre, elle pourrait aussi endommager la culture puisqu'elle passe sur le rang.

L'objectif de notre projet est d'établir la susceptibilité du maïs sucré aux passages de la houe rotative à divers stades phénologiques. Le maïs peut tolérer le passage de la houe mais il n'a jamais été étudié de façon systématique pour établir à quel stade il était sensible. Cette information est essentielle pour développer des programmes de lutte mécanique et pour sécuriser et guider les producteurs dans la gestion de leurs mauvaises herbes.

Il est probable qu'il y ait une différence de susceptibilité entre les variétés de maïs sucré et par conséquent, la gestion du désherbage mécanique devrait être adaptée aux types de variétés. Le projet propose donc d'étudier le comportement de 3 types de variétés de maïs sucré: hâtif, mi-saison et tardif.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES:

Cinq expériences ont été mises en place en 1999 et en 2000 à la station de recherche de Saint-Hyacinthe de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement. Il y avait deux dates de semis à chaque année. Trois variétés des maïs sucré (hâtive, mi-saison et tardive) ont été semées à la première date de semis tandis que la variété mi-saison et la variété tardive ont été semées à la deuxième date de semis. Les détails sont présentés dans le tableau 1.

Des herbicides ont été appliqués sur toute la surface pour éliminer toutes les mauvaises herbes afin d'éviter de confondre l'effet du passage de la houe avec la compétition des mauvaises herbes. Le projet n'étudie ainsi que le dommage physique fait par la houe sur le maïs.

1.1 Description des sites

Les expériences ont été semées sur des sols de types différents. Les sites expérimentaux ont été labourés avec un chisel à l'automne précédent l'année de plantation. Deux passages avec un cultivateur WILRICH 3400 ont été effectués au printemps pour préparer le lit de semence. Le cultivateur était muni d'un rouleau UNVERFERTH. La fertilisation a été effectuée à partir des résultats des analyses de sols et selon les recommandations du Conseil des Productions Végétales du Québec. Aucun insecticide n'a été utilisé dans le maïs en 1999 et dans le maïs hâtif en 2000.

1.1.1 Première date de semis en 1999

Le site de la première date de semis était en pommes de terre en 1998 et 1997. Le type de sol variait de sable loameux à loam sableux de la série St-Damase dans l'expérience avec le maïs hâtif. Pour les deux autres expériences, le type de sol variait de loam sableux à loam de la série Duravin. L'analyse de sol indiquait un pH eau de 6,93, 1,6 % de matière organique, 325 kg/ha de phosphore et 352 kg/ha de potassium. Avant le second hersage, 271 kg/ha d'urée (46 - 0 - 0) ont été appliqués. Au semis, 221 kg/ha d'un engrais composé ont été placés en bandes (8,8 -

17 - 33).

La répression des mauvaises herbes a été réalisée avec de l'herbicide appliqué en prélevée et en post-levée dans les expériences du premier semis. Un mélange de 2 l/ha de Dual + 2 kg/ha de Bladex 90 DF a été appliqué en prélevée le 4 mai et de 3 l/ha d'Atrazine (480 g/l) + 1,25 l/100 litres d'eau d'Huile à maïs ont été appliqués en post-levée le 31 mai.

1.1.2 Deuxième date de semis en 1999

Le site était en blé d'automne en 1998 et en trèfle en 1997. Le type de sol variait de loam sableux à loam de la série Duravin. L'analyse de sol indique un pH eau de 6,3, 3,2 % de matière organique, 181 kg/ha de phosphore et 400 kg/ha de potassium. Le champ avait été semé en luzerne au printemps. Le sol a été travaillé le 18 mai. Une partie des engrais a été appliquée à la volée avant le semis (225 kg/ha d'un engrais composé (30 - 5 -65) et 180 kg/ha d'un engrais azoté ont été placés en bandes au semis (27,5 - 0 -0). Un mélange de 2 l/ha de Dual + 2 kg/ha de Bladex 90 DF a été appliqué en prélevée le 31 mai.

1.1.3 Première date de semis en 2000

Le site de la première date de semis était en soya en 1999 et en maïs grain en 1998. Le type de sol variait de loam sableux à loam de la série Duravin. L'analyse de sol indique un pH eau de 6,78, 1,5 % de matière organique, 371 kg/ha de phosphore et 313 kg/ha de potassium. Une partie des engrais a été appliquée à la volée avant le semis, 262 kg/ha d'urée (46 - 0 - 0) et 261 kg/ha d'un engrais composé (7,6 - 11,5 - 38,2) ont été placés en bandes au semis. L'insecticide (AMBUSH 500 EC, 275 ml dans 650 l d'eau) a été appliqué le 14 juillet dans le maïs mi-saison et tardif et le 3 août dans le maïs tardif.

Tableau 1. Détails du semis en 1999 et en 2000.

| 1999 | | | | | |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Premier semis | | | Deuxième semis | |
| Type de maïs | Hâtif | Mi-saison | Tardif | Mi-saison | Tardif |
| Variété | Quickie | July Gem | Sensor | July Gem | Sensor |
| Date de semis | 29 avril | 29 avril | 29 avril | 19 mai | 21 mai |
| Taux de semis | 8,6 kg/ha | 9,5 kg/ha | 11,5 kg/ha | 9,5 kg/ha | 11,5 kg/ha |
| Densité de semis | 51,803 grains/ha | 51,803 grains/ha | 51,803 grains/ha | 51,803 grains/ha | 51,803 grains/ha |
| Profondeur de semis | 3,8 cm | 2,5 cm | 2,5 cm | 5 cm | 3,8 cm |
| 2000 | | | | | |
| | Premier semis | | | Deuxième semis | |
| Type de maïs | Hâtif | Mi-saison | Tardif | Mi-saison | Tardif |
| Variété | Quickie | July Gem | Sensor | July Gem | Sensor |
| Date de semis | 3 mai | 3 mai | 3 mai | 23 mai | 23 mai |
| Taux de semis | 8,6 kg/ha | 9,5 kg/ha | 11,5 kg/ha | 9,5 kg/ha | 11,5 kg/ha |
| Densité de semis | 51,803 grains/ha | 51,803 grains/ha | 51,803 grains/ha | 51,803 grains/ha | 51,803 grains/ha |
| Profondeur de semis | 2,5 cm | 2,5 cm | 2,5 cm | 2,5 cm | 2,5 cm |

De l'herbicide a été appliqué en prélevée et en post-levée dans les expériences du premier semis. Un mélange de 2,75 l/ha de Dual + 2,5 kg/ha de Bladex 90 DF a été appliqué en prélevée le 8 mai et de 3 l/ha d'Atrazine (480 g/l) + 1,25 l/100 litres d'eau Huile à maïs ont été appliqués en post-levée le 26 juin.

1.1.4 Deuxième date de semis en 2000

Le site était en maïs grain en 1999 et en 1998. Le type de sol variait de loam à loam argileux de la série Dujour. L'analyse de sol indique un pH eau de 6,7, 2,4 % de matière organique, 190 kg/ha de phosphore et 370 kg/ha de potassium. Le 18 mai, le sol a été travaillé par un passage de la herse à disque suivi par 2 passages du cultivateur WILRICH 3400. Une partie des engrais a été appliquée à la volée avant le semis, 262 kg/ha d'urée (46 - 0 - 0) et 254 kg/ha d'un engrais composé ont été placés en bandes au semis (9,2 - 23,5 - 29,4). L'herbicide (1,75 l/ha de Dual Magnum + 3 kg/ha de Bladex 90 DF) a été appliqué en prélevée le 30 mai. L'insecticide (AMBUSH 500 EC, 275 ml dans 650 l d'eau) a été appliqué le 14 juillet et le 3 août dans le maïs mi-saison.

1.2 Dispositif expérimental

Pour les 2 années du projet, le maïs sucré a été semé en blocs de 10 mètres de long par 42 mètres de large. Une distance de 20 mètres séparait les blocs afin de permettre au tracteur d'atteindre la vitesse requise et de garder cette vitesse constante durant le sarclage de la parcelle. Du maïs-grain a été semé dans les allées et aux extrémités des blocs pour obtenir du maïs sur toute la surface du champ, rendant ainsi le champ semblable à celui d'un producteur. Une clôture électrique a été installée autour de chaque bloc pour empêcher les rats laveurs d'endommager les épis de maïs sucré.

Les expériences étaient toutes disposées en blocs aléatoires complets. Les parcelles mesuraient 3 mètres de large et 7 mètres de long en 1999 et 10 mètres de long en 2000. Chaque parcelle comportait quatre rangs de maïs. Les détails du semis sont présentés dans le tableau 1.

1.3 Traitements à la houe rotative

Le traitement témoin était celui qui n'a pas subi de sarclage. La houe rotative YETTER® à haut dégagement a été utilisée pour effectuer les sarclages. La houe avait une largeur de 3 m et traitait une parcelle à la fois. Elle est composée de plusieurs roues étoilées disposées sur 2 rangs, un derrière l'autre, ne laissant qu'une distance de 7,5 cm sur le sol entre le passage des dents dont les extrémités sont en forme de cuillères. Le tracteur entraînait la houe rotative à une vitesse de 15 km/h et a une profondeur de travail de 4 cm. La houe rotative a été passée une fois à chacun des stades phénologiques du maïs (prélevée à six feuilles) et plusieurs fois en combinant différents stades (tableau 2). Les dates et la hauteur du maïs lorsque les sarclages ont été effectués sont présentés dans les tableaux 3 et 4.

1.4 Maïs sucré

Trois variétés de maïs sucré (hâtive, mi-saison et tardive) ont été semées à une première date de semis tandis que la variété mi-saison et la variété tardive ont aussi été semées trois semaines plus tard (deuxième date de semis) (tableau 1).

Le semis a été effectué avec un semoir de précision de marque JOHN DEERE, modèle Max Emerge2 7200 à quatre rangs avec la plaque spécifique pour le maïs sucré. Les détails du semis sont donnés dans le tableaux 4.

1.5 Variables mesurées

Plusieurs variables ont été observées pour quantifier l'impact des passages de la houe rotative sur le peuplement du maïs sucré et sur son rendement. Sauf pour quelques exceptions qui seront mentionnées ci-dessous, toutes les mesures ont été prises sur une longueur de 5 mètres sur les 2 rangs du centre de la parcelle. Dans l'ensemble, les mêmes mesures ont été prises en 1999 et en 2000.

1.5.1 Uniformité de la levée (1999 seulement)

Il y a eu très peu de pluie après le premier semis en 1999 et la levée du maïs en a souffert, résultant en des parcelles avec du maïs à divers stades de développement dans la même parcelle et avec des plants manquants.

Pour la première date de semis, les comptages dans les traitements sarclés en prélevée (F0), à 1 feuille (F1) et à 2 feuilles (F2) dans le maïs hâtif et de mi-saison et dans les traitements sarclés en prélevée (F0) et à 1 feuille (F1) dans le maïs tardif ont été effectués sur des longueurs de 2 mètres sur les 2 rangs du centre de chaque parcelle. La longueur sur laquelle les mesures étaient prises a dû être augmentée à 5 mètres à cause de la variabilité de la levée du maïs. Conséquemment, toutes les mesures subséquentes, incluant le rendement, ont été prises sur cette longueur de 5 mètres sur les 2 rangs du centre de la parcelle (10 mètres par parcelle au total).

1.5.2 Dommages au maïs dans le champ

Le nombre de plants, la hauteur et les dommages physiques au maïs ont été évalués avant et après chaque sarclage. Les plants de maïs étaient classés en six catégories en 1999: plants normaux, penchés ou partiellement enterrés, déterrés, brisés, morts, semences déterrées. En 2000, les plants de maïs ont été classés en trois catégories: plants normaux, penchés ou partiellement enterrés, plants ou semences déterrés. Les dates de ces comptages sont présentées dans le tableau 5.

La clôture électrique installée autour des blocs du premier semis a été vandalisée au cours d'une fin de semaine en 1999 et les rats laveurs ont causé des dommages. Le nombre d'épis endommagés par les rats laveurs a été dénombré et enlevé du champ. Le nombre d'épis récoltés a été ajusté pour tenir compte de ces dommages. En 2000, des mouffettes ont endommagé le maïs hâtif du premier semis. Le nombre d'épis récoltés a été ajusté pour tenir compte de ces dommages.

Tableau 2. Liste et description des traitements

| Numéro du traitement | Stade | Description |
|----------------------|-------------------|---|
| 1 | F0 | Un passage de la houe rotative au stade prélevée |
| 2 | F1 | Un passage de la houe rotative au stade 1 feuille (coléoptile) |
| 3 | F2 | Un passage de la houe rotative au stade 2 feuilles |
| 4 | F3 | Un passage de la houe rotative au stade 3 feuilles |
| 5 | F4 | Un passage de la houe rotative au stade 4 feuilles |
| 6 | F5 | Un passage de la houe rotative au stade 5 feuilles |
| 7 | F6 | Un passage de la houe rotative au stade 6 feuilles |
| 8 | F0 + F2 | Deux passages de la houe rotative au stade prélevée et 2 feuilles |
| 9 | F0 + F2 + F4 | Trois passages de la houe rotative au stade prélevée, 2 et 4 feuilles |
| 10 | F0 + F2 + F4 + F6 | Quatre passages de la houe rotative au stade prélevée, 2, 4 et 6 feuilles |
| 11 | F1 + F3 | Deux passages de la houe rotative au stade 1 et 3 feuilles |
| 12 | F1 + F3 + F5 | Trois passages de la houe rotative au stade 1, 3 et 5 feuilles |
| 13 | | Témoin sans sarclage |

*Une feuille est comptée lorsque la feuille est à demi-sortie du verticille.

Tableau 3. Date et hauteur du maïs lorsque les sarclages ont été effectués en 1999.

| | Premier semis | | | Deuxième semis | |
|---------------|----------------------------|-----------|--------|----------------|---------|
| Type de maïs | Hâtif | Mi-saison | Tardif | Mi-saison | Tardif |
| Stade du maïs | Date des sarclages | | | | |
| F0 | 6 mai | 6 mai | 6 mai | 27 mai | 29 mai |
| F1 | 7 mai | 8 mai | 8 mai | 31 mai | 1 juin |
| F2 | 10 mai | 11 mai | 13 mai | 1 juin | 5 juin |
| F3 | 14 mai | 16 mai | 17 mai | 5 juin | 7 juin |
| F4 | 18 mai | 20 mai | 21 mai | 7 juin | 9 juin |
| F5 | 22 mai | 22 mai | 28 mai | 9 juin | 13 juin |
| F6 | 28 mai | 28 mai | 29 mai | 13 juin | 16 juin |
| | Hauteur du maïs sucré (cm) | | | | |
| F0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1 | 3,7 | 3,4 | 3,7 | 4 | 3 |
| F2 | 6,8 | 6,2 | 6,4 | 5 | 7 |
| F3 | 7,6 | 7,6 | 7,1 | 10 | 8 |
| F4 | 8 | 10 | 9,4 | 12 | 10 |
| F5 | 11 | 10,7 | 12,5 | 13 | 13 |
| F6 | 15 | 14,2 | 14,3 | 19 | 19 |

Tableau 4. Date et hauteur du maïs lorsque les sarclages ont été effectués en 2000.

| | Premier semis | | | Deuxième semis | |
|---------------|----------------------------|-----------|---------|----------------|--------|
| Type de maïs | Hâtif | Mi-saison | Tardif | Mi-saison | Tardif |
| Stade du maïs | Date des sarclages | | | | |
| F0 | 8 mai | 8 mai | 8 mai | 30 mai | * |
| F1 | 16 mai | 16 mai | 16 mai | 5 juin | |
| F2 | 20 mai | 23 mai | 23 mai | 9 juin | |
| F3 | 27 mai | 30 mai | 30 mai | 14 juin | |
| F4 | 1 ^{er} juin | 4 juin | 4 juin | 18 juin | |
| F5 | 5 juin | 9 juin | 9 juin | 22 juin | |
| F6 | 10 juin | 13 juin | 13 juin | 28 juin | |
| | Hauteur du maïs sucré (cm) | | | | |
| F0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| F1 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | |
| F2 | 5,5 | 5,0 | 5,0 | 6,0 | |
| F3 | 6,5 | 7,0 | 6,5 | 7,5 | |
| F4 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 10,0 | |
| F5 | 16,0 | 11,5 | 11,0 | 13,0 | |
| F6 | 17,0 | 16,0 | 16,0 | 20,0 | |

* A été abandonné parce que la levée était insuffisante.

1.5.3 Récolte du maïs

En 1999, dans les expériences du premier semis, la levée du maïs était inégale et par conséquent, seuls les plants traités au bon stade de développement ont été comptés et récoltés. La levée du maïs était beaucoup plus uniforme dans les expériences du deuxième semis et seuls les plants très petits ont été considérés comme n'étant pas récoltables.

Au cours des deux années du projet, la récolte d'une parcelle était effectuée dès que la majorité des épis des plants des témoins sans sarclages étaient mûrs. L'écart entre les blocs ou les traitements était minime et par conséquent une seule récolte était effectuée par parcelle et tous les traitements d'une même expérience étaient récoltés en même temps. Seuls les épis considérés comme vendables étaient récoltés. À l'occasion, plus d'un épi par plant pouvaient être récoltés. La récolte était effectuée par rang, sur une longueur de 5 mètres. Les épis étaient placés dans des sacs de nylons du même type que ceux utilisés pour vendre le maïs sucré par les producteurs. Une fois que toute l'expérience était récoltée, les épis étaient entreposés dans une salle réfrigérée en attendant qu'ils soient mesurés. Les variables mesurées sont énumérées dans le tableau 6. Règle générale, les épis n'ont jamais été entreposés plus que 7 jours avant d'être mesurés.

1.6 Analyses statistiques

Les données ont été soumises à l'analyse de variance (SAS, 1990) et elles ont été transformées au besoin. La comparaison des moyennes des traitements a été faite à l'aide de contrastes. La plupart des variables mesurées ont été converties en proportion endommagée ou vendable. Le nombre d'épis vendables a été exprimé par hectare.

Tableau 5. Dates des observations et de la récolte du maïs sucré.

| 1999 | | | | | |
|--|--|---------------------|-----------------|----------------|---------|
| | Premier semis | | | Deuxième semis | |
| Type de maïs | Hâtif | Mi-saison | Tardif | Mi-saison | Tardif |
| Date des comptages pour vérifier l'uniformité de la levée | 6 mai et 12 mai | 6 mai et 12 mai | 6 mai et 12 mai | | |
| Dates des comptages des épis affectés par les rats laveurs | 9, 12 et 13 juillet | 9, 19 et 20 juillet | 9 juillet | | |
| Sélection des plants à récolter | 31 mai | 1er juin | 2 juin | 28 juillet | 4 août |
| Stade | Nombre de jours après lequel l'évaluation des dommages subis par le maïs a été effectuée | | | | |
| F0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| F3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| F4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| F5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| F6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Date de récolte | 14 juillet | 21 juillet | 30 juillet | 29 juillet | 10 août |
| 2000 | | | | | |
| | Premier semis | | | Deuxième semis | |
| Type de maïs | Hâtif | Mi-saison | Tardif | Mi-saison | Tardif |
| Dates des comptages des épis affectés par les moufettes | 27 et 31 juillet, 3 août | | | | |
| Stade | Nombre de jours après lequel l'évaluation des dommages subis par le maïs a été effectuée | | | | |
| F0 | 3 | 3 | 3 | 1 | |
| F1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| F2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| F3 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| F4 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| F5 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| F6 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| Date de récolte | 3 août | 11 août | 18 août | 16 août | |

* 0 indique un comptage le jour du sarclage. Les dates de sarclages sont données dans le tableau 3 pour 1999 et dans le tableau 4 pour 2000.

Tableau 6. Liste des variables mesurées à la récolte du maïs sucré.

| Variable | Valeur |
|---|--|
| Nombre d'épis récoltés | par rang et par parcelle |
| Longueur totale de l'épi | en cm |
| Diamètre de l'épi | en mm |
| Longueur de l'extrémité non-développée de chaque épi | en cm |
| Uniformité des grains de l'épi (seuls les épis de la catégorie 1 étaient considérés comme non-vendables) | 1 = manque d'uniformité 2 = uniformité moyenne 3 = épi uniforme |
| Maturité de l'épi | oui ou non |
| Présence d'insectes ou de dommages causés par les insectes sur l'épi | oui ou non |
| Présence de maladies ou de dommages causés par les maladies sur l'épi | oui ou non |
| Présence du charbon sur l'épi | oui ou non |
| Présence de dommages causés par les rats laveurs | oui ou non |
| Épis ou grains desséchés, grains mal remplis | oui ou non (pris seulement dans le maïs tardif du premier semis et le maïs de mi-saison du deuxième semis en 1999) |

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1 Dommages au maïs dans le champ

Les dommages physiques causés au maïs par la houe rotative ont été évalués après chaque sarclage et les données du maximum de dommages sont présentées dans le tableau 7. Les données détaillées sont en annexe.

2.1.1 Saison 1999

Le stade qui a subi le plus de dommages par les sarclages est le stade prélevée. De 9,4 à 12,5% des graines ont été déterrées par les sarclages en prélevée dans les expériences du premier semis. Ce qui a été probablement causé par un type de sol léger, un manque d'humidité dans le sol et une profondeur de semis qui n'était peut-être pas suffisante. Les sarclages en prélevée n'ont pas causé de dommages au maïs dans les expériences de la deuxième date de semis. Le type de sol était plus lourd, la profondeur de semis plus grande et le sol contenait plus d'humidité dans ces dernières expériences.

Les sarclages effectués sur le maïs au stade 1 feuille ont causé le plus de dommages au maïs dans le deuxième semis. Ils ont aussi causé le plus de dommages après les sarclages en prélevée dans les expériences de la première date de semis. Le maïs semble donc plus sensible aux dommages causés par la houe rotative lorsqu'il émerge. Les arguments soulevés ci-dessus concernant le stade prélevée s'appliquent probablement ici aussi car le dommage a été causé en déterrants des semences et des plants. Il est aussi probable qu'il soit moins bien enraciné au stade d'une feuille que dans les stades subséquents de développement.

En 1999, rarement plus de 10% des plants de maïs ont été endommagés par les sarclages. La variété tardive semble avoir été relativement plus endommagée que les autres variétés pour les deux dates de semis.

2.1.2 Saison 2000

Le stade 2 feuilles est celui qui a subi le plus de dommage par les sarclages à la première date de semis. De 8,3 à 10,5 % des graines ou des plants ont été déterrés. Le stade de prélevée et de 1 feuille sont les autres stades qui ont subi des dommages importants (de 4,0 à 8,0 %). Cette sensibilité accrue des premiers stades de développement du maïs est probablement en partie liée au cumul des précipitations. En effet, le sol de ce site était surtout loameux et il y a eu une accumulation d'eau importante dans le sol suite aux précipitations avant le sarclage au stade 2 feuilles. La houe pénétrait probablement le sol plus facilement, augmentant ainsi le nombre de plantules déterrées. Aussi, les plants étaient probablement moins bien retenus par le sol qui tend à être plus plastique une fois mouillé. La même tendance a été observée dans le deuxième semis. (Tableau 7).

En 2000, rarement plus de 10% des plants de maïs ont été endommagés par les sarclages. Pour les variétés, il semblerait que la variété tardive ait été relativement plus endommagée que les autres variétés. Dans l'ensemble, il semble donc que le maïs soit plus sensible aux dommages causés par le passage de la houe rotative du stade prélevée jusqu'au stade 2 feuilles.

2.2 Uniformité de la levée (1999)

En 1999, le printemps sec a occasionné une levée inégale du maïs dans les expériences du premier semis, résultant en des plants de maïs à différents stades de développement dans chaque traitement. Conséquemment, seuls les plants traités au bon stade de développement ont été récoltés. Le nombre d'épis vendables par hectare a été ajusté pour tenir compte du nombre réel de plants récoltés et des épis détruits par les rats laveurs.

2.3 Récolte du maïs

Les analyses statistiques ont été effectuées pour tenter de répondre aux questions suivantes:

- Est-ce que les passages de la houe réduisent le rendement comparativement au traitement herbicide seul?
- Est-ce que le passage de la houe en prélevée endommage le maïs comparativement au passage à la première feuille?
- Est-ce que le nombre de passages de la houe influence le rendement?

Celles-ci seront adressées dans le reste de cette section. Seuls les résultats statistiquement significatifs seront discutés.

2.3.1 Mais hâtif, première date de semis, 1999

Les données obtenues dans cette expérience sont présentées dans le tableau 8. Le rendement en épis n'a pas été significativement affecté par les sarclages. Le traitement sans sarclage avait des épis significativement plus courts (16,5 mm) que ceux des traitements ayant été sarclés à la houe rotative (17,3 mm) et l'extrémité non-développée (non-remplie) des épis du traitement sans sarclage était 20% plus longue (1,2 cm vs 1 cm). Par contre, la proportion d'épis mal remplis et non-uniformes était plus grande dans les traitements ayant reçu des sarclages (6,6%) comparativement au traitement sans sarclage (3,6%) (tableau A9.1 en annexe).

La longueur des épis du traitement ayant reçu 1 sarclage au stade 6 feuilles (16,6 cm) était significativement plus courte que celle de l'ensemble des traitements ayant reçu 1 seul sarclage (17,4 cm), du stade prélevée jusqu'au stade 5 feuilles. Les épis dans le traitement ayant reçu 4 sarclages étaient 5% plus courts que ceux dans les traitements ayant reçu 3 sarclages (tableau 8). Le traitement ayant été sarclé 4 fois avait aussi significativement moins d'épis mûrs que les traitements ayant été sarclés 1 ou 2 fois (tableau 8).

Tableau 7. Pourcentage maximum des plants de maïs sucré endommagés par les sarclages aux différents stades de développement dans les expériences.

| 1999 | | | | | |
|------------------------|---------------|-----------|--------|----------------|--------|
| | Premier semis | | | Deuxième semis | |
| Variété | Hâtif | Mi-saison | Tardif | Mi-saison | Tardif |
| Stade du maïs | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| Prélevée | 12,5 | 12,5 | 9,4 | 0,0 | 0,0 |
| 1 feuille (coléoptile) | 6,3 | 11,4 | 11,4 | 1,4 | 7,1 |
| 2 feuilles | 4,1 | 1,6 | 3,1 | 3,0 | 0,0 |
| 3 feuilles | 6,4 | 1,0 | 3,6 | 1,4 | 3,8 |
| 4 feuilles | 0,6 | 5,6 | 9,6 | 0 | 2,3 |
| 5 feuilles | 3,0 | 4,4 | 1,5 | 1,4 | 1,6 |
| 6 feuilles | 1,9 | 2,2 | 3,2 | 1,8 | 1,2 |

| 2000 | | | | | |
|------------------------|---------------|-----------|--------|----------------|--------|
| | Premier semis | | | Deuxième semis | |
| Variété | Hâtif | Mi-saison | Tardif | Mi-saison | Tardif |
| Stade du maïs | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| Prélevée | 6,0 | 4,0 | 8,0 | 4,0 | * |
| 1 feuille (coléoptile) | 5,4 | 5,7 | 7,0 | 6,5 | |
| 2 feuilles | 8,3 | 10,4 | 10,5 | 5,9 | |
| 3 feuilles | 5,4 | 3,4 | 6,4 | 2,0 | |
| 4 feuilles | 2,7 | 2,8 | 2,5 | 0,8 | |
| 5 feuilles | 3,2 | 1,9 | 2,7 | 3,5 | |
| 6 feuilles | 2,9 | 4,0 | 0,9 | 2,0 | |

* A été abandonné parce que la levée était insuffisante.

Tableau 8. Rendement du maïs sucré hâtif à la première date de semis en 1999.

| | | Nombre d'épis vendables par hectare | Longueur de l'épi (cm) | Diamètre de l'épi (mm) | Longueur de l'extrémité non-développée (cm) | Épis mûrs (%) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---|---------------|
| Numéro | Traitement | | | | | |
| 1 | 1 sarclage en prélevée (F0) | 40999 | 17,6 | 40,7 | 1,0 | 90,8 |
| 2 | 1 sarclage au stade 1 feuille (F1) | 37838 | 17,7 | 41,8 | 0,8 | 77,9 |
| 3 | 1 sarclage au stade 2 feuilles (F2) | 42181 | 17,6 | 40,9 | 0,9 | 93,5 |
| 4 | 1 sarclage au stade 3 feuilles (F3) | 43806 | 17,6 | 40,9 | 0,8 | 92,7 |
| 5 | 1 sarclage au stade 4 feuilles (F4) | 37421 | 17,0 | 41,5 | 0,9 | 90,8 |
| 6 | 1 sarclage au stade 5 feuilles (F5) | 40410 | 17,2 | 41,2 | 1,1 | 85,4 |
| 7 | 1 sarclage au stade 6 feuilles (F6) | 39626 | 16,6 | 40,9 | 1,0 | 89,6 |
| 8 | 2 sarclages: F0 & F2 | 38548 | 17,2 | 40,8 | 0,8 | 87,1 |
| 9 | 3 sarclages: F0 & F2 & F4 | 41880 | 17,7 | 41,3 | 0,9 | 81,5 |
| 10 | 4 sarclages: F0 & F2 & F4 & F6 | 34295 | 16,8 | 40,3 | 0,8 | 72,3 |
| 11 | 2 sarclages: F1 & F3 | 38013 | 17,6 | 41,5 | 0,9 | 86,8 |
| 12 | 3 sarclages: F1 & F3 & F5 | 39042 | 17,6 | 40,1 | 0,8 | 83,8 |
| 13 | Témoin herbicide | 42935 | 16,5 | 41,1 | 1,2 | 84,5 |
| Contrastes | | | | | | |
| herbicide vs sarclages | | | * | | ** | |
| 1 sarclage vs 2 sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 3 sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 4 sarclages | | | | | | *** |
| 2 sarclages vs 3 sarclages | | | | | | |
| 2 sarclages vs 4 sarclages | | | | | | ** |
| 3 sarclages vs 4 sarclages | | | * | | | |
| Prélevée vs 1 feuille | | | | | | * |
| 1 feuille vs prélevée, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | ** |
| 6 feuilles vs prélevée, 1, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | * | | | |

* = significatif à 5 %, ** = significatif à 1 %, *** = significatif à 0,1 % de probabilité

Il y avait 13% plus d'épis mûrs dans le traitement ayant été sarclé au stade prélevée comparativement au traitement ayant été sarclé au stade 1 feuille. Aussi, le traitement ayant été sarclé au stade 1 feuille avait significativement moins d'épis mûrs que les autres traitements ayant reçu 1 seul sarclage.

Pour cette expérience, il semblerait que 4 sarclages et le sarclage à 6 feuilles auraient un effet négatif sur la longueur des épis, sur la proportion d'épis mûrs et sur leur uniformité. Le sarclage à 1 feuille réduirait aussi significativement la proportion d'épis mûrs.

2.3.2 Maïs mi-saison, première date de semis, 1999

Le tableau 9 contient les données obtenues dans cette expérience. Le rendement (nombre d'épis par hectare) n'a pas été significativement affecté par les sarclages. Tout comme dans l'expérience précédente, l'extrémité non-développée (non-remplie) des épis du traitement sans sarclage était significativement plus longue (0,30 cm), près du double de celle des épis de l'ensemble des traitements ayant reçu 1 ou plusieurs sarclages avec la houe rotative (0,14 cm).

Le diamètre des épis était significativement plus petit dans les traitements ayant reçu 3 sarclages (45,3 mm) que dans les traitements n'ayant reçu qu'un seul sarclage (46,3 mm) (tableau 9).

La proportion d'épis mal remplis et non-uniformes était plus grande dans les traitements ayant reçu 3 sarclages (3,3%) comparativement aux traitements n'ayant reçu qu'un seul sarclage (0,8%) (tableau A9.2 en annexe).

Tableau 9. Rendement du maïs sucré mi-saison à la première date de semis en 1999.

| Numéro du traitement | Traitement | Nombre d'épis vendables par hectare | Longueur de l'épi (cm) | Diamètre de l'épi (mm) | Longueur de l'extrémité non-développée (cm) | Épis mûrs (%) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---|---------------|
| 1 | 1 sarclage en prélevée (F0) | 40905 | 18,3 | 46,9 | 0,1 | 83,7 |
| 2 | 1 sarclage au stade 1 feuille (F1) | 42822 | 18,6 | 47,0 | 0,2 | 83,4 |
| 3 | 1 sarclage au stade 2 feuilles (F2) | 35905 | 18,5 | 46,0 | 0,1 | 80,2 |
| 4 | 1 sarclage au stade 3 feuilles (F3) | 41175 | 18,1 | 46,2 | 0,2 | 80,3 |
| 5 | 1 sarclage au stade 4 feuilles (F4) | 46627 | 17,7 | 46,3 | 0,1 | 83,3 |
| 6 | 1 sarclage au stade 5 feuilles (F5) | 45035 | 17,7 | 45,4 | 0,2 | 84,0 |
| 7 | 1 sarclage au stade 6 feuilles (F6) | 38757 | 18,0 | 46,4 | 0,1 | 87,9 |
| 8 | 2 sarclages: F0 & F2 | 43497 | 18,0 | 46,1 | 0,1 | 88,1 |
| 9 | 3 sarclages: F0 & F2 & F4 | 41560 | 16,9 | 45,0 | 0,1 | 76,9 |
| 10 | 4 sarclages: F0 & F2 & F4 & F6 | 39927 | 18,4 | 45,7 | 0,1 | 87,1 |
| 11 | 2 sarclages: F1 & F3 | 39199 | 17,7 | 45,0 | 0,3 | 81,2 |
| 12 | 3 sarclages: F1 & F3 & F5 | 38707 | 18,6 | 45,7 | 0,1 | 80,1 |
| 13 | Témoin herbicide | 40300 | 17,8 | 45,8 | 0,3 | 82,8 |
| Contrastes | | | | | | |
| herbicide vs sarclages | | | | | * | |
| 1 sarclage vs 2 sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 3 sarclages | | | | * | | |
| 1 sarclage vs 4 sarclages | | | | | | |
| 2 sarclages vs 3 sarclages | | | | | | |
| 2 sarclages vs 4 sarclages | | | | | | |
| 3 sarclages vs 4 sarclages | | | | | | |
| Prélevée vs 1 feuille | | | | | | |
| 1 feuille vs Prélevée, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |
| 6 feuilles vs Prélevée, 1, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |

* = significatif à 5 %, ** = significatif à 1 %, *** = significatif à 0,1 % de probabilité

2.3.3 Maïs tardif, première date de semis, 1999

Le rendement (nombre d'épis par hectare) n'a pas été significativement affecté par les sarclages. Le diamètre des épis était significativement plus petit dans les traitements ayant reçu 2 sarclages (40 mm) ou 4 sarclages (39,9 mm) que dans les traitements n'ayant reçu qu'un seul sarclage (41 mm) (tableau 10). La proportion d'épis mûrs était significativement plus petite dans le traitement ayant été sarclé 4 fois que dans les traitements ayant été sarclés 1 ou 3 fois (tableau 10).

Les dommages causés par un pathogène étaient significativement plus grands dans les traitements ayant été sarclés au stade 1 feuille que dans les autres traitements ayant été sarclés 1 fois (tableau A9.3 en annexe).

Le traitement n'ayant pas été sarclé à la houe rotative a produit des épis significativement moins uniformes que ceux produits dans l'ensemble des autres traitements (tableau A9.3 en annexe).

2.3.4 Maïs mi-saison, deuxième date de semis, 1999

Le traitement sans sarclage a produit le plus d'épis par hectare dans cette expérience mais ils étaient significativement plus courts que ceux des traitements ayant été sarclés à la houe rotative. Il y avait aussi une plus grande proportion d'épis mûrs dans ce traitement comparativement aux autres traitements (tableau 11).

En général, le nombre d'épis vendables diminuait significativement avec l'augmentation du nombre de sarclages (tableau 11). Le traitement avec 4 sarclages était celui qui avait le moins d'épis vendables de tous les traitements.

Dans l'ensemble, la longueur et le diamètre de l'épi augmentaient avec l'augmentation du nombre de sarclages mais la proportion d'épis mûrs diminuait (tableau 11).

Tableau 10. Rendement du maïs sucré tardif à la première date de semis en 1999.

| Numéro du | Traitement | Nombre d'épis vendables par hectare | Longueur de l'épi (cm) | Diamètre de l'épi (mm) | Longueur de l'extrémité non-développée (cm) | Épis mûrs (%) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---|---------------|
| 1 | 1 sarclage en prélevée (F0) | 40168 | 19,8 | 40,7 | 0,3 | 93,8 |
| 2 | 1 sarclage au stade 1 feuille (F1) | 34445 | 20,2 | 41,1 | 0,2 | 89,3 |
| 3 | 1 sarclage au stade 2 feuilles (F2) | 48349 | 19,9 | 41,0 | 0,4 | 81,0 |
| 4 | 1 sarclage au stade 3 feuilles (F3) | 30697 | 20,2 | 41,1 | 0,1 | 83,1 |
| 5 | 1 sarclage au stade 4 feuilles (F4) | 37751 | 20,2 | 41,5 | 0,2 | 89,5 |
| 6 | 1 sarclage au stade 5 feuilles (F5) | 34070 | 19,8 | 41,0 | 0,2 | 86,0 |
| 7 | 1 sarclage au stade 6 feuilles (F6) | 35202 | 20,0 | 40,3 | 0,2 | 80,0 |
| 8 | 2 sarclages: F0 & F2 | 32253 | 19,7 | 39,6 | 0,4 | 67,6 |
| 9 | 3 sarclages: F0 & F2 & F4 | 38529 | 20,0 | 39,9 | 0,3 | 78,3 |
| 10 | 4 sarclages: F0 & F2 & F4 & F6 | 31851 | 20,4 | 39,4 | 0,2 | 63,8 |
| 11 | 2 sarclages: F1 & F3 | 40511 | 19,9 | 40,3 | 0,3 | 88,1 |
| 12 | 3 sarclages: F1 & F3 & F5 | § | 20,0 | 40,8 | 0,3 | 85,7 |
| 13 | Témoin herbicide | 36319 | 19,9 | 40,1 | 0,3 | 80,1 |
| Contrastes | | | | | | |
| herbicide vs sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 2 sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 3 sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 4 sarclages | | | | | | |
| 2 sarclages vs 3 sarclages | | | | | | |
| 2 sarclages vs 4 sarclages | | | | | | |
| 3 sarclages vs 4 sarclages | | | | | | |
| Prélevée vs 1 feuille | | | | | | |
| 1 feuille vs Prélevée, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |
| 6 feuilles vs Prélevée, 1, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |

§ la densité a été impossible à corriger à cause du manque d'uniformité de ces parcelles.

* = significatif à 5 %, ** = significatif à 1 %, *** = significatif à 0,1 % de probabilité

Tableau 11. Rendement du maïs sucré mi-saison à la deuxième date de semis en 1999.

| Numéro du | Traitement | Nombre d'épis vendables par hectare | Longueur de l'épi (cm) | Diamètre de l'épi (mm) | Longueur de l'extrémité non-développée (cm) | Épis mûrs (%) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---|---------------|
| 1 | 1 sarclage en prélevée (F0) | 36957 | 18,3 | 42,5 | 0,15 | 90,1 |
| 2 | 1 sarclage au stade 1 feuille (F1) | 35094 | 18,4 | 43,7 | 0,10 | 82,8 |
| 3 | 1 sarclage au stade 2 feuilles (F2) | 37533 | 18,3 | 43,0 | 0,17 | 86,5 |
| 4 | 1 sarclage au stade 3 feuilles (F3) | 32015 | 18,6 | 44,4 | 0,00 | 87,8 |
| 5 | 1 sarclage au stade 4 feuilles (F4) | 34542 | 18,4 | 43,8 | 0,07 | 80,4 |
| 6 | 1 sarclage au stade 5 feuilles (F5) | 32548 | 18,5 | 43,9 | 0,09 | 83,7 |
| 7 | 1 sarclage au stade 6 feuilles (F6) | 32985 | 18,3 | 43,8 | 0,06 | 79,1 |
| 8 | 2 sarclages: F0 & F2 | 35514 | 18,0 | 43,0 | 0,15 | 85,0 |
| 9 | 3 sarclages: F0 & F2 & F4 | 31298 | 18,7 | 43,4 | 0,02 | 68,1 |
| 10 | 4 sarclages: F0 & F2 & F4 & F6 | 25414 | 18,9 | 44,8 | 0,00 | 65,9 |
| 11 | 2 sarclages: F1 & F3 | 30963 | 18,5 | 44,0 | 0,02 | 86,6 |
| 12 | 3 sarclages: F1 & F3 & F5 | 25558 | 18,7 | 43,8 | 0,03 | 69,1 |
| 13 | Témoin herbicide | 38006 | 18,1 | 43,2 | 0,04 | 91,6 |
| Contrastes | | | | | | |
| herbicide vs sarclages | | * | * | | | * |
| 1 sarclage vs 2 sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 3 sarclages | | *** | * | | ** | *** |
| 1 sarclage vs 4 sarclages | | *** | * | *** | ** | *** |
| 2 sarclages vs 3 sarclages | | * | * | | | *** |
| 2 sarclages vs 4 sarclages | | *** | ** | ** | * | *** |
| 3 sarclages vs 4 sarclages | | ** | | ** | | |
| Prélevée vs 1 feuille | | | | ** | | |
| 1 feuille vs Prélevée, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |
| 6 feuilles vs Prélevée, 1, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |

* = significatif à 5 %, ** = significatif à 1 %, *** = significatif à 0,1 % de probabilité

2.3.5 Maïs tardif, deuxième date de semis, 1999

La proportion d'épis attaqués par des insectes était significativement moins grande dans les traitements ayant été sarclés 3 fois que dans ceux ayant été sarclés 1 ou 2 fois (tableau A9.5 en annexe).

C'est probablement pour cette raison que le nombre d'épis vendables était significativement plus grand dans les traitements sarclés 3 fois plutôt que dans les traitements ayant été sarclés qu'une seule fois (tableau 12). En effet, le nombre d'épis attaqués était soustrait du nombre total d'épis vendables avant d'être tabulé.

L'incidence de dommages d'insectes dans cette expérience variait de 30 à 55 % et un traitement insecticide aurait réduit les dommages sur les épis. Il est intéressant de noter que les dommages causés par les insectes ne sont importants (plus de 10 %) que dans les expériences avec la variété tardive seulement (tableau A9.5 en annexe).

2.3.6 Maïs hâtif, première date de semis, 2000

Le nombre d'épis vendables, la longueur des épis et la proportion d'épis mûrs étaient significativement plus grands dans les traitements ayant été sarclés 1 seule fois que dans ceux ayant été sarclés 2, 3 ou 4 fois (tableau 13).

Le rendement a été significativement plus grand dans le traitement ayant reçu 1 seul sarclage à 6 feuilles que dans les autres traitements recevant 1 seul sarclage.

Le diamètre des épis était significativement plus grand dans les traitements ayant été sarclés 1 fois que dans ceux ayant été sarclés 3 ou 4 fois.

Fait intéressant, il y avait significativement plus de dommages causés par les insectes dans le traitement n'ayant pas reçu de sarclage (8,6 %) que dans ceux ayant été sarclés (3,6 %) (tableau A15.1 en annexe). C'est la seule expérience qui n'a pas reçu d'insecticide en 2000.

Tableau 12. Rendement du maïs sucré tardif à la deuxième date de semis en 1999.

| Numéro du | Traitement | Nombre d'épis vendables par hectare | Longueur de l'épi (cm) | Diamètre de l'épi (mm) | Longueur de l'extrémité non-développée (cm) | Épis mûrs (%) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---|---------------|
| 1 | 1 sarclage en prélevée (F0) | 14304 | 22,2 | 40,0 | 0,13 | 80,8 |
| 2 | 1 sarclage au stade 1 feuille (F1) | 15619 | 22,0 | 39,4 | 0,29 | 78,4 |
| 3 | 1 sarclage au stade 2 feuilles (F2) | 10911 | 22,0 | 40,7 | 0,10 | 81,1 |
| 4 | 1 sarclage au stade 3 feuilles (F3) | 15564 | 22,4 | 39,6 | 0,21 | 74,7 |
| 5 | 1 sarclage au stade 4 feuilles (F4) | 15601 | 22,5 | 41,1 | 0,16 | 73,9 |
| 6 | 1 sarclage au stade 5 feuilles (F5) | 12141 | 22,3 | 39,9 | 0,37 | 74,9 |
| 7 | 1 sarclage au stade 6 feuilles (F6) | 14878 | 22,1 | 39,1 | 0,23 | 76,6 |
| 8 | 2 sarclages: F0 & F2 | 15906 | 21,8 | 39,7 | 0,24 | 78,6 |
| 9 | 3 sarclages: F0 & F2 & F4 | 25546 | 22,5 | 40,1 | 0,06 | 77,1 |
| 10 | 4 sarclages: F0 & F2 & F4 & F6 | 21548 | 22,2 | 40,1 | 0,22 | 82,4 |
| 11 | 2 sarclages: F1 & F3 | 19770 | 22,5 | 40,0 | 0,11 | 82,0 |
| 12 | 3 sarclages: F1 & F3 & F5 | 18891 | 22,3 | 40,7 | 0,12 | 71,0 |
| 13 | Témoin herbicide | 19624 | 22,0 | 39,7 | 0,38 | 81,4 |
| Contrastes | | | | | | |
| herbicide vs sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 2 sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 3 sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 4 sarclages | | | | | | |
| 2 sarclages vs 3 sarclages | | | | | | |
| 2 sarclages vs 4 sarclages | | | | | | |
| 3 sarclages vs 4 sarclages | | | | | | |
| Prélevée vs 1 feuille | | | | | | |
| 1 feuille vs Prélevée, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |
| 6 feuilles vs Prélevée, 1, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |

* = significatif à 5 %, ** = significatif à 1 %, *** = significatif à 0,1 % de probabilité

Tableau 13. Rendement du maïs sucré hâtif à la première date de semis en 2000.

| Numéro du traitement | Traitement | Nombre d'épis vendables par hectare | Longueur de l'épi (cm) | Diamètre de l'épi (mm) | Longueur de l'extrémité non-développée (cm) | Épis mûrs (%) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---|---------------|
| 1 | 1 sarclage en prélevée (F0) | 39803 | 16,7 | 42,4 | 1,2 | 97,0 |
| 2 | 1 sarclage au stade 1 feuille (F1) | 37829 | 16,6 | 41,7 | 1,3 | 93,5 |
| 3 | 1 sarclage au stade 2 feuilles (F2) | 39145 | 16,5 | 42,0 | 1,1 | 93,9 |
| 4 | 1 sarclage au stade 3 feuilles (F3) | 38487 | 16,5 | 42,3 | 1,3 | 96,8 |
| 5 | 1 sarclage au stade 4 feuilles (F4) | 34539 | 16,6 | 42,2 | 1,5 | 93,6 |
| 6 | 1 sarclage au stade 5 feuilles (F5) | 44737 | 16,4 | 42,0 | 1,7 | 95,1 |
| 7 | 1 sarclage au stade 6 feuilles (F6) | 45066 | 16,5 | 42,5 | 1,5 | 98,6 |
| 8 | 2 sarclages: F0 & F2 | 39803 | 16,4 | 41,5 | 1,3 | 90,0 |
| 9 | 3 sarclages: F0 & F2 & F4 | 34868 | 16,5 | 41,1 | 1,5 | 89,4 |
| 10 | 4 sarclages: F0 & F2 & F4 & F6 | 32237 | 16,0 | 40,5 | 1,6 | 83,2 |
| 11 | 2 sarclages: F1 & F3 | 28289 | 16,0 | 41,2 | 1,4 | 88,3 |
| 12 | 3 sarclages: F1 & F3 & F5 | 29276 | 16,1 | 39,9 | 1,3 | 87,5 |
| 13 | Témoin herbicide | 38487 | 16,6 | 41,6 | 1,2 | 97,5 |
| Contrastes | | | | | | |
| herbicide vs sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 2 sarclages | | ** | ** | | | * |
| 1 sarclage vs 3 sarclages | | *** | * | ** | | * |
| 1 sarclage vs 4 sarclages | | * | ** | * | | ** |
| 2 sarclages vs 3 sarclages | | | | | | |
| 2 sarclages vs 4 sarclages | | | | | | |
| 3 sarclages vs 4 sarclages | | | | | | |
| Prélevée vs 1 feuille | | | | | | |
| 1 feuille vs Prélevée, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |
| 6 feuilles vs Prélevée, 1, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | * | | | | |

* = significatif à 5 %, ** = significatif à 1 %, *** = significatif à 0,1 % de probabilité

2.3.7 Mais mi-saison, première date de semis, 2000

Le nombre d'épis vendables a diminué avec le nombre de sarclages (tableau 14). Le nombre d'épis vendables était significativement plus grand dans le témoin sans sarclage que dans les traitements ayant reçu un ou des sarclages. Les traitements ayant reçu 1 sarclage avaient significativement plus d'épis vendables que ceux ayant reçu 3 ou 4 sarclages. Il en était de même pour ceux ayant reçu 2 sarclages comparativement à ceux ayant reçu 4 sarclages.

2.3.8 Mais tardif, première date de semis, 2000

Le nombre d'épis vendables et la proportion d'épis mûrs étaient significativement plus grands dans le traitement ayant reçu un seul sarclage que dans ceux ayant reçu 2, 3 ou 4 sarclages (tableau 15). Le nombre d'épis vendables était significativement plus grand dans le témoin sans sarclage (40,132 épis/ha) que dans les traitements ayant été sarclés (31,743 épis/ha). Dans les traitements ayant reçu un seul sarclage, le traitement sarclé à une feuille avait significativement moins d'épis vendables (32,237 épis/ha) que les autres traitements sarclés une fois (39,539 épis/ha en moyenne).

Le diamètre des épis était significativement plus petit dans le traitement ayant reçu 4 sarclages que dans le traitement ayant reçu 2 sarclages (tableau 15).

2.3.9 Mais mi-saison, deuxième date de semis, 2000

Le nombre d'épis vendables était significativement plus grand dans le traitement ayant reçu 1 sarclage que dans les traitements ayant reçu 2 ou 4 sarclages (tableau 16). Le nombre d'épis vendables était significativement plus grand dans les traitements ayant reçu 3 sarclage que dans ceux ayant reçu 4 sarclages. Le traitement ayant reçu 4 sarclages avait significativement moins d'épis mûrs que ceux ayant reçu un seul sarclage (tableau 16).

Tableau 14. Rendement du maïs sucré mi-saison à la première date de semis en 2000.

| Numéro du traitement | Traitement | Nombre d'épis vendables par hectare | Longueur de l'épi (cm) | Diamètre de l'épi (mm) | Longueur de l'extrémité non-développée (cm) | Épis mûrs (%) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---|---------------|
| 1 | 1 sarclage en prélevée (F0) | 35855 | 18,7 | 45,9 | 0,8 | 85,8 |
| 2 | 1 sarclage au stade 1 feuille (F1) | 32566 | 19,2 | 46,3 | 0,3 | 83,5 |
| 3 | 1 sarclage au stade 2 feuilles (F2) | 28947 | 19,1 | 46,8 | 0,3 | 72,9 |
| 4 | 1 sarclage au stade 3 feuilles (F3) | 29605 | 19,1 | 45,8 | 0,4 | 75,8 |
| 5 | 1 sarclage au stade 4 feuilles (F4) | 29276 | 19,2 | 46,8 | 0,2 | 72,5 |
| 6 | 1 sarclage au stade 5 feuilles (F5) | 27303 | 18,8 | 44,3 | 0,4 | 71,3 |
| 7 | 1 sarclage au stade 6 feuilles (F6) | 31579 | 18,6 | 44,8 | 0,2 | 72,3 |
| 8 | 2 sarclages: F0 & F2 | 28618 | 19,0 | 46,1 | 0,3 | 87,2 |
| 9 | 3 sarclages: F0 & F2 & F4 | 25987 | 19,3 | 46,6 | 0,7 | 70,2 |
| 10 | 4 sarclages: F0 & F2 & F4 & F6 | 19408 | 19,1 | 45,6 | 0,2 | 69,5 |
| 11 | 2 sarclages: F1 & F3 | 27303 | 18,9 | 45,8 | 0,3 | 73,0 |
| 12 | 3 sarclages: F1 & F3 & F5 | 25000 | 19,2 | 46,4 | 0,1 | 79,7 |
| 13 | Témoin herbicide | 35855 | 18,9 | 45,9 | 0,6 | 79,3 |
| Contrastes | | | | | | |
| herbicide vs sarclages | | * | | | | |
| 1 sarclage vs 2 sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 3 sarclages | | * | | | | |
| 1 sarclage vs 4 sarclages | | ** | | | | |
| 2 sarclages vs 3 sarclages | | | | | | |
| 2 sarclages vs 4 sarclages | | * | | | | |
| 3 sarclages vs 4 sarclages | | | | | | |
| Prélevée vs 1 feuille | | | | | * | |
| 1 feuille vs Prélevée, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |
| 6 feuilles vs Prélevée, 1, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |

* = significatif à 5 %, ** = significatif à 1 %, *** = significatif à 0,1 % de probabilité

Tableau 15. Rendement du maïs sucré tardif à la première date de semis en 2000.

| Numéro du traitement | Traitement | Nombre d'épis vendables par hectare | Longueur de l'épi (cm) | Diamètre de l'épi (mm) | Longueur de l'extrémité non-développée (cm) | Épis mûrs (%) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---|---------------|
| 1 | 1 sarclage en prélevée (F0) | 38158 | 19,7 | 41,7 | 1,8 | 80,4 |
| 2 | 1 sarclage au stade 1 feuille (F1) | 32237 | 19,9 | 41,6 | 2,0 | 74,8 |
| 3 | 1 sarclage au stade 2 feuilles (F2) | 41776 | 20,0 | 42,5 | 2,1 | 87,1 |
| 4 | 1 sarclage au stade 3 feuilles (F3) | 38487 | 20,3 | 41,7 | 2,0 | 83,2 |
| 5 | 1 sarclage au stade 4 feuilles (F4) | 38816 | 20,4 | 41,9 | 2,0 | 77,0 |
| 6 | 1 sarclage au stade 5 feuilles (F5) | 40461 | 20,0 | 42,3 | 1,9 | 76,5 |
| 7 | 1 sarclage au stade 6 feuilles (F6) | 41118 | 19,9 | 42,0 | 1,9 | 82,0 |
| 8 | 2 sarclages: F0 & F2 | 28618 | 20,2 | 42,6 | 1,8 | 73,0 |
| 9 | 3 sarclages: F0 & F2 & F4 | 23684 | 20,3 | 42,2 | 2,1 | 58,5 |
| 10 | 4 sarclages: F0 & F2 & F4 & F6 | 20395 | 20,3 | 41,2 | 2,0 | 52,6 |
| 11 | 2 sarclages: F1 & F3 | 18092 | 20,2 | 42,5 | 1,6 | 46,5 |
| 12 | 3 sarclages: F1 & F3 & F5 | 19079 | 19,9 | 42,2 | 1,7 | 52,3 |
| 13 | Témoin herbicide | 40132 | 20,0 | 42,0 | 2,0 | 79,2 |
| Contrastes | | | | | | |
| herbicide vs sarclages | | * | | | | |
| 1 sarclage vs 2 sarclages | | *** | | | *** | *** |
| 1 sarclage vs 3 sarclages | | *** | | | | *** |
| 1 sarclage vs 4 sarclages | | *** | | | | *** |
| 2 sarclages vs 3 sarclages | | | | | * | |
| 2 sarclages vs 4 sarclages | | | | * | * | |
| 3 sarclages vs 4 sarclages | | | | | | |
| Prélevée vs 1 feuille | | | | | | |
| 1 feuille vs Prélevée, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | * | | | | |
| 6 feuilles vs Prélevée, 1, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |

* = significatif à 5 %, ** = significatif à 1 %, *** = significatif à 0,1 % de probabilité

Tableau 16. Rendement du maïs sucré mi-saison à la deuxième date de semis en 2000.

| Numéro du traitement | Traitement | Nombre d'épis vendables par hectare | Longueur de l'épi (cm) | Diamètre de l'épi (mm) | Longueur de l'extrémité non-développée (cm) | Épis mûrs (%) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---|---------------|
| 1 | 1 sarclage en prélevée (F0) | 29934 | 18,1 | 42,8 | 1,0 | 72,5 |
| 2 | 1 sarclage au stade 1 feuille (F1) | 25000 | 18,3 | 42,9 | 1,1 | 68,7 |
| 3 | 1 sarclage au stade 2 feuilles (F2) | 20395 | 18,4 | 43,2 | 0,9 | 68,7 |
| 4 | 1 sarclage au stade 3 feuilles (F3) | 25658 | 18,2 | 43,0 | 1,1 | 78,0 |
| 5 | 1 sarclage au stade 4 feuilles (F4) | 24342 | 18,4 | 44,0 | 1,2 | 70,8 |
| 6 | 1 sarclage au stade 5 feuilles (F5) | 22368 | 18,2 | 43,3 | 1,1 | 67,8 |
| 7 | 1 sarclage au stade 6 feuilles (F6) | 27632 | 18,2 | 43,6 | 0,8 | 77,9 |
| 8 | 2 sarclages: F0 & F2 | 22368 | 18,4 | 42,8 | 1,0 | 70,2 |
| 9 | 3 sarclages: F0 & F2 & F4 | 26645 | 18,2 | 42,4 | 1,5 | 69,4 |
| 10 | 4 sarclages: F0 & F2 & F4 & F6 | 17105 | 18,6 | 43,0 | 0,6 | 60,6 |
| 11 | 2 sarclages: F1 & F3 | 20395 | 18,3 | 43,8 | 0,9 | 63,2 |
| 12 | 3 sarclages: F1 & F3 & F5 | 22039 | 18,3 | 42,9 | 1,0 | 65,8 |
| 13 | Témoin herbicide | 27632 | 18,5 | 44,2 | 1,1 | 76,8 |
| Contrastes | | | | | | |
| herbicide vs sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 2 sarclages | | * | | | | |
| 1 sarclage vs 3 sarclages | | | | | | |
| 1 sarclage vs 4 sarclages | | ** | | | * | * |
| 2 sarclages vs 3 sarclages | | | | | | |
| 2 sarclages vs 4 sarclages | | | | | | |
| 3 sarclages vs 4 sarclages | | * | | | ** | |
| Prélevée vs 1 feuille | | | | | | |
| 1 feuille vs Prélevée, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |
| 6 feuilles vs Prélevée, 1, 2, 3, 4 et 5 feuilles | | | | | | |

* = significatif à 5 %, ** = significatif à 1 %, *** = significatif à 0,1 % de probabilité

CONCLUSIONS

Selon les observations effectuées dans le cadre de ce projet, le maïs sucré peut généralement être sarclé une fois sans risque du stade prélevée jusqu'au stade 6 feuilles. Pour les deux années de cette expérience, la proportion de plants de maïs qui a été endommagée par le passage de la houe rotative était plus grande pour les stades de prélevée à 2 feuilles. Cependant, ces dommages étaient moins de 10 % en moyenne et ils ne correspondaient pas nécessairement à une réduction de rendement. Une augmentation du taux de semis pourrait probablement permettre de compenser ces dommages.

Il n'y avait pas de différence significative de rendement entre le témoin non-sarclé et les traitements ayant reçu 1 ou plusieurs sarclages dans six des neuf expériences de ce projet. En fait, 1 ou plusieurs passages de la houe ont été bénéfiques à la culture et occasionnellement, le rendement obtenu était meilleur que celui du témoin sans sarclage. Cet effet positif est probablement la conséquence du décroûtage, étant donné qu'il n'y avait aucune mauvaise herbe présente dans ces expériences.

Les effets négatifs sur le rendement avaient tendance à augmenter avec le nombre de sarclages et étaient plus évidents dans les traitements ayant reçu 3 ou 4 sarclages. Le nombre d'épis et leur maturité diminuaient avec l'augmentation du nombre de passages de la houe rotative. La variété tardive a été relativement plus endommagée que les autres variétés dans ce projet et ce pour les deux années.

Les conditions du sol ont jouées un rôle prédominant dans la sensibilité du maïs aux passages de la houe rotative. Le maïs se remet bien suite à des dommages sur les tiges ou sur les feuilles. Cependant, le maïs est détruit si les graines ou les plants sont déterrés par le passage de la houe rotative. Ce déracinement a surtout été observé lorsque le maïs était aux stades de prélevée jusqu'au stade 2 feuilles. Dans le cadre de ce projet, ce phénomène a été observé lorsque le sol était léger et sec ou dans des sols plus lourds lorsque le sol était détrempe après plusieurs pluies importantes. Par conséquent, pour éviter de déterrer les graines, le semis dans un sol léger

devrait être fait le plus profondément possible pour permettre une bonne levée du maïs tout en plaçant les graines hors d'atteinte de la houe. La profondeur de travail de la houe devrait aussi être ajustée pour éviter de déterrer les graines de maïs. Une fois que le maïs a germé, il tolère bien le passage de la houe parce que ses racines le retiennent. Cet arrimage est affaibli et ne retient pas le maïs si le sol est trop sec ou trop mouillé. Il faut donc éviter de passer la houe dans ces conditions défavorables.

Fait intéressant, les dommages causés par les insectes étaient significativement moins importants dans les traitements qui ont été sarclés que dans les traitements témoins sans sarclage. Conséquemment, l'utilisation de la houe pourrait permettre de réduire ou de réprimer les infestations d'insectes, ou du moins de réduire le nombre de pulvérisations d'insecticides requises dans la production de maïs sucré. Ce phénomène pourrait être exploité dans les productions biologiques mais encore là, il faudrait vérifier l'impact de ces pratiques par des expériences ciblant l'étude des populations d'insectes.

BIBLIOGRAPHIE:

- Cloutier, D.C. et M.L. Leblanc. 2000. Chapitre 13: Lutte mécanique contre les adventices en agriculture. In: La lutte physique en phytoprotection, Vincent, C., B. panneton et F. Fleurat-Lessard (Eds). INRA Éditions, p. 199-213.
- Lareau, J. 1997. Stratégie de gestion intégrée des mauvaises herbes dans le maïs sucré. CPVQ, Fiche technique - VR 213, AGDEX 253/641.
- Leblanc, M.L. et D.C. Cloutier. 2000. Chapitre 14: Le désherbage mécanique du maïs. In: La lutte physique en phytoprotection, Vincent, C., B. panneton et F. Fleurat-Lessard (Eds). INRA Éditions, p. 215-225.
- SAS (1990) SAS/STAT User's guide, Version 6, Fourth Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sidiras, N. et E. Kendristakis. 1997. Effects of two planting systems on soil structure and root growth of maize (*Zea mays* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 178:141-147.
- Smith, D., D.C. Cloutier, A. Mackenzie, T. Paulitz, B. Coulman et K. Stewart. 1996. Rapport final du projet "Développement d'un programme de lutte intégrée en vue d'éliminer les besoins d'herbicides dans la production de maïs", soumis le 15 novembre 1996 au Ministère de l'Environnement du Québec, entente FRDT-E-PREE #92-1, 259 pages.
- Statistique Canada. 1998. Production de fruits et légumes, 83 pages.