

TITRE DU PROJET

Adaptation de la faucheuse « M-C Lawn Genie
Pick-up Mower » pour son utilisation
en fraisières et framboisières

Numéro du projet

443-66-010301

Nom du requérant

Association des producteurs de fraises et de framboises du Québec (APFFQ),
représentée par Louis Gosselin

RAPPORT FINAL

Juin 2001 à juin 2004

Rédigé par Pierre O. Thibodeau, phytopathologiste et
Bernard Beaulieu, ingénieur
Chercheurs à l'IRDA

Projet réalisé dans le cadre du programme
Recherche appliquée, innovation et transfert du CDAQ

Le 21 décembre 2005



INSTITUT DE RECHERCHE
ET DE DÉVELOPPEMENT EN
AGROENVIRONNEMENT

TABLE DES MATIÈRES

1. RÉSUMÉ DU PROJET	6
2. DESCRIPTION DU PROJET	6
2.1. PROBLÉMATIQUE	6
2.2. OBJECTIFS GÉNÉRAUX	7
2.3. OBJECTIFS SPÉCIFIQUES	8
2.3.1. VOLET « MÉCANISATION » et réalisations mécaniques	
OBJECTIF 1: Adapter la faucheuse « Lawn Genie Pick-up Mower » pour son utilisation en fraisières et framboisières cultivées ou non sur billons (et vérification de son efficacité au champ).....	8
OBJECTIF 2: Déterminer les paramètres les plus propices pour l'utilisation de la faucheuse en fraisières et framboisières (variation de la ligne de coupe, hauteur de la coupe et vitesse de travail).....	14
2.3.2. VOLET « IMPACTS AGRONOMIQUES ET PHYTOPROTECTION »	
OBJECTIF 1: Réduire en fraisières le nombre d'applications+ de fongicides contre la pourriture grise (3 au lieu de 5 à 7) et contre les taches foliaires.....	14
OBJECTIF 2: Faciliter le fauchage de la framboisière bisannuelle et obtenir un meilleur contrôle de l'anthracnose et de la brûlure des dards avec moins d'interventions fongicides.....	15
2.4 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	15
2.4.1. VOLET « MÉCANISATION »	
2.4.1.1. Choix et modifications préliminaires.....	16
2.4.1.2. Essais préliminaires.....	16
2.4.1.3. Modifications permanentes.....	16
2.4.2. VOLET « IMPACT AGRONOMIQUE ET PHYTOPROTECTION »	
2.4.2.1. Mise en place des fraisières expérimentales I et II.....	17
2.4.2.2. Traitements prévus et conduits.....	18
2.4.2.3. Cueillette et compilation des données.....	20
2.4.2.4. Framboisières annuelles et bisannuelles (régie, traitements, observations et rendements).....	21
2.5. ÉTAPES ET ÉCHÉANCES	24
3. RÉSULTATS	26

3.1. RÉSULTATS OBTENUS	26
3.1.1. VOLET « MÉCANISATION »	26
3.1.1.1. Fauche en fraisières.....	26
3.1.1.2. Fauche en framboisières.....	27
3.1.1.3. Autres avantages mécaniques.....	28
3.1.2. VOLET « IMPACT AGRONOMIQUE ET PHYTOPROTECTION »	28
3.1.2.1. Exemples en fraisières.....	28
a) Rendements.....	28
b) Phytoprotection.....	31
3.1.2.2. Exemples en framboisières.....	35
a) Rendements.....	35
b) Phytoprotection.....	37
3.1.2.3. Diminution des coûts de production.....	38
3.1.2.4. Éléments qui ont assurés la réussite du projet.....	39
3.2. IMPACT	40
3.3. DIFFUSION DES RÉSULTATS	40
4. PLAN DE FINANCEMENT	41
5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	41
ANNEXE	44
LISTE DES FIGURES ET PHOTOS	
Photo 1 : Faucheuse non modifiée, mode de fonctionnement.....	8
Photo 2 :Faucheuse non modifiée. Barre de coupe fixe.....	8
Photo 3 : Faucheuse : peinte en gris : premières modifications de la hauteur de la barre de coupe réglable.....	9
Photo 4 : Faucheuse : adaptation finale. Benne ouverte et barre de coupe à réglage électrique automatisé selon la variation du profil du sol.....	10
Photo 5.1 : Ensemble électrique de détection du profil du sol.....	11
Photo 5.2 : Vue de la manivelle servant à fixer mécaniquement la hauteur de coupe a : manivelle; b : mini-interrupteur « micro-switch ».....	11
Photo 6 : Fourche de détection du profil du sol maîtrisant sa variation par le mini-interrupteur « micro-switch » pour maintenir la hauteur de coupe demandée.....	12

Photo 7 : Valve de contrôle du débit de l'huile (flèche jaune) pour assurer le délai nécessaire au temps de réaction du détecteur de profil, afin d'assurer la hauteur de coupe du feuillage au temps voulu.	12
Photo 8 : Vue de l'intérieur de la benne.....	13
Photo 9 : Fraisnières au stade 5 feuilles l'année de l'implantation 2001.....	19
Photo 10 : Paillage des fraisnières à l'automne 2001, par Vincent Méthot	19
Photo 11 : Nécroses de la tache commune sur les feuilles hivernées (traitements A, B, et C), printemps 2002....	19
Photo 12 : Deuxième cueillette de 2002.....	19
Photo 13 : Fauche avec retour des résidus au sol.....	26
Photo 14 : Fauche avec captage des résidus.....	26
Photo 15 : Fauche des haies de framboisiers en framboisières bisannuelles.....	27
Photo.16 : Surface engazonnée de la framboisière tondu par la faucheuse.....	27
Photo 17 : Résidus de cannes de framboisiers taillés manuellement et laissés dans l'allée.....	27
Photo 18 : Allée nettoyée après le passage de la faucheuse.....	27
Photo 19 : Vidange automatique des résidus.....	28
Photo 20 : Résidus végétaux déchiquetés.....	28

FIGURES

Figure 1 : Dispositif des deux fraisnières installées à la station de l'IRDA à Saint-Lambert.....	18
Figure 2 : Framboisières : plan des parcelles annuelles et bisannuelles.....	23
Figure 2.1 : Comparaison des régies dans la production annuelle (conventionnelle) et bisannuelle de la framboise.....	22
Figure 3 : Effet des traitements sur les rendements, le % de pourriture grise et de rejets, en première récolte de la fraisnière expérimentale de Saint-Lambert en 2002.....	29
Figure 4 : Rendements en fruits vendables dans une fraisnière expérimentale selon 2 régies différentes l'automne précédent et avec ou sans fongicide contre la pourriture grise en 2002.....	30
Figure 5 : Total de fruits récoltés en 2002 dans les fraisnières A et B.....	30
Figure 6 : Rendement de chaque cueillette dans la fraisnière de Saint-Lambert en 2002.....	31

Figure 7 : Nombre de taches communes sur les sépales par fruit en 2002 à la première récolte en fraisières expérimentales (IRDA).....	32
Figure 8 : Influence de la rénovation et de la fauche l'automne précédent sur le pourcentage de fruits affectés par la pourriture grise à la récolte en 2003 dans la fraisière A.....	32
Figure 9 : Pourcentage de fruits dont les sépales sont affectées par la tache commune le 5 juillet 2002 (1 ^{ère} récolte), dans la fraisière expérimentale de l'IRDA à Saint-Lambert.....	33
Figure 10 : Nombre de taches foliaires (tache commune) par foliole en 2002 et en 2003, dans la fraisière expérimentale de l'IRDA, à Saint-Lambert, en parcelles fauchées et non fauchées l'automne précédent la première et la deuxième année de récolte.....	34
Figure 11 : Influence de la rénovation et de la fauche l'automne précédent sur le pourcentage de folioles affectées par la tache commune en octobre 2002 et 2003 dans la fraisière A.....	35
Figure 12 : Total des rendements en fruits vendables sur une période de 2 et 4 ans en framboisières annuelles et bisannuelles expérimentales (IRDA).....	36
Figure 13 : Récolte totale en 2004 dans la framboisière de Deschambault (IRDA).....	36
Figure 14 : Pourcentage de tiges annuelles (jeunes tiges de l'année) affectées par l'antracnose dans les framboisières annuelles et bisannuelles de Deschambault, de 2000 à 2003.....	37

1. RÉSUMÉ DU PROJET

Les taches foliaires (tache commune, tache pourpre), le blanc, la pourriture grise, le tarsonème et les tétranyques augmentent avec l'âge de la fraisière et sont transmis par le vieux feuillage d'une année à l'autre. Afin de réduire les populations d'insectes et d'acariens, de réduire l'inoculum des agents pathogènes responsables des maladies et donc, de réduire les nombreuses applications de pesticides requises pour les combattre, on recommande de faucher et d'enlever du champ ces feuilles à la rénovation. Très peu de producteurs le font car il n'y a pas de faucheuse adaptée pour faire ce travail. La faucheuse « Lawn Genie Pick-up Mower » utilisée sur les golfs aux USA pourrait faire le travail, mais sa barre de coupe est fixe et trop basse. De plus, la capacité de son réservoir à résidus est trop petite pour être pratique. Afin de l'adapter en fraisières conventionnelles et à jour neutre, et aussi en framboisières bisannuelles, le volet 1 du projet vise à modifier cette faucheuse de façon à obtenir une barre de coupe variable de 0 à 30 cm (culture à plat ou sur billons plastifiés ou non), d'automatiser cette barre de coupe de façon à suivre les variations du profil du sol (obtention d'une coupe du feuillage d'une hauteur uniforme) et d'obtenir un réservoir de capacité raisonnable. Le volet 2 du projet permettra de vérifier l'impact phytosanitaire de la fauche et de l'enlèvement du vieux feuillage sur les ennemis énumérés plus haut, afin de convertir les producteurs à cette pratique. Celle-ci devrait permettre de réduire le nombre d'applications de pesticides (innocuité alimentaire, pollution environnementale...), d'améliorer les rendements (qualité et quantité, meilleur contrôle des ennemis), tout en diminuant les coûts de production (moins de pesticides, tracteur, essence, temps, et peut être de plus de 2 ans de récolte...). Des démonstrations aux producteurs de fraises et de framboises, ainsi qu'aux spécialistes agricoles sont prévues à diverses occasions lors de la réalisation du projet.

2. DESCRIPTION DU PROJET

2.1 Problématique

a) Le contrôle des maladies et ravageurs

◆ En fraisières

En fraisières, les producteurs font jusqu'à 5 à 7 applications de fongicides pour combattre la moisissure grise et les taches foliaires, sans compter celles souvent nécessaires contre le blanc, les acariens et les insectes. Les spores des champignons responsables de ces maladies qui infectent les jeunes feuilles, les organes floraux et les fruits au printemps, proviennent des vieilles feuilles qui ont hiverné. Lors de la rénovation et tard à l'automne (juste avant de pailler), si on pouvait **efficacement faucher et enlever** de la fraisière ce vieux feuillage contaminé et infecté par ces maladies, les spores responsables des infections primaires au printemps ne seraient plus produites et le nombre d'applications de fongicides pourrait être réduit à 3 ou 4 maximum.

◆ En framboisières

Pour réduire l'incidence des maladies et acariens en framboisières, la taille et l'enlèvement à l'automne des tiges, des cannes et des feuilles infectées d'antracnose, de brûlure des dards et de moisissure grise sont aussi essentiels pour réduire la production d'inoculum au printemps suivant. L'adaptation de la faucheuse-récolteuse faciliterait la culture bisannuelle de la framboise car elle permettrait de faucher et de ramasser simultanément tout le vieux matériel végétal infesté et infecté.

b) La mécanisation du fauchage

◆ En fraisières conventionnelles

Seuls quelques-uns des 984 producteurs de fraises du Québec, convaincus de la rentabilité de cette pratique, font ce « nettoyage » à la **rénovation** en utilisant une fourragère traînée par un tracteur et à laquelle est attachée une remorque pour recevoir les résidus végétaux foliaires. Cet « attelage » est non adapté car il est trop large, trop lourd (risque de compactage du sol...) et difficile à manœuvrer parce qu'il est aussi trop long. Nous voulons donc expérimenter la pratique de faucher et d'enlever le vieux feuillage tard à l'automne (juste avant de pailler). Ce fauchage n'est pratiqué ni au Québec, ni ailleurs. Pourtant, en particulier dans les régions favorisées par une bonne couche de neige, cette pratique pourrait être encore plus rentable que lorsqu'elle est utilisée seulement lors de la rénovation. En effet, en plus de débarrasser la fraisière, en fin saison, du vieux feuillage infecté qui serait responsable des infections printanières, cette pratique devrait permettre une meilleure **résistance de la fraisière à l'hiver** et un **meilleur départ au printemps** suivant (conservation des réserves dans les racines et couronnes en l'absence des vieilles feuilles qui, sinon, brûleraient ces réserves par leur transpiration et leur respiration durant tout l'hiver sous la neige).

◆ En fraisières à « jour neutre »

En fin de saison de production de la fraisière à jour neutre, il faut faucher les plants pour permettre **l'enlèvement des films plastiques** qui recouvrent les billons. Ces plants retiennent le film et doivent être coupés à ras le film plastique pour permettre son enlèvement. Les faucheuses rotatives (lames horizontales) utilisées effectuent un travail plus ou moins précis et s'emmêlent souvent dans le film plastique (perte de temps). Une faucheuse du type proposé est adaptable à ce genre de travail et sauverait temps et « patience ».

◆ En framboisières

Il n'y a pas de faucheuse adaptée en framboisières bisannuelles, qui pourrait **simultanément** faucher avec précision et ramasser les tiges, cannes et vieux feuillage à la fin octobre – début novembre. En plus de permettre cette possibilité, une faucheuse du type proposé pourrait également **faucher le gazon** (entretien des allées) dans toute framboisière standard ou biennale engazonnée.

NOTE : l'engazonnement des allées est fortement recommandé dans les framboisières car les avantages dépassent de loin les inconvénients : réduction de l'érosion (sol et fertilisants) et de la compaction du sol, niche pour les prédateurs d'insectes et acariens (coccinelles, *Phytoseïlus...*), meilleure pénétration de l'eau, meilleur aoûtement des tiges, et donc, meilleure résistance à l'hiver, facilité de cueillette après la pluie...

2.2 Objectifs généraux

1. Améliorer la qualité et les rendements en fraisières et framboisières tout en diminuant l'usage des pesticides, grâce à une régie plus saine rendue possible par un appareil pouvant simultanément faucher avec précision et sortir du champ les résidus végétaux infectés (vieux feuillage et tiges).
2. Grâce à l'adaptation pratique de cet appareil en fraisières et framboisières, favoriser la pratique de l'enlèvement hors du champ et le compostage des vieilles feuilles et tiges infectées chez les producteurs.

2.3 Objectifs spécifiques

NOTE : Contrairement au volet « Impact phytosanitaire », cette section « 2.3.1 » « volet mécanisation » contiendra les modifications réalisées à la faucheuse pour la rendre adaptée à une fauche contrôlée (photos en particulier), afin de ne pas se répéter inutilement dans la section 3 « résultats ».

La section 3 des résultats montrera les photos obtenues en champs (fraisières et framboisières) lors des essais de la faucheuse.

2.3.1 VOLET « MÉCANISATION » et réalisations mécaniques

OBJECTIF 1 : Adapter la faucheuse « Lawn Genie Pick-up Mower » pour son utilisation en fraisières et framboisières cultivées ou non sur billons (et vérification de son efficacité au champ).

Phase 1 :

Modifier la barre de coupe qui est fixe à une hauteur de 5 cm, (photos 1 et 2) pour la rendre ajustable de 0 à 30 cm et ainsi permettre son utilisation sur billons.

Cet objectif était réaliste et fut pleinement atteint. La barre de coupe est ajustable (mécaniquement et automatiquement de façon électrique) entre 0 et 35 cm de hauteur, ce qui permet de l'utiliser sans problème pour le fraisier cultivé à plat ou sur billons plastifiés ou non (voir résultats obtenus en champs dans la section 3).

Photo1 : Faucheuse non modifiée
Mode de fonctionnement

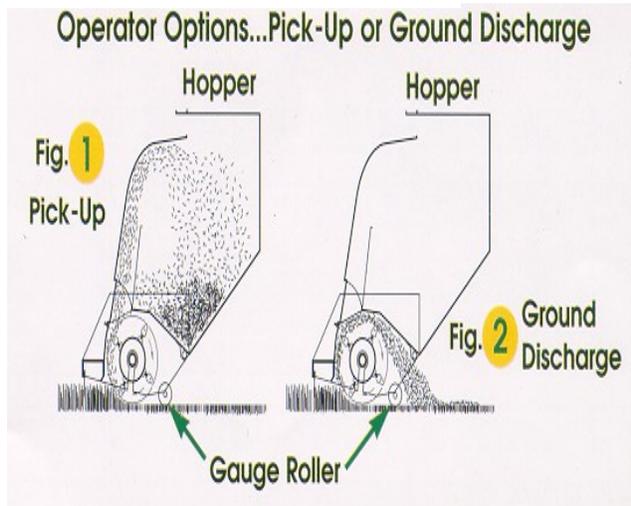
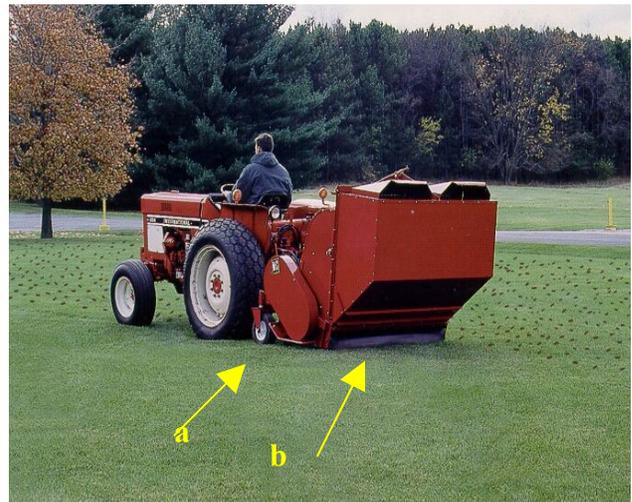


Photo 2 : Faucheuse non modifiée
Barre de coupe fixe



a : petite roue avant fixe
b : cylindre porteur arrière fixe

Photo 3 : faucheuse : en gris, premières modifications : hauteur de la barre de coupe réglable



a: remplacement du cylindre porteur fixe, par des roues arrière à hauteur réglable en 3 points.

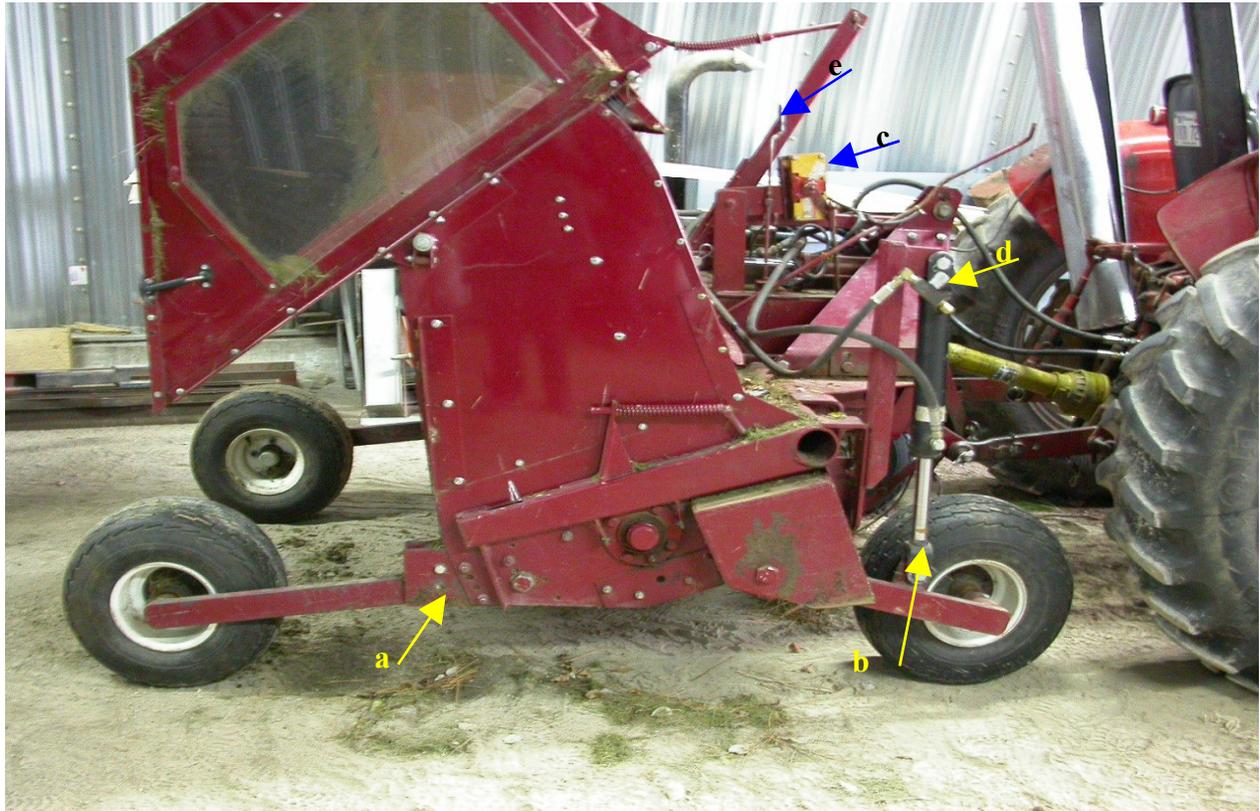
b: remplacement des petites roues avant fixes, par des roues à hauteur sous contrôle hydraulique.

Les pneus ballons assurent un bon contact au sol et évitent de « bourrer » les roues avec la paille des entre-rangs.

c : cylindre hydraulique.

d : fenêtre en plexiglas percée dans le haillon de la benne pour observer son remplissage.

Photo 4 : faucheuse : adaptation finale. Benne ouverte et barre de coupe à réglage électrique automatisé selon la variation du profil du sol



Légende

- a : roues arrière : adaptation mécanique en trois points à la hauteur de coupe, à plat ou sur billons.
- b : adaptation des roues avant par des cylindres hydrauliques, à la hauteur de coupe demandée. Elles sont commandées par le mini-interrupteur « micro-switch » (en c) (voir aussi la photo 5.1), recevant la variation du profil du sol de la fourche détectrice.
- c : boîte électrique ou mini-interrupteur (micro-switch) connecté à la fourche (photo 6) détecteur de la variation du profil du sol et déclenchant l'élévation ou l'abaissement de la barre de coupe.
- d : valve de contrôle du débit de l'huile dans les cylindres (en b). (voir aussi la photo 7).
- e : manivelle pour établir manuellement la hauteur de coupe du feuillage avant le réglage automatisé (voir aussi la photo 5.2).

Photo 5.1 : Ensemble électrique de détection du profil du sol



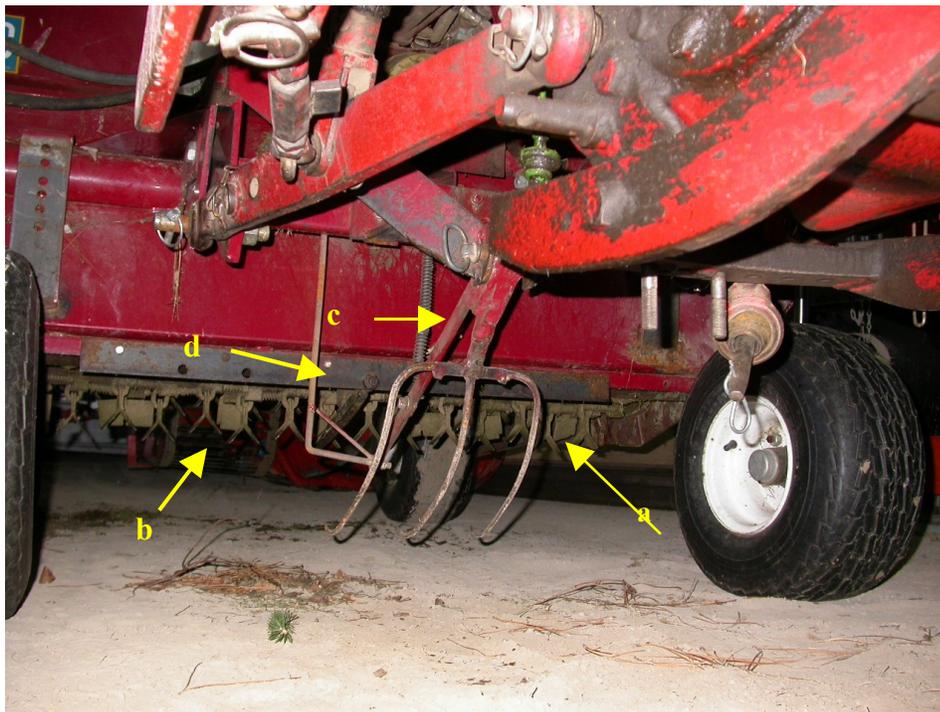
Légende

a : mini-interrupteur « micro-switch » connecté à la tige à ressort (b) raccordée à la fourche de détection du profil du sol (voir photo 6);
c : partie de la tige de la manivelle servant à fixer provisoirement la hauteur de coupe du feuillage (voir photo 5.2 a et b).

Photo 5.2 : Vue de la manivelle servant à fixer mécaniquement la hauteur de coupe a : manivelle;
b : mini-interrupteur



Photo 6 : Fourche de détection du profil du sol maîtrisant sa variation par le mini-interrupteur « micro-switch » pour maintenir la hauteur de coupe demandée



Légende

a fourche; b : fléaux; c : tige à ressort maintenant au sol la fourche détectrice du profil et raccordant la fourche au mini-interrupteur « micro-switch »; d : tige pour un premier ajustement manuel de la hauteur de la barre de coupe.

Photo 7 : Valve de contrôle du débit de l'huile (flèche jaune) pour assurer le délai nécessaire au temps de réaction du détecteur de profil, afin d'ajuster la hauteur de coupe du feuillage au temps voulu



Phase 2 : Agrandir la capacité du réservoir de rétention des résidus végétaux pour réduire au minimum le nombre de vidanges.

Cet objectif était partiellement réaliste. La capacité originale de la benne alloue une autonomie pour une longueur de rang de 100 mètres seulement, toutefois acceptable pour les fraisières que l'on retrouve dans plusieurs exploitations à surface limitée. Par contre, cette capacité réelle obtenue est inférieure à la capacité théorique de la benne. En haussant la cheminée (photo 8), la benne a été complètement remplie, ce qui a permis d'augmenter son autonomie de 25 à 30 % de plus. Cet objectif fut donc partiellement atteint. Cependant, pour les grandes fraisières dont les rangs sont plus longs et afin de permettre les vidanges aux extrémités de la fraisière, la capacité de la benne est insuffisante, une autonomie équivalente à une longueur de rang de 330 mètres était visée. Un devis sera préparé et fourni à l'entreprise qui en fabriquera le prototype et commercialisera la faucheuse.

Photo 8 : Vue de l'intérieur de la benne. Élévation de la chute au moyen d'une planche provisoire pour augmenter le volume de la benne. Cette élévation se traduit par une augmentation du volume de rétention des résidus de plus de 25 %



Légende

- a) partie de la chute au haut de la benne;
- b) planche ajoutée pour allonger la chute

Phase 3 : Modification pour permettre de faucher les plants sur film plastique et peaufinage des ajustements.

Également réaliste, cet objectif fut réalisé à la satisfaction des observateurs qui ont assisté aux diverses démonstrations au champ. Globalement, le mécanisme permettant à la barre de coupe de suivre le relief de la surface du billon selon la hauteur de coupe désirée est relativement simple et est divisé en trois sous systèmes : 1) la détection du relief du sol par une tige traînante ou une fourche (photo 6) maintenue en contact avec la surface du sol par un ressort (photo 6 c); 2) l'ajustement de la hauteur de coupe selon la variabilité du relief du sol et; 3) la précision de la fauche. Le mécanisme de détection est simple et entièrement mécanique. La variation du relief est détectée par la tige traînante ou la fourche qui actionne un des deux mini-interrupteurs ou « micro-switch » (photos 5.1 et 5.2), selon le cas.

Le système d'ajustement de hauteur de la ligne de coupe consiste en un système hydraulique. Deux cylindres hydrauliques sont installés entre les roues avant et le corps de la faucheuse (photos 3 et 4). Chacun des cylindres (photos 3 c et 4 b) est branché à une valve électromagnétique qui, sous le signal d'un mini-interrupteur (photos 5.1 et 5.2), les active pour obtenir la correction nécessaire. Le système de précision de la fauche consiste à faire coïncider la correction désirée avec l'endroit détecté. La tige traînante est installée à l'avant de l'appareil à une distance fixe de la ligne de coupe. Deux systèmes pour le contrôle de la précision ont été testés. Le premier permet la correction par des éléments électroniques, senseur de proximité et module programmable, en divisant en segments égaux cette distance de façon à obtenir le degré de précision souhaité, qui a été fixé à 75 mm pour les

essais. Ce système a l'avantage de maintenir la précision constante, indépendamment de la variation de la vitesse d'avancement utilisée pour la fauche. Par contre, la programmation du module requiert la connaissance d'un langage informatique qui lui est spécifique. Le second est beaucoup plus simple. Le contrôle se fait par des valves (photo 7) ajustées manuellement, pour varier le débit de l'huile circulant dans les cylindres hydrauliques. La meilleure précision obtenue a été de 200 mm mesurée lors de la rénovation.

OBJECTIF 2: Déterminer les paramètres les plus propices pour l'utilisation de la faucheuse en fraisières et framboisières (variation de la ligne de coupe, hauteur de la coupe et vitesse de travail).

Tous les essais ont été effectués avec un tracteur d'environ 30 à 35 kW. Ces tracteurs doivent être lestés à l'avant en contrepoids de la charge de la faucheuse lorsque cette dernière est soulevée par l'hydraulique du tracteur.

Les essais dans la fraisière expérimentale ont permis de mesurer la qualité de la fauche des fraisiers. La ligne de coupe a été réglée pour faucher au-dessus du cœur des plants à une hauteur de 254 mm. Les mesures prises démontrent que la faucheuse a travaillé à une hauteur moyenne de 270 mm avec un écart type de 0,78 mm.

La vitesse de travail utilisée pour faucher dans les fraisières a été de 7,4 km/h alors que de 1,5 km/h pour faucher les cannes de framboisier. Dans les framboisiers bisannuels la coupe des cannes nécessite normalement deux passages de la faucheuse. Si utilisé pour détruire les vieux framboisiers conventionnels dont la densité atteint souvent les 100 tiges par mètre linéaire, il a fallu jusqu'à 3 passages pour obtenir une destruction complète. Pour diminuer ces multiples passages, il faudrait ralentir la vitesse de travail ou accélérer la vitesse de rotation du rotor à fléaux. Il sera donc essentiel de vérifier la conception de l'unité de coupe dans ces conditions plus extrêmes.

2.3.2 VOLET « IMPACTS AGRONOMIQUES ET PHYTOPROTECTION »

OBJECTIF 1: Réduire en fraisières le nombre d'applications de fongicides contre la pourriture grise (3 au lieu de 5 à 7) et contre les taches foliaires.

Bien qu'hypothétique au départ, cet objectif s'est réalisé comme prévu :

Fraisière I : fongicides : Pourriture grise : 3 applications en 2002, 2003, et 2 en 2004

Taches foliaires : aucune application de fongicides homologués

Insecticides : anthonome et punaise terne : 1 application en 2002, et 2 en 2003 et 2004

Fraisière II : fongicides : aucune application en 2002, 2003 et 2004

Insecticides : comme dans la fraisière A.

Comme il sera présenté dans la partie 3.1 « Résultats obtenus », malgré une diminution importante des applications de fongicides et d'insecticides, les rendements en fruits déclassés (rejets) semblaient peu affectés.

OBJECTIF 2: Faciliter le fauchage de la framboisière bisannuelle et obtenir un meilleur contrôle de l'antracnose et de la brûlure des dards avec moins d'interventions fongicides (1 à 2 au lieu de 4 à 5) (voir résultats en 3.1).

Cet objectif s'est aussi très bien réalisé. Il faut faire une mise au point à ce moment ci : nous avons couplé le présent projet avec un projet portant sur « la comparaison du système de production annuelle vs bisannuelle de framboises ». La production annuelle (conventionnelle) exige de tailler manuellement au sécateur, après la récolte, les cannes qui ont produit, ce qui est très onéreux; tandis qu'en culture bisannuelle, la moitié de la framboisière est fauchée à ras le sol, ce qui réduit les coûts de taille de plus de 90 % (voir figure 3). Dans le projet actuel, la faucheuse s'insérerait donc très bien dans la régie de ce système de production bisannuelle.

1. La fauche demande deux passages de la faucheuse adaptée, pour assurer une coupe uniforme des tiges et des cannes au niveau du sol.

2. Les tiges et cannes sont déchiquetées par la faucheuse et les résidus bien récupérés dans le réservoir. Les résidus peuvent donc être facilement compostés.
3. Si la taille est faite selon la méthode annuelle traditionnelle (taille manuelle avec un sécateur), la faucheuse peut même ramasser les cannes laissées dans les allées et les déchiqueter.
4. Comparé au système de production annuelle, les coûts en fongicides du système de production bisannuelle pour lutter contre l'anthracnose et la brûlure des dards devraient être réduits de 3 à 4 fois, et seraient deux fois moindres contre la pourriture grise. Les coûts de la lutte contre les insectes (anthonome, bytore et punaise terne) devraient aussi être réduits de 2 fois.

Aucun acaricide n'a été nécessaire pour lutter contre les tétranyques car la moitié de la framboisière ne portait que de jeunes tiges (période non productive), ne reçoit aucun insecticide, et permet donc la conservation et la multiplication des prédateurs naturels.

2.4 Approche méthodologique

2.4.1 VOLET « MÉCANISATION »

Les étapes suivies au cours de ce projet sont :

- Le choix et les modifications préliminaires de l'appareil;
- Les essais préliminaires en fraisières et framboisières expérimentales et commerciales;
- Les modifications permanentes et les essais en champs.

L'approche originale était de fournir, à la fin des trois ans du projet, un appareil spécifiquement adapté aux productions de fraises et de framboises pour effectuer la fauche et le ramassage du feuillage lors de la rénovation après la récolte et lors d'une coupe tardive à l'automne.

Cet objectif a vite été perçu impossible en cultures commerciales, si on visait une efficacité de fauche de 100 % (c'est à dire, faucher et ramasser tout le feuillage). Donc, l'approche choisie a été d'apporter les modifications essentielles pour opérer dans la fraisière et la framboisière expérimentales afin de satisfaire aux exigences du protocole agronomique, pour ensuite déterminer les changements requis à la fabrication d'un appareil commercial utilisable sur de grandes superficies.

2.4.1.1 Choix et modifications préliminaires

L'appareil choisi est une faucheuse à fléaux développée par Matthews Company (MC) pour l'entretien de grandes surfaces engazonnées que l'on retrouve dans les terrains de golf et les parcs urbains (photo 2). La faucheuse MC est un appareil de type porté rattaché sur le système hydraulique en trois points du tracteur. Elle est fournie à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA) par la firme les Équipements Yvan Perrault inc.

La faucheuse MC possède des caractéristiques qui répondent aux activités prévues au projet. Son unité de coupe à fléaux agit aussi comme soufflerie pour acheminer les résidus dans la benne de réception ou pour retourner directement les résidus au sol (photos 1 et 2). Rattachée au tracteur sur le système hydraulique, l'unité de travail est compacte, facile à manœuvrer et nécessite un minimum d'espace pour les manœuvres en bout de champ.

L'objectif des modifications apportées sur la faucheuse à fléaux était de l'adapter aux caractéristiques de la fraisière expérimentale et des fraisières commerciales où les essais et les démonstrations seront tenus. Afin de pouvoir observer le comportement de la faucheuse en fraisières les modifications suivantes ont été apportées :

- remplacer le rouleau jauge transversal placé derrière le rotor à fléaux par des roues ajustables afin que l'appareil enjambe et fauche par-dessus les billons (photo 3);
- élargir la voie entre les roues pour correspondre à la largeur des billons et circuler dans la fraisière;
- modifier le hayon de la benne pour faciliter l'accès et l'échantillonnage ainsi que l'observation de son remplissage (photo 3).

2.4.1.2 Essais préliminaires (année 1)

Les essais préliminaires réalisés chez François et Lise Méthot, une entreprise commerciale de Bernières, ont permis d'observer le comportement de l'appareil sous différentes conditions d'opération : des vitesses de travail de 4 et 6 km/h, des vitesses de rotation du rotor des fléaux... Certains comportements indésirables de la faucheuse ont été observés. Le phénomène le plus évident était que l'arrière de l'appareil se déplaçait latéralement donnant à l'unité de travail un angle avec la ligne du rang et provoquant un enchaînement de réactions : glissement des roues et amoncellement de la paille devant les roues.

2.4.1.3 Modifications permanentes

Une rencontre avec les principaux partenaires et intervenants a permis d'identifier plusieurs modifications plus élaborées et à caractère permanent à entreprendre.

- Changer le système pneumatique avec un plus long empattement afin de favoriser une meilleure stabilité de l'appareil (photo 3).
- Installer un système de contrôle de la hauteur de coupe capable de suivre le relief et d'ajuster la hauteur de la ligne de coupe en conséquence (photos 4 à 7).
- Modifier l'attache aux trois points du tracteur afin de permettre l'entière flottaison de la faucheuse au sol.

Les modifications apportées ont fait l'objet d'observations et de mesures lorsque possible. Considérant la difficulté à programmer le module pour le contrôle de la précision, une alternative a été proposée, installée et essayée. Elle est présentée dans ce rapport.

En fraisières à jour neutre, deux systèmes pour orienter les résidus vers les allées et laisser la surface des films plastiques exempte de résidus végétaux ont été essayés en conditions normales et extrêmes.

2.4.2 VOLET « IMPACT AGRONOMIQUE ET PHYTOPROTECTION »

2.4.2.1 Mise en place des fraisières expérimentales I et II

Il est important de mentionner que les deux fraisières étaient situées à la Station expérimentale de l'IRDA à Saint-Lambert, sur un sol lourd plutôt mal drainé : ordre gleysolique, série Le Bras graveleux Beurivage-Fourchette. Le drainage sous-terrain était assez bon, à l'exception des parcelles 4B et 4C, où, après une pluie, l'eau stagnait dans les entrerangs pour une durée de 24 à 48 heures.

Il est à noter que le champ n'a pu être nettoyé des mauvaises herbes l'année précédant l'implantation des fraisières (ceci nous donnera quelques problèmes lors des années de production). Le plan des deux fraisières apparaît à la figure 1 ci-dessous, et indique les dimensions ainsi que les traitements appliqués dans le projet. La figure 2 présente la fraisière en implantation (stade 5 feuilles) et sur billons.

2.4.2.2 Traitements prévus et conduits

Tel qu'indiqué au bas de la figure 1 et, tel que convenu, les traitements appliqués en 2001, 2002, 2003 et 2004 étaient les suivants :

1. À l'automne de l'année de plantation (7 novembre 2001), les parcelles 2A, B, C et 4A, B, C furent fauchées à 4 cm de hauteur et le feuillage fut simultanément ramassé avec la faucheuse M-C. Cette pratique de régie en année d'implantation était expérimentale car elle n'est pas pratiquée par les producteurs.
2. En 2002, 2003 et 2004, la fraisière portant les traitements 1A, 1B, 1C et 2A, 2B, 2C recevait 3 applications de fongicides antibotrytiques : un BRAVO 500 (Chlorothalonil) au départ de la végétation (voir annexe 1), un ÉLEVATE 50 WDG (Fenhexamide) au stade 10 % de floraison et un ROVRAL WDG (Iprodione au stade « pleine floraison » (50 % en fleur). La fraisière portant les traitements 3A, 3B, 3C et 4A, 4B, 4C n'a reçu aucun fongicide.

Note : afin de vérifier l'efficacité des mesures de régie sur la tache commune, aucun traitement fongicide homologué contre la tache commune n'a été appliqué dans les deux fraisières.

3. En 2002 et 2003, les parcelles 1A, 2A, 3A et 4A étaient fauchées à la rénovation mais le feuillage était retourné au sol (F + résidus).
4. En 2002 et 2003 les parcelles 1B, 2B, 3B et 4B étaient fauchées à la rénovation et le feuillage enlevé simultanément (F - résidus).
5. En 2002 et 2003, les parcelles 1C, 2C, 3C et 4C étaient fauchées et le feuillage était simultanément ramassé avec la faucheuse M-C à la rénovation et une deuxième fois tard à l'automne (F - résidus); le 11 novembre 2002 et le 7 novembre 2003.

Figur

DISPOSITIF DES DEUX FRAISIÈRES INSTALLÉES À LA STATION DE L'IRDA À SAINT-LAMBERT

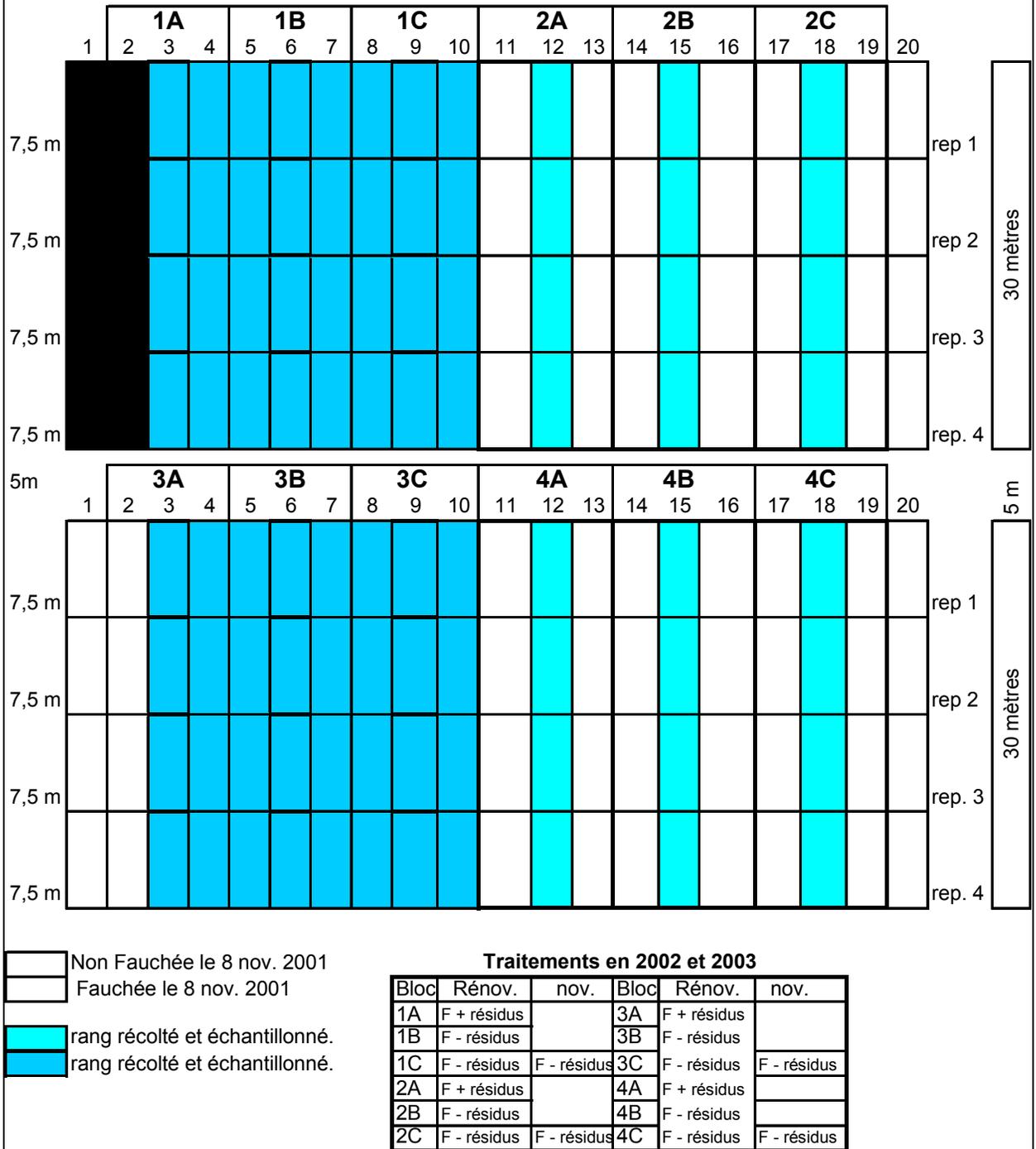


Photo 9 :Fraisières au stade 5 feuilles l'année de l'implantation (2001)



Photo10 : Paillage des fraisières, automne 2001 (par Vincent Méthot)



Photo 11 : Nécroses de la tache commune sur les feuilles hivernées (traitements A, B , et C) au printemps 2002



Photo 12 : Deuxième cueillette de 2002



2.4.2.3 Cueillette et compilation des données

Les maladies

- Maladies foliaires

À l'exception de 2004, où un peu de tache pourpre est apparue, seule la tache commune (*Mycosphaerella fragariae*) fut problématique en 2002, 2003 et 2004 (photo 11). Nous avons donc évalué son importance au cours de ces années.

En 2002, le dénombrement de la tache commune fut réalisé sur la foliole du centre des feuilles prélevées sur 2 mètres de rang de chaque traitement, le 20 juin (pleine floraison) et sur 4 fois 50 cm de rang, le 18 juillet (après la récolte) et le 25 octobre. À la première cueillette de 2002, 40 fruits furent prélevés au hasard pour chaque traitement et le nombre de fruits portant de la tache commune sur ses sépales, ainsi que le nombre de tache commune par fruit furent évalués.

En 2003, l'échantillonnage de la tache commune fut réalisé le 24 juillet (juste après récolte) et le 24 octobre (avant la fauche du feuillage) sur 4 fois 50 cm de rang dans chaque traitement.

En 2004, cet échantillonnage s'est fait le 9 juin lors de la floraison. Les résultats sont présentés à la section 3 « Résultats ».

- Maladies des fruits

Seule la pourriture grise causée par *Botrytis cinerea* a atteint les fruits durant ce projet. Elle fut donc évaluée à chaque récolte. Pour chacune des cueillettes, les rendements et la pourriture grise étaient évalués sur le total des fruits cueillis sur 2 mètres de rang pour chacune des 4 répétitions de chaque traitement. Les données suivantes furent recueillies : nombre, poids, calibre et % de fruits sains et non vendables (pourris, trop petits ou blessés par les oiseaux). Les résultats sont exprimés à la section 3 « Résultats ». Il est important de noter que les spores de ce champignon sont facilement transportées par le vent. Étant donné la proximité des parcelles et les interactions possibles de l'inoculum entre les différents traitements, il est peu probable que des différences importantes soient observées en pourriture de fruits causée par le *Botrytis*.

Les insectes et acariens

Les insectes (punaise terne, anthonome de la fleur du fraisier, tordeuse et altise) ainsi que les acariens (tétranyque à deux points et tarsonème) furent dépistés périodiquement, c'est-à-dire 2 fois par semaine, du début de la végétation à la récolte, pour nous indiquer s'il fallait ou non intervenir avec un insecticide ou un acaricide. Le tarsonème fut aussi dépisté après le fauchage du feuillage à la rénovation. Étant donné la proximité entre les traitements et la possibilité de déplacements assez rapides des populations d'insectes et d'acariens, nous n'avons pas osé corréler l'abondance de ces populations avec les traitements, de crainte d'apporter de fausses conclusions. Nous croyons cependant que dans un mode de régie incluant le fauchage et le ramassage du feuillage à la rénovation ainsi qu'à l'automne, il y aurait un impact sur la réduction des populations de ces ravageurs dans les fraisières.

Les rendements

Pour chacune des 3 années de récolte (2002, 2003, 2004), les rendements furent évalués pour chacune des cueillettes annuelles, sur les 4 répétitions de 2 mètres de rang, pour chacun des traitements. Soit le nombre, le poids, le calibre et le % de fruits sains vendables et les non vendables. Les résultats sont présentés à la section 3 « Résultats ».

2.4.2.4 Framboisières annuelle et bisannuelle (régie, traitements, observations et rendements)

Pour les fins du projet, nous avons utilisé une framboisière annuelle (conventionnelle) installée avec le cultivar Killarney, au printemps 1992, à la ferme expérimentale de l'IRDA à Deschambault. Elle était située sur un sol sablonneux légèrement en pente, les allées **non engazonnées**, avec une distance de 3,2 mètres entre les haies **non billonnées**. De 1994 à 1996, elle a servi à des études de lutte biologique contre les tétranyques. Abandonnée ou presque, de l'automne 1996 à l'automne 1998, nous l'avons repris en avril 1999 pour la remettre en état de produire : taille en avril (15 tiges/mètre), Simazine et fertilisation en mai, fertilisation azotée en juin, dépistage et traitements insecticides et fongicides conventionnels, rechaussage des tiges avec 10 cm de sol en août et application de Casoron 4G en octobre. Nous avons commencé la conversion de la moitié de la framboisière annuelle en **bisannuelle** le 12 octobre 1999 en **fauchant le quart de la framboisière à ras le sol avec une faucheuse à fléaux conventionnelle**. La figure 2 ci-dessous présente le plan des framboisières utilisées dans le présent projet.

Régie

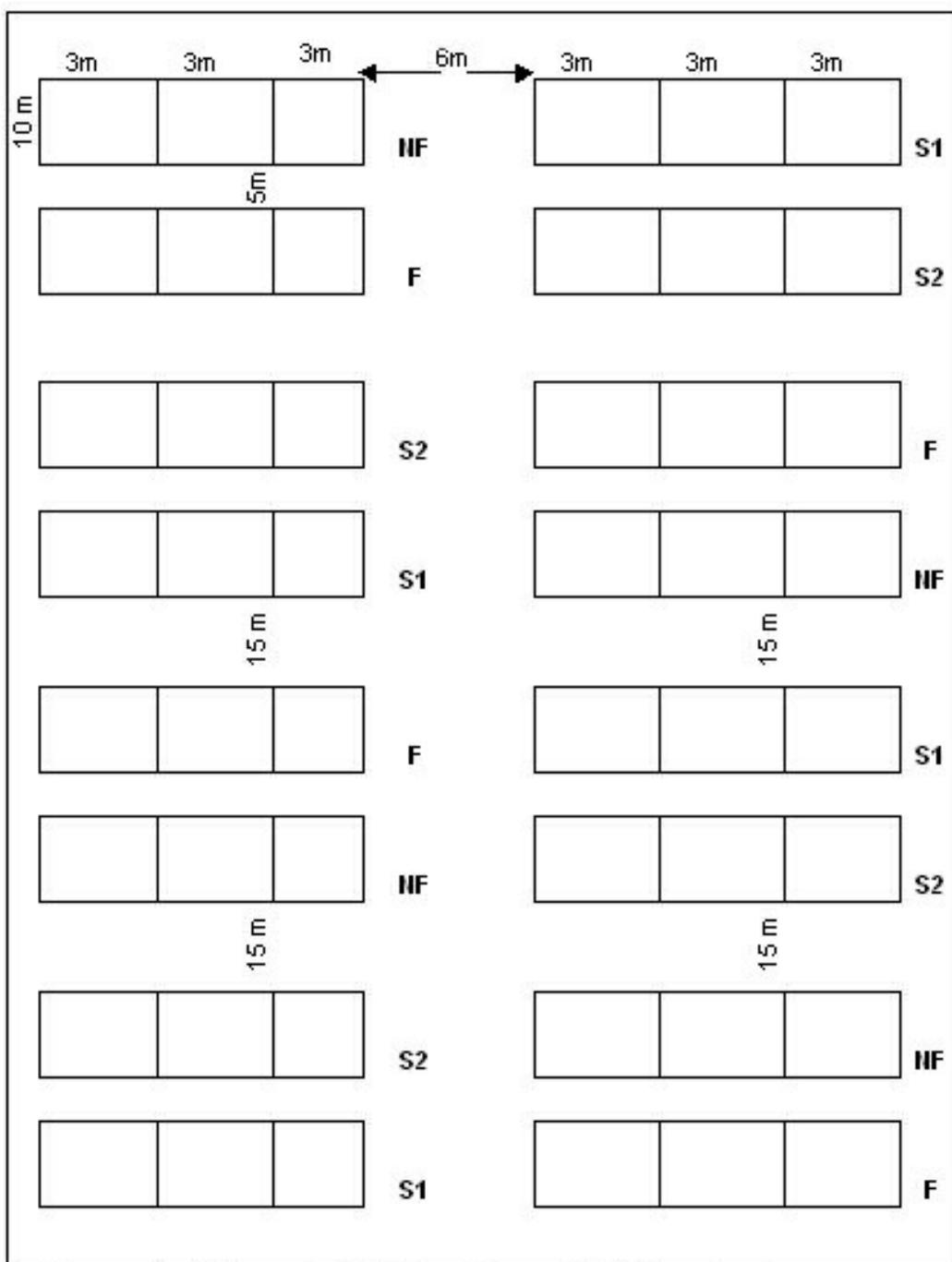
La framboisière **annuelle S1** est taillée manuellement immédiatement après récolte pour ne garder que 10 à 12 tiges au mètre linéaire de haie. La **S2** est taillée manuellement à l'automne (fin octobre début novembre) en gardant la même densité de tiges; pour la **bisannuelle**, la partie qui a fructifié (cannes) est fauchée mécaniquement au ras du sol en début novembre, et la partie qui fut fauchée l'automne précédent et qui est alors en végétation (tiges non fructifères) n'est pas fauchée et est maintenue à une densité de 25 à 30 tiges au mètre linéaire de haie.

Traitements phytosanitaires

Framboisière annuelle : chaque année, un traitement fongicide au LIME SULPHUR ou au FERBAM avant le stade pointe verte, un FERBAM au stade « jeune tiges 20 cm », 1 à 2 traitements insecticides MALATHION au stade « boutons dégagés », un fongicide ELEVATE à 10 % fleur et un autre (ROVRAL) à 50 % floraison. Un APOLLO (acaricide) en 2003 et un CASORON à l'automne 2001. Total d'interventions annuelles : 6+.

- Framboisière bisannuelle : **Partie végétative** (tiges seulement). Aucun traitement insecticide. Une intervention au FERBAM au stade 20 cm.
- Framboisière bisannuelle : **Partie fructifère** (cannes en production). Traitement à l'IGNITE (2001, 2002) ou au TOPGUN (en 2002, 2003, 2004) au stade 10 à 15 cm de hauteur des jeunes tiges (repousses) à deux reprises. Un traitement au MALATHION (anthonome, punaise terne et byture) au stade boutons verts dégagés; traitement à l'ÉLEVATE à 10 % fleur et au ROVRAL à 50 % fleur contre la pourriture grise. Un CASORON (automne 2003). Total d'interventions : 4.

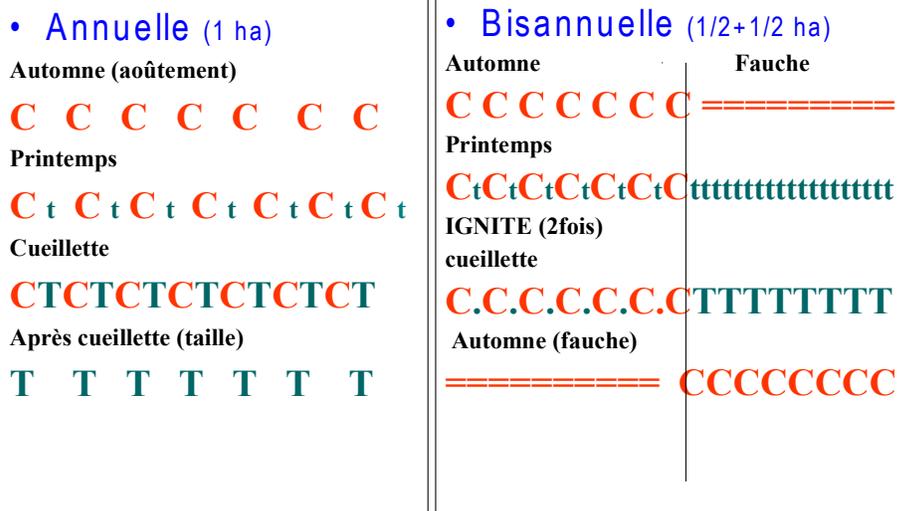
Fig. 2 Framboisières : plan des parcelles annuelles et bisannuelles



S1: annuelle, (taille après récolte); **S2:**annuelle (taille automne)
F: Bisannuelle , tiges non fructifères (cannes fauchées en novembre de l'année précédente)
HF:Bisannuelle, cannes fructifères (tiges non fauchées en novembre de l'année précédente)

Figure 2.1 : Comparaison des régies dans la production annuelle (conventionnelle) et bisannuelle de la framboise.

Framboisière annuelle vs bisannuelle



Légende: **C** = Cannes fructifères, **t** = tiges annuelles en début de développement, **T** = tiges annuelles matures, **=====** cannes et tiges rasées au sol.

2.5 Étapes et échéances

Activités	Date prévue	Date réelle	Finalités	Notes
Achat faucheuse	Fin avril 2001	Mai 2001	Faire modifications	Équip. Y. Perrault
Modifications barre de coupe	Mi mai	8 juin	Varier hauteur coupe	IRDA, St-Lambert
	Année 2001	Juin à déc.	Pposer roues ajustables arrière	Réalisé par B.Beaulieu
Réunion ann. IRDA Rassemblement 80 personnes	-----	15 juin	Présenter affiche	Partenaires et IRDA
	-----	14 août	Démonstration faucheuse	Portes ouvertes de St-Lambert IRDA
Premiers essais faucheuse	Année 2001	30 août au 18 sept.	Vérifier qualité +hauteur coupe, vitesse tracteur	François Méthot (fraisier standard) François Méthot (billons plastifiés, fraisier jour neutre)
Fauchage fraisière	Automne 2001	19 oct.	Fauchage 50 % de la fraisière	Régie nouvelle
			Fauche framboisière	Régie nouvelle
Paillage fraisière	Automne 2001	8 nov.	Protection hiver	Fraisière IRDA
Assemblée APFFQ Colloque régional	2002 2002	18 fév. 2002 1^{er} mars	Présenté projet	Assemblée annuelle Producteurs, R-du-Loup
Réunion partenaires	Printemps	26 mars	Orientation	Suivi du projet
Dépaillage	Printemps	25 avril 2002	Régie normale	Fraisière IRDA
Entente (R. Laliberté)		27 avril	Cueillette fraises	Cueillette sans frais
Observations	Été	20 juin	Évaluer taches foliaires	Présence tache commune
Réunion d'experts	Été	10 juillet	Démonstration	Tour Phytoprotection
Récolte	Été	5 au 18 juill.	Évaluations diverses,	Rendements etc.
Rénovation	Été	8 août	Rajeunissement	Selon protocole : 3 traitements = faucheuse modifiée (75 % efficace)
Rassemblement C.A de l'APFFQ	Automne	14 août 8 novembre	Démonstration Démonstration faucheuse	Portes ouvertes IRDA Fraisière IRDA
Fauchage feuille	Automne	11 nov.	Prévention maladies	Régie nouvelle

Activités	Date prévue	Date réelle	Finalités	Notes
Travaux chez J-P Leblanc	Aucune	Février à mai 2003	Modifications faucheuse (hydraulique)	J.P. Leblanc fabrique sa machinerie agricole
Réunion	Mars 2003	21 fév. 2003	Présentation du projet	Semaine horticole par B. Beaulieu Jours de Formation RAP petits fruits
Producteurs, etc. Groupe d'experts	Mars 2003	28 mars	Premiers résultats	
Dépaillage	Printemps	6 mai	Régie normale	Fraisière IRDA
Récolte Rénovation Producteurs en Estrie	Été 2003 Été 2003 Été	4 au 21juil. 15 août 26 août	Évaluations récoltes Rajeunissement Démonstration	Rendements etc. Selon protocole Fraisière et framboisière
Échantillonnage Producteurs	Automne Été-automne	24 octobre 27 octobre	Taches communes Démonstration	Fraisière IRDA Fraisière jour neutre (Réjean Demers)
Fauchage fraisière	Automne	7 novembre	Prévention maladies	Régie nouvelle
Producteurs	Hiver 2004	6 février 2004	Présentation résultats	Semaine Horticole
Dépaillage	Printemps 2004	28 avril 2004	Régie normale	Fraisière IRDA
Échantillonnage	Printemps	9 juin	Évaluation T. commune	Fraisière IRDA
Récolte	Été	5 au 16 juillet	Évaluations	Rendements etc.
Labour de la fraisière		27 juillet	Fin du projet	
Producteurs	-----	14 déc.	Conférence	Journées Mauricie

3. RÉSULTATS

3.1.1 « VOLET MÉCANISATION »

Éléments réussis de l'objectif général.

NOTE : une importante partie des résultats concerne la réussite des modifications apportées à la faucheuse pour l'adapter aux objectifs spécifiques visés. Ils sont présentés à la section 2. 3. 1, « Objectifs spécifiques - Volet mécanisation ». Dans la présente section nous ne présenterons donc que les photos illustrant les résultats obtenus en champs avec la faucheuse modifiée.

3.1.1.1. Fauche en fraisières

Les photos 13 et 14 présentent la faucheuse effectuant la fauche du feuillage de fraisières cultivés sur billons plastifiés, d'un cultivar de fraisières à jour neutre. C'est l'opération de fauchage la plus délicate, car il faut que les couteaux tranchent le feuillage le plus près possible du film afin d'en faciliter l'enlèvement, sans le déchirer, afin d'éviter de devoir récupérer manuellement les morceaux éparpillés au sol. La photo 9 nous montre la grande quantité de résidus retournés au sol quand la benne est en mode « retour au sol ». Comme les producteurs paient **au volume** pour se débarrasser du film plastique, il est donc important d'éviter l'accumulation de résidus sur le film. La photo 10 montre une coupe rase et franche du feuillage alors que la benne récupère les résidus foliaires.

Afin d'assurer une utilisation plus économique et écologique de la faucheuse, un déflecteur a été installé à l'intérieur de la benne pour permettre le retour au sol des résidus, pas sur le billon mais dans les allées, afin de conserver les importants résidus organiques dans la fraisière, tout en assurant un film plastique propre.

Photo 13 : Fauche avec retour au sol des résidus



Photo 14 : Fauche avec captage des résidus



3.1.1.2. Fauche en framboisières

La photo 11 montre la faucheuse en train de faucher une haie de framboisiers en culture bisannuelle. À cause de la rigidité des cannes, il faut deux passages pour bien réussir la coupe. En permettant la fauche mécanisée (système bisannuel) au lieu de la taille manuelle (système annuel conventionnel), elle contribue à réduire de plus de 90 % les coûts de la taille (environ 75 \$ au lieu de 1100 \$/ha/an).

Photo 15 : fauche des haies de framboisier en framboisières bisannuelles



Photo16 : surface engazonnée de la framboisière tondu par la faucheuse



Photo 17 : résidus de cannes de framboisiers taillés manuellement et laissés dans l'allée



Photo 18 : allée nettoyée après le passage de la faucheuse



La photo 15 présente la faucheuse fauchant une haie de framboisiers en production bisannuelle. Les photos 17 et 18 démontrent l'utilisation de la faucheuse en framboisières conventionnelles (annuelle) : elle peut efficacement ramasser les cannes et les feuilles déposées dans les allées lors de la taille manuelle des cannes, tout en fauchant simultanément le gazon.

3.1.1.3. Autres avantages mécaniques

Un atout majeur de la faucheuse est sa capacité de pouvoir ramasser dans sa benne les résidus végétaux fauchés, de les sortir du champ et de les vider de façon automatique (photo 19). En déchiquetant le feuillage, les tiges et les cannes (photo 19 et 20) grâce à ses nombreux couteaux, elle permet :

1. Le compostage des résidus végétaux. Ceci devient particulièrement important en framboisières où les producteurs avaient l'habitude de se débarrasser par le feu des amoncellements de tiges et cannes taillées et non déchiquetées, ce que les réglementations municipales interdisent maintenant (qualité de l'air);
2. L'assainissement des fraisières et framboisières en les débarrassant d'une grande partie des maladies, insectes et acariens présents dans les résidus végétaux et ce faisant, contribue à réduire le nombre d'application de pesticides.

Photo 19 : vidange automatique des résidus



Photo 20 : résidus végétaux déchiquetés



3.1.2. VOLET « IMPACT AGRONOMIQUE ET PHYTOPROTECTION »

Amélioration de la qualité et des rendements en fruits et la phytoprotection

3.1.2.1. Exemples en fraisières

a) Rendements

Fauchage automnal

Nous voulions expérimenter la pratique de faucher et d'enlever le vieux feuillage tard à l'automne (juste avant de pailler). Comme nous l'avons mentionné dans la section 2.1 « Problématique », ce fauchage automnal n'est pratiqué ni au Québec, ni ailleurs. Pourtant, en particulier dans les régions favorisées par une bonne couche de neige, cette pratique pourrait être encore plus rentable que lorsqu'elle est utilisée seulement lors de la rénovation. Notre hypothèse était que, en plus de débarrasser la fraisière en fin saison du vieux feuillage infecté, qui serait responsable des infections printanières, cette pratique devrait permettre une meilleure **résistance de la fraisière à l'hiver** et un **meilleur départ au printemps** suivant (conservation des réserves dans les racines et couronnes en l'absence des vieilles feuilles qui, sinon, brûleraient ces réserves par leur transpiration et leur respiration durant tout l'hiver sous la neige).

Nos résultats indiquent que le fauchage et l'enlèvement du feuillage **dès l'automne de la plantation**, tendent à accroître les rendements au printemps suivant même s'ils ne sont pas statistiquement différents (figure 3). Ces résultats sont aussi exprimés pour les deux fraisières aux figures 4 et 5. Ce constat mérite d'être vérifié à plus grande échelle chez les producteurs de fraises; il pourrait justifier une utilisation supplémentaire de la faucheuse, la rendant ainsi économiquement plus pratique et profitable.

Nous faisons aussi l'hypothèse que le fauchage tardif à l'automne (ex. en novembre) pourrait apporter un départ plus vigoureux de la fraisière au printemps. Nous n'avons pas noté de différence visuelle au printemps dans la vigueur des plants fauchés ou non l'automne précédent. Par contre, ce procédé n'a pas eu d'effet négatif; il semble au contraire avoir légèrement haussé les rendements de la première cueillette (figure 6). Ces résultats encourageants méritent aussi d'être confirmés par les producteurs.

Figure 3. Effet des traitements sur les rendements, % de pourriture grise et de rejets, en première récolte de la fraisière expérimentale de Saint-Lambert en 2002.

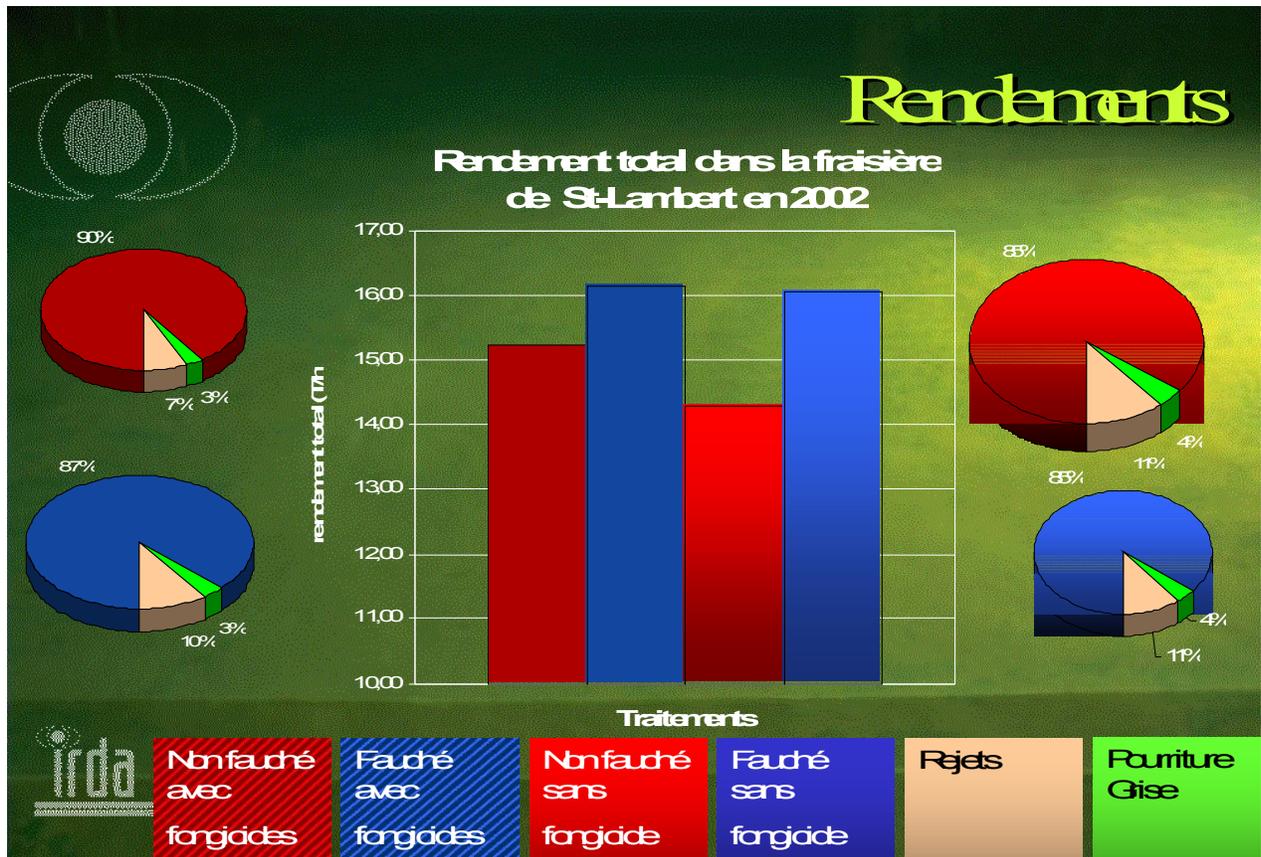
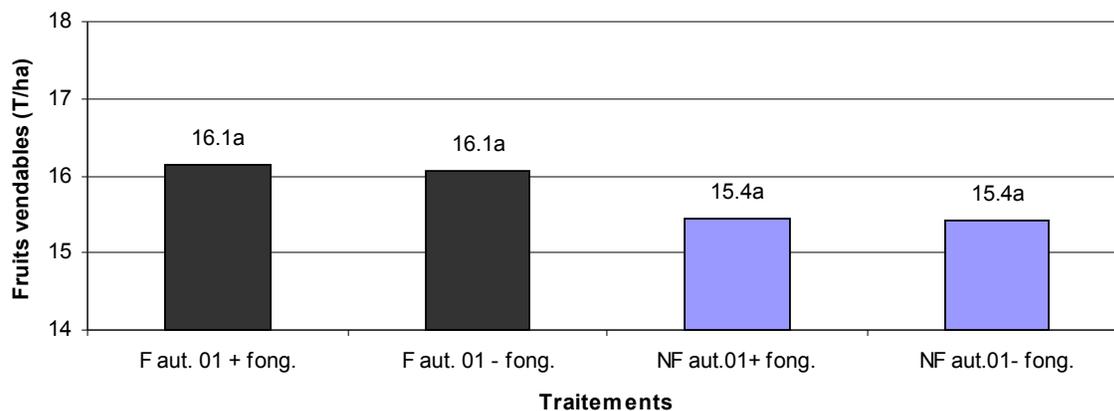


Figure 4 : Rendements en fruits vendables dans une fraisière expérimentale selon 2 régions différentes l'automne précédent et avec ou sans fongicides contre la pourriture grise en 2002



Légende : F aut. 01 = fauche de la fraisière à l'automne de la plantation 2001; NF = non fauchée; + ou - fong. = fraisière avec ou sans application de fongicides

Figure5 : Total de fruits récoltés en 2002 dans les fraisières A et B

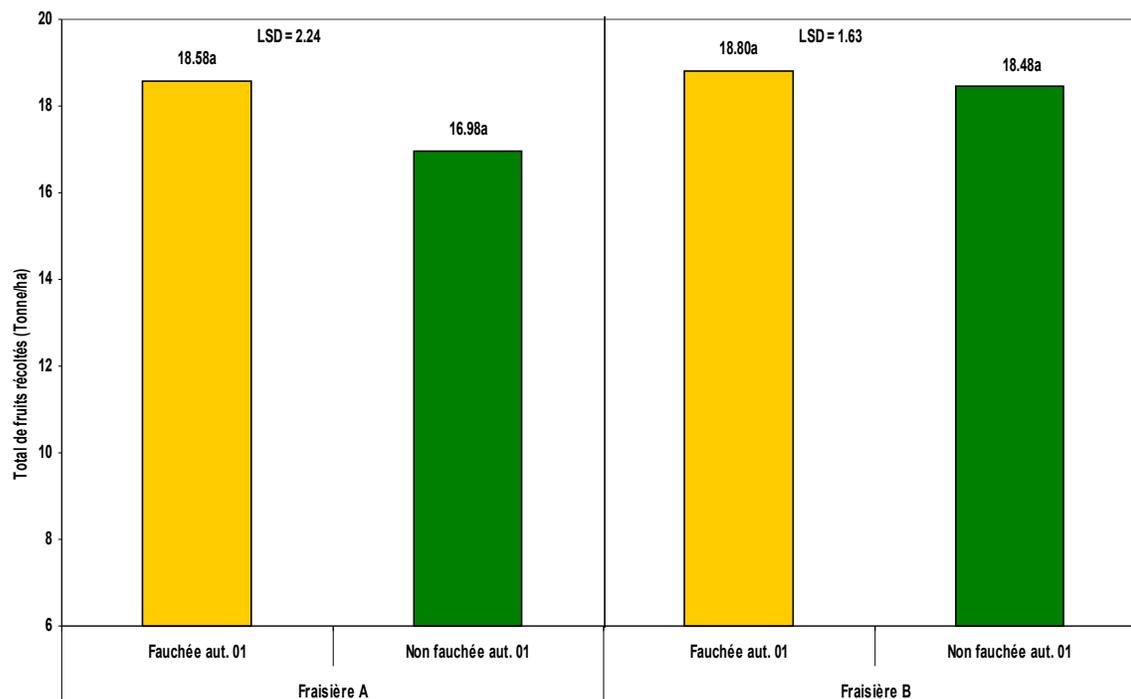
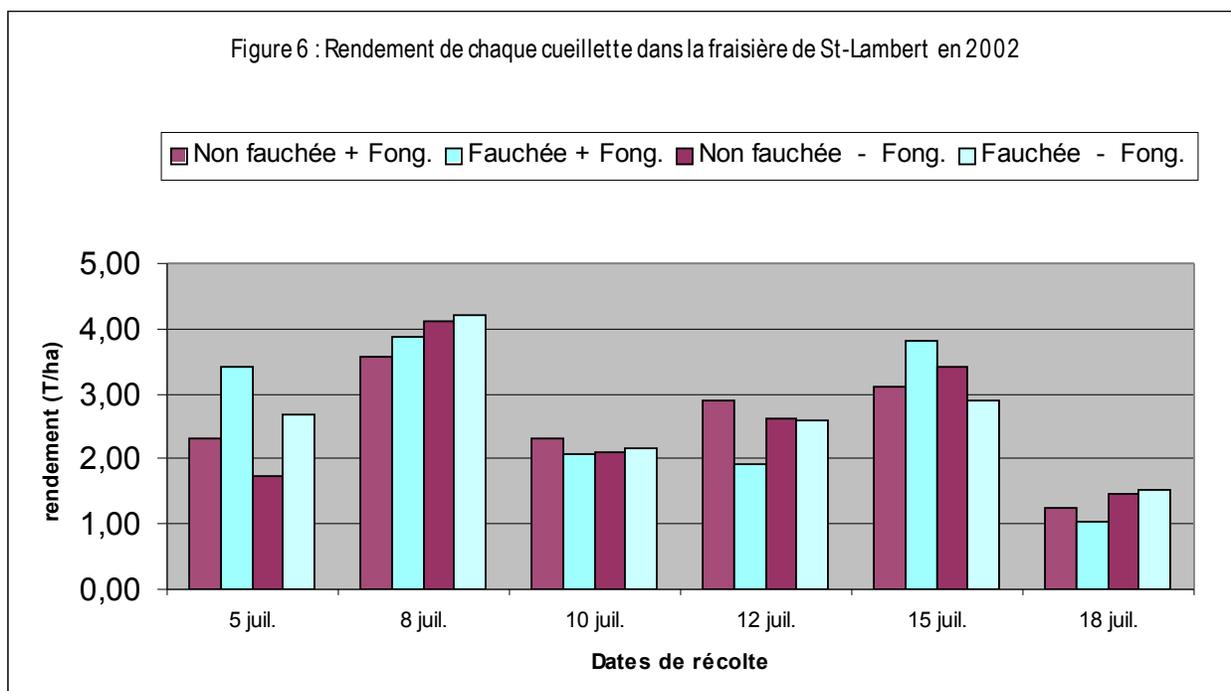


Figure 6 : Rendement de chaque cueillette dans la fraisière de St-Lambert en 2002



b) Phytoprotection

Le fauchage à l'automne de la plantation et les traitements ou non avec des fongicides ne semblent pas avoir influencé le % de pourriture grise et de rejets en première année de récolte (2002) ou en 2003 (figure 3). Comme il a été expliqué précédemment, les spores de la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) étant propagées en grande partie par le vent, la proximité des parcelles expérimentales ne pouvait permettre l'analyse des résultats des traitements appliqués car elles ont été influencées par l'inoculum venant des parcelles avoisinantes. Cependant, la tendance de réduction de la pourriture grise reste quand même positive pour la nouvelle régie évaluée (figure 8). Ce mode de régie mériterait d'être évalué par les producteurs en production conventionnelle car il pourrait réduire le nombre d'applications de fongicides contre cette maladie.

De plus, cette nouvelle pratique du fauchage à l'automne de la plantation, réduit l'importance de la tache commune sur les folioles l'année de récolte qui suit (figures 10 et 11). Il en résulte donc des fruits avec moins de sépales affectés par la tache commune en première année de récolte (figures 7 et 9), ce qui améliore la qualité esthétique des fruits et, par conséquent, leur valeur économique. Ces résultats ont aussi été constatés tant en 2002 qu'en 2003 au moment de la récolte (figure 10). Il est important de noter que les fongicides utilisés dans nos parcelles étaient des fongicides antibotrytiques et aucun était homologué contre la tache commune. La réduction de la tache commune en première année de production provient donc du fauchage et de l'enlèvement du feuillage à l'automne de la plantation, une pratique nouvelle issue du présent projet. En deuxième année de récolte, c'est l'effet combiné du fauchage et de l'enlèvement du feuillage à la rénovation et à l'automne qui a diminué l'importance de la tache commune. Cet effet prometteur fut aussi observé en 2002 et 2003 dans la fraisière A (figure 11).

Figure 7 : Nombre de taches communes sur les sépales par fruit en 2002 à la première récolte en fraisière expérimentale (IRDA)

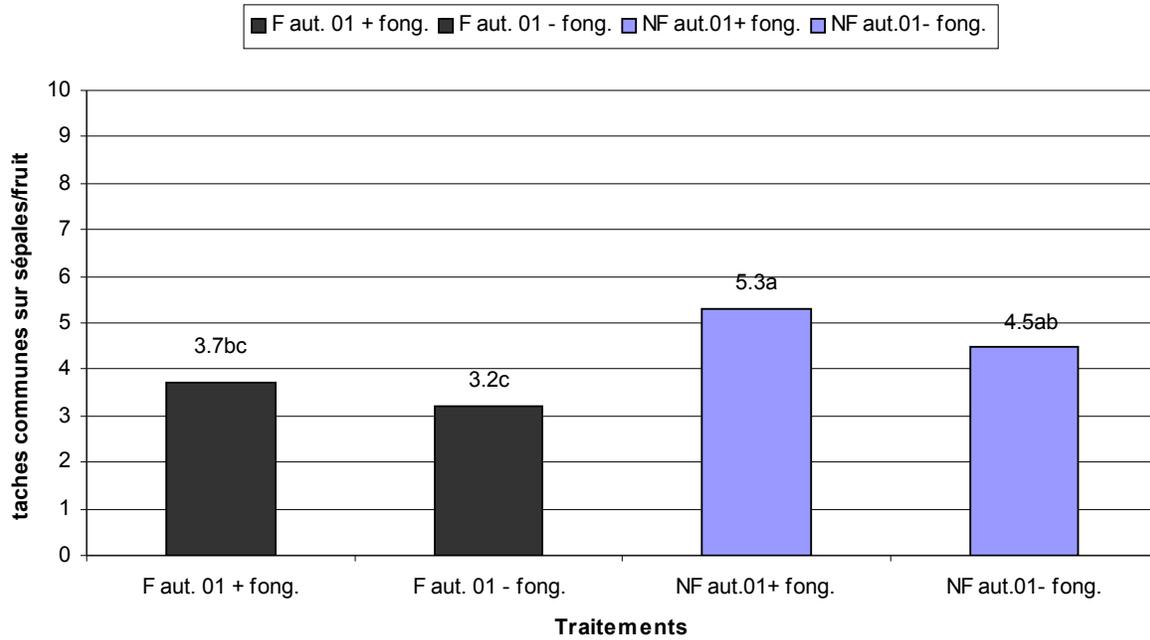
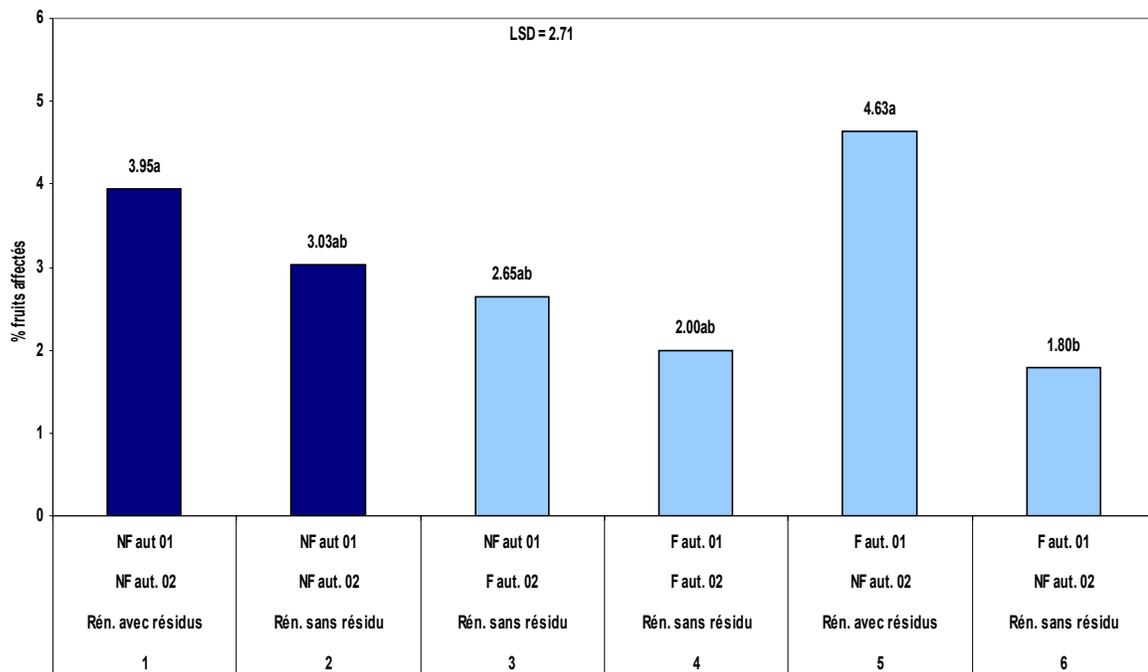
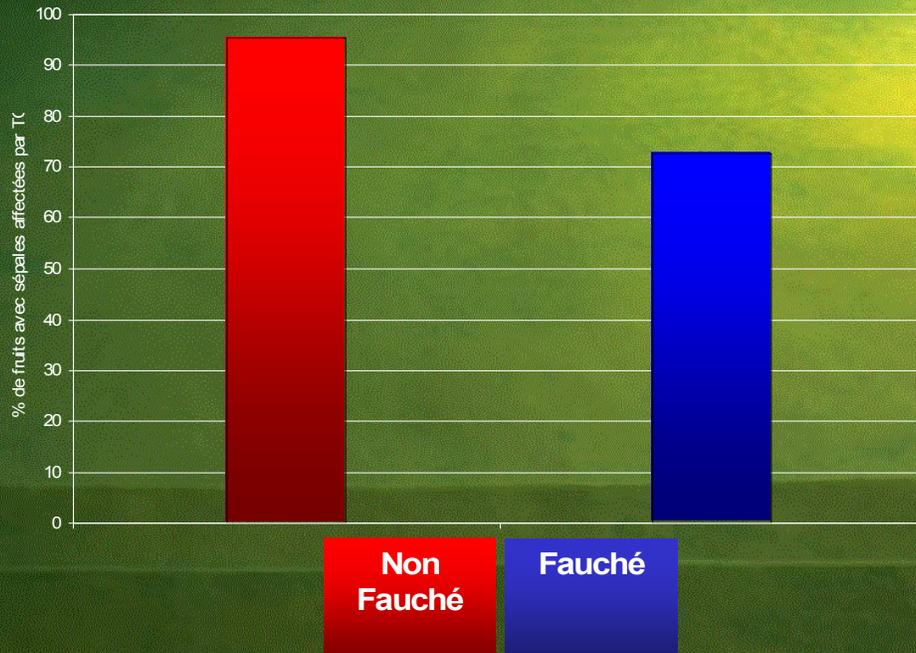


Figure 8 : Influence de la rénovation et de la fauche l'automne précédent sur le pourcentage de fruits affectés par la pourriture grise à la récolte en 2003 dans la fraisière A



Taches foliaires

Figure 9 : Pourcentage de fruits dont les sépales sont affectés par la tache commune le 5 juillet 2002 (1ère récolte)
Fraisière de St-Lambert (IRDA)



Légende : F aut. 01 = fauche de la fraisière à l'automne de la plantation 2001; NF = non fauchée à l'automne de la plantation;
+ ou - fong. = fraisière avec ou sans application de fongicides

Nous ne voulons pas confirmer les résultats obtenus avec la fraisière B en 2003, car, étant mal drainée, les fortes pluies de cette année-là l'ont inondée trop souvent et ont faussé les résultats. Pour ce qui est des résultats de 2004, la troisième année de récolte, l'envahissement hors contrôle par les mauvaises herbes a rendu les comparaisons des résultats non significatives entre les traitements. Tel que mentionné au chapitre 2.4.2.1., la fraisière n'avait pu être nettoyée des mauvaises herbes l'année avant son implantation, ce qui a provoqué l'envahissement de la quatrième année de production.

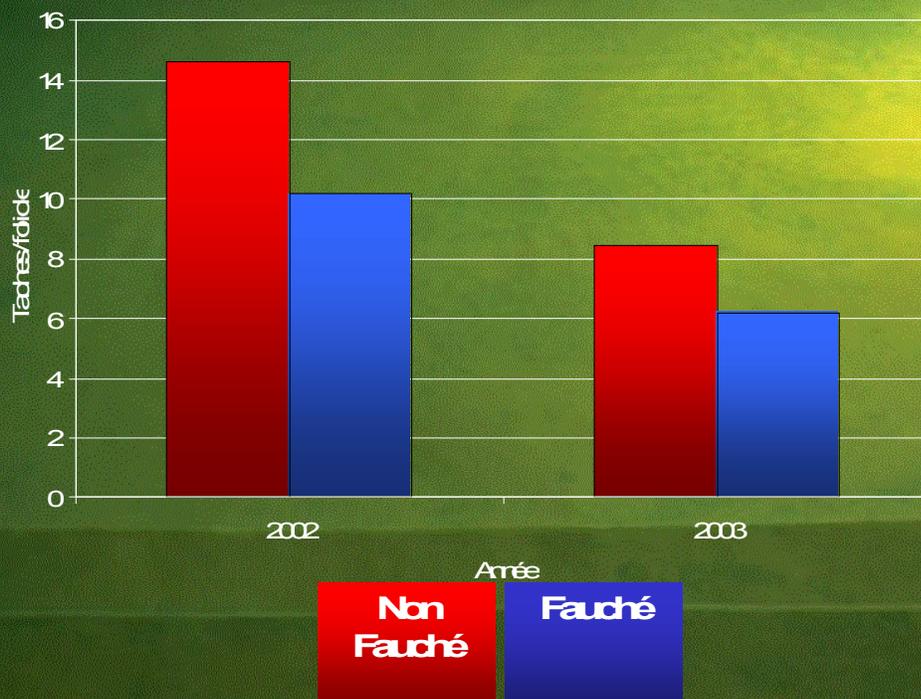
Dans la fraisière avec fongicides, (traitements 1 A, B, C et 2 A, B, C) un contrôle suffisant de la pourriture grise et de la tache commune fut quand même obtenu avec seulement 3 applications de fongicides antibotrytiques au lieu de 6 et plus comme beaucoup de producteurs le font. Une à deux applications maximum d'insecticides par année au lieu de 3 ou plus ont été suffisantes pour contrôler l'anthrome et la punaise terne.

Le pourcentage de fruits dont les sépales sont atteints de nécroses de la tache commune est important, cela dénote généralement, que plus il est élevé, plus le nombre de nécroses sur les sépales augmente, et plus les fruits ont mauvaise apparence. Ce constat apparaît aux figures 7 et 9 et confirme les effets positifs du fauchage et de l'enlèvement du feuillage affecté hors du champ.

L'importance de la tache commune sur les sépales ne semble pas avoir d'effet négatif sur les rendements ou le calibre des fruits. Cependant, les nécroses qu'elle provoque sur les sépales rendent les fruits esthétiquement non désirables pour le consommateur. Leur valeur économique peut donc être grandement réduite. Ces fruits ne sont pas plus attrayants pour l'auto-cueillette, et les cueilleurs préfèrent les éviter.

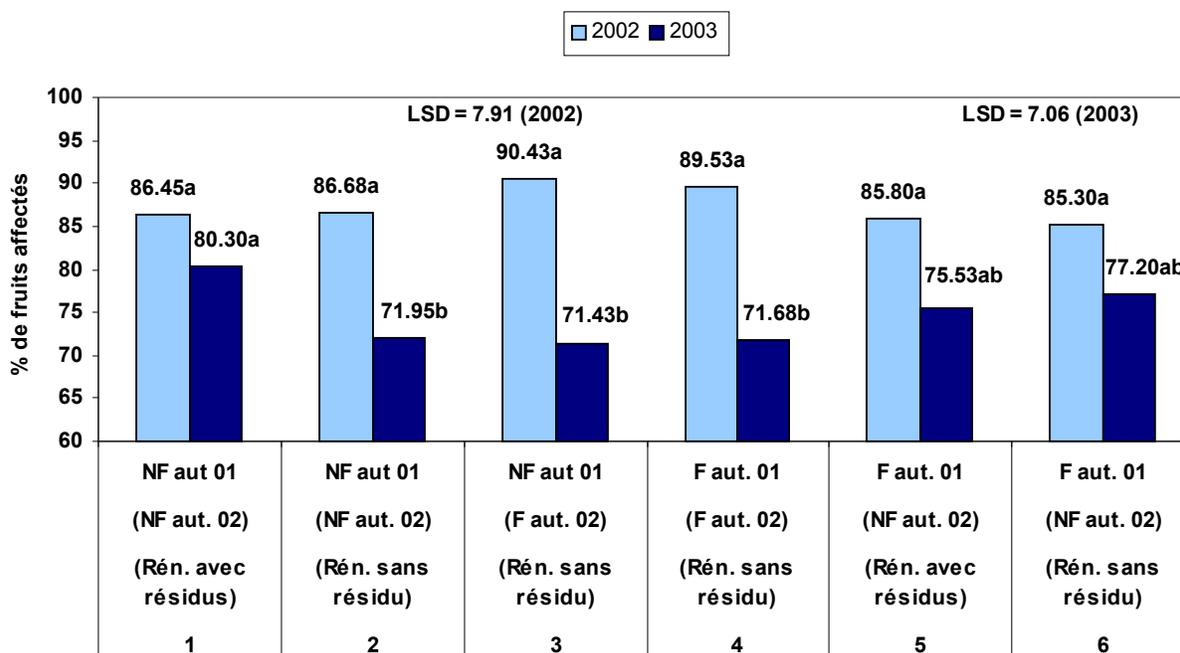
Taches foliaires

Figure 10 : Nombre de taches foliaires par foliole en 2002 et 2003
Fraisère de St-Lambert (IFDA)



Il est à noter qu'en 2003, l'effet de réduction de l'importance des attaques de la tache commune sur les sépales résulte à la fois du fauchage et de l'enlèvement du feuillage à la rénovation, après la récolte de 2002, et est combiné au fauchage et à l'enlèvement du feuillage à l'automne 2002. Toutefois, en 2002, cet effet était strictement lié au fauchage et à l'enlèvement du feuillage à l'automne de la plantation.

Figure 11 : Influence de la rénovation et de la fauche l'automne précédent sur le pourcentage de folioles affectées par la tache commune en octobre 2002 et 2003 dans la fraisière A



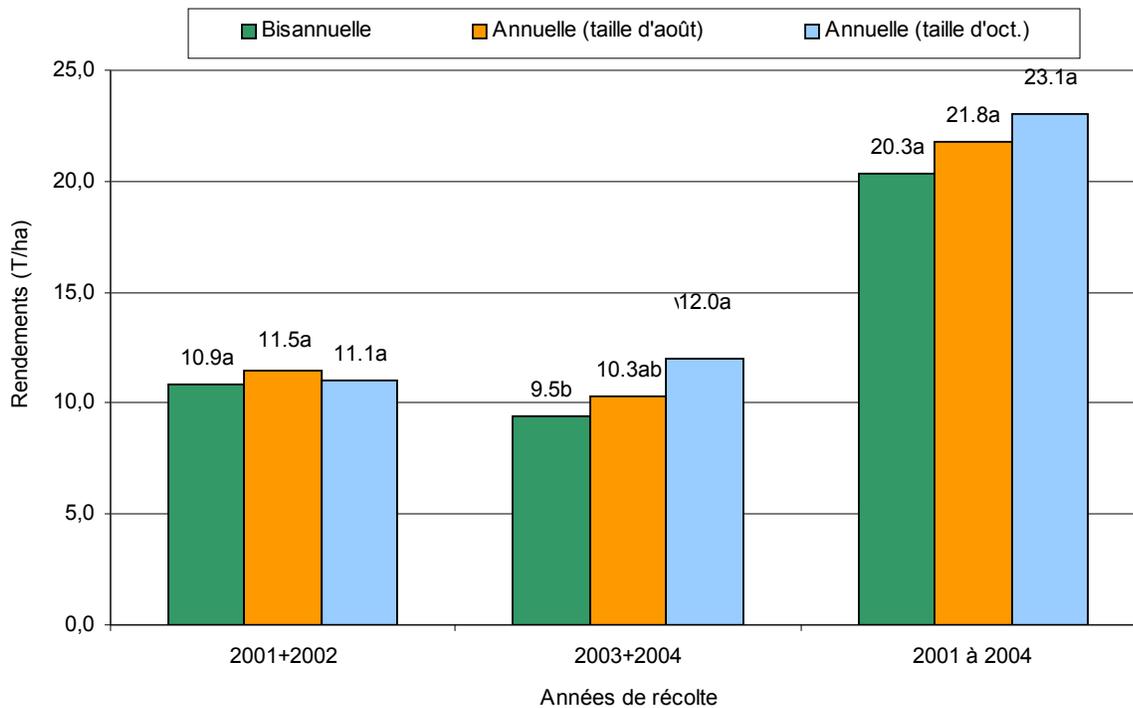
3.1.2.2. Exemples en framboisères

a) Rendements

Il faut se rappeler qu'en production annuelle conventionnelle, la taille se fait manuellement après la récolte sur toute la superficie en culture et qu'en bisannuelle, elle se fait mécaniquement en novembre (faucheuse modifiée) sur la moitié de la superficie (celle récoltée). Donc, pour bien comprendre les résultats mentionnés ci-dessous, il faut réaliser que sur un hectare de framboisière bisannuelle en production, on récolte un demi-hectare annuellement (l'autre demi-hectare étant en tiges végétatives, voir figure 2.1); en système conventionnel, la récolte s'effectue sur un hectare complet.

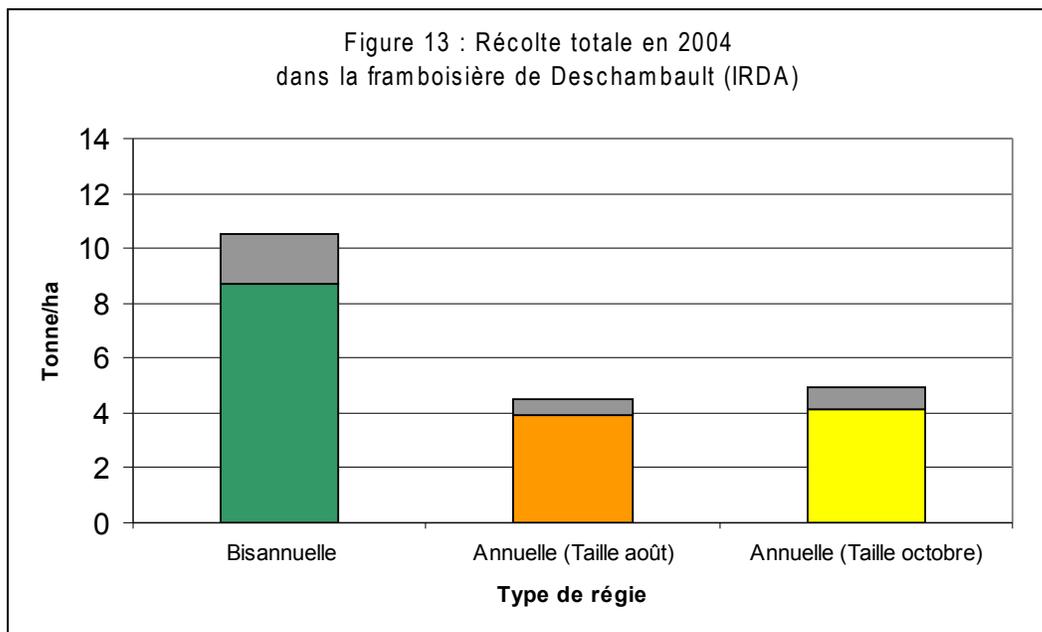
Durant ce projet, le système de production bisannuelle avec le fauchage et l'enlèvement des feuilles, des tiges et des cannes à l'automne a permis de presque doubler les rendements pour une **même superficie récoltée** comparativement au système de production annuelle, ce qui permet d'obtenir presque les mêmes rendements **sur la même superficie en culture**. La figure 12 montre les rendements obtenus en tonnes métriques par hectare de framboisière, sur quatre années de production (deux cycles de production en bisannuelle vs 4 années de production en annuelle). L'analyse statistique de ces résultats n'a révélé aucune différence significative, ils sont donc très prometteurs quand on considère l'importante réduction des coûts de production en système bisannuel comparativement au système annuel (voir diminution des coûts de production ci-dessous, section 3.1.2.3).

Figure 12 : Total des rendements en fruits vendables sur une période de 2 et 4 ans en framboisière annuelle et bisannuelle expérimentale (IRDA)



Il est intéressant de mentionner qu'en 2004, les rendements obtenus sur une même **superficie récoltée** ont plus que doublé en système bisannuel comparativement à ceux obtenus en culture annuelle conventionnelle (figure 13). Les rendements des deux framboisières ont légèrement fléchi dans le cycle 2003-2004 surtout à cause des pertes occasionnées par une semaine de pluie qui a affecté la troisième et quatrième cueillette de 2003 qui ont dues être retardées, ce qui a causé la chute des fruits.

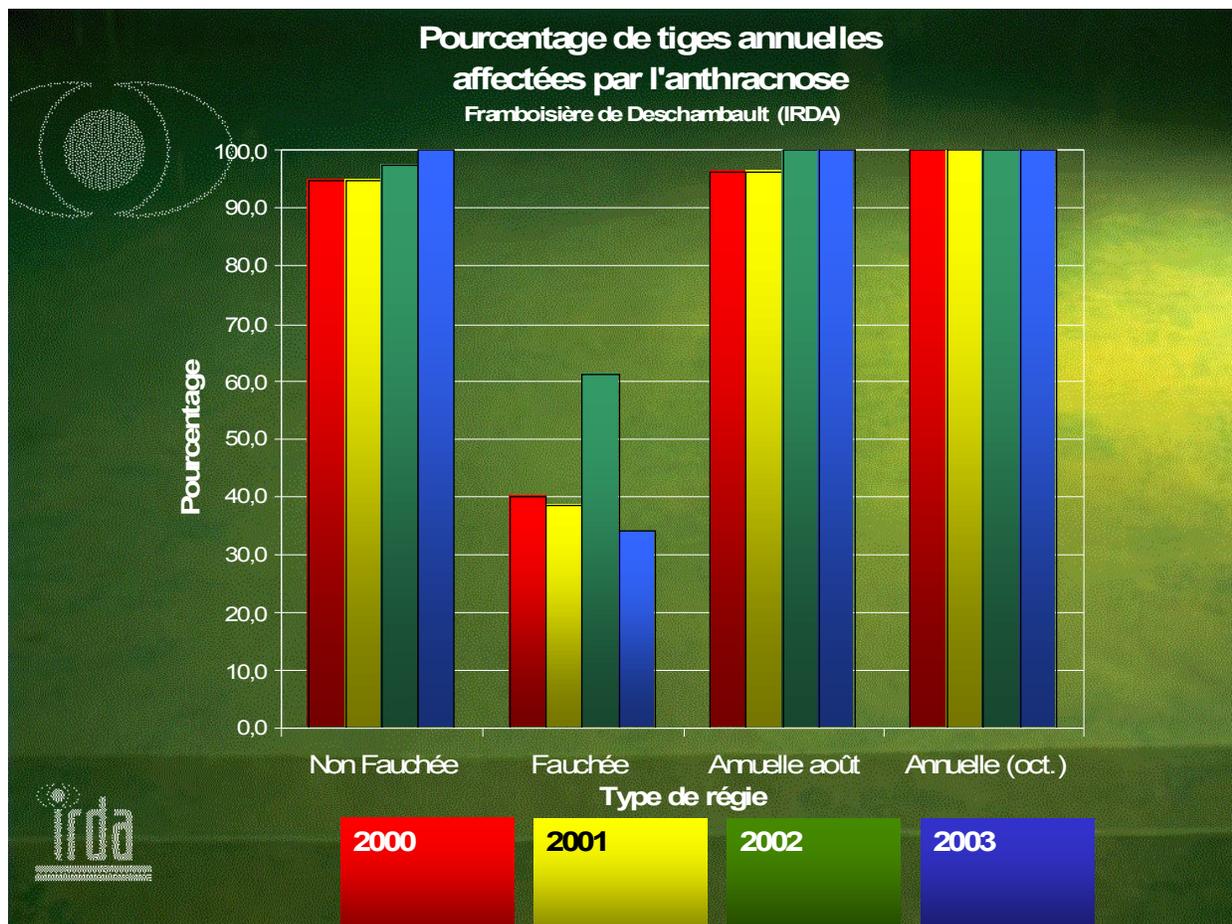
La qualité des fruits produits en culture bisannuelle n'a pas fait l'objet de mesures spéciales durant le projet. Elle devrait cependant être meilleure, puisque ce système de production demande moins de pesticides (voir ci-dessous) car la pression des ennemis est moindre qu'en production conventionnelle. Il semblerait que le calibre des fruits soit similaire, sinon supérieur en production bisannuelle.



b) Phytoprotection

Comparé au système de production annuelle, le système de production bisannuelle avec fauche et ramassage des résidus (feuilles, tiges et cannes) à l'automne avec la faucheuse M-C modifiée, a permis de réduire d'au moins 2 fois les quantités de fongicides utilisés contre l'antracnose et la brûlure des dards, et de 3 fois celles utilisées contre la pourriture gris (voir annexe 1), tout en apportant un contrôle supérieur de ces maladies (figure 14). De même, la quantité d'insecticides requis pour assurer un bon contrôle de la punaise terne, de l'anthonome et du bytore fut réduite de 2 fois. De plus, une application d'acaricides a été nécessaire en framboisiers annuels et aucune en bisannuels. Cette dernière constatation est due au fait qu'en framboisiers bisannuels, les prédateurs naturels de la tétranyque peuvent se multiplier sans problème sur la partie de la framboisière en phase végétative (jeunes tiges), parce qu'aucun insecticide n'est nécessaire car elle ne porte pas de fruits. Par contre, en framboisiers annuels, les tiges végétatives sont mêlées aux cannes fructifères, qui elles, nécessitent des interventions contre l'anthonome et la punaise terne.

Figure 14 : Pourcentage de tiges annuelles (jeunes tiges de l'année) affectées par l'antracnose dans les framboisiers annuels et bisannuels de Deschambault, de 2000 à 2003



Légende : la partie fauchée représente la framboisière bisannuelle fauchée avec la faucheuse modifiée. Les autres histogrammes représentent la framboisière annuelle conventionnelle.

3.1.2.3. Diminution des coûts de production

Exemples en fraisières

La diminution des coûts de production est surtout due à la réduction du nombre d'applications de pesticides (coût des produits), au temps en main-d'œuvre pour les pulvérisations et à l'utilisation du pulvérisateur et du tracteur. Tel que décrit au point 3.1.1.1. « volet mécanisation », pour le producteur de fraises à jour neutre, l'enlèvement d'un film plastique sans résidus foliaires après le fauchage du feuillage, lui permet de réduire les coûts pour se débarrasser des films utilisés. De plus, la coupe rase du feuillage, tout en évitant de déchirer le film plastique, évite la dépense de main-d'œuvre ouvrière pour le ramassage du plastique déchiqueté laissé au champ.

Exemples en framboisières

Coûts de la main d'œuvre

a) La taille

Sur une même superficie et pour un même rendement annuel en fruits, l'utilisation de la faucheuse en système de production bisannuelle réduit de plus de 90 % les frais de taille en plus de réduire l'utilisation des pesticides et de leur frais d'application (figure 12 et annexe I). En culture annuelle, le coût de la taille manuelle par un ouvrier spécialisé est estimé à 1 100 \$/ha/année (110 heures à 10 \$ de l'heure). En culture bisannuelle, la taille est mécanisée car elle peut être effectuée avec notre faucheuse à fléaux modifiée, à un coût approximatif de 60 \$/ha, soit, 20 \$ pour le tracteur, 20 \$ pour la faucheuse et 20 \$ pour le conducteur pour une heure de travail/ha. Comme en production bisannuelle, on fauche 50 % de l'hectare en production annuellement, ce qui coûterait 30 \$/ha de production/année.

b) L'épandage des pesticides

Le coût pour la main-d'œuvre et l'utilisation du tracteur et du pulvérisateur pour un hectare serait de 20 \$. Comme en productions annuelle et bisannuelle 8 pulvérisations annuelles seraient généralement appliquées, le coût serait donc de 160 \$ (1 ha x 8 x 20 \$ = 160 \$) en framboisières annuelles et de 80 \$ en production bisannuelle (0,5 ha x 8 x 20 \$ = 80 \$).

À ces avantages, il faut ajouter la possibilité d'une lutte biologique contre les acariens et autres insectes nuisibles, lutte facilitée par la présence sur 50 % de la superficie de la framboisière de jeunes tiges non fructifères qui ne reçoivent aucun insecticide, ce qui permet la reproduction des insectes et acariens prédateurs des insectes et acariens nuisibles.

Figure 12. COÛT TOTAL (approximatif) DE LA MAIN D'ŒUVRE ET DE LA PROTECTION

	Framboise annuelle	Framboise bisannuelle
Protection :	1 142 \$	652 \$
Main d'œuvre :	1 260 \$	110 \$
Grand total :	2 402 \$	762 \$

c) La cueillette

En plus de la densité des fruits qui a presque doublé par mètre de haie en système de production bisannuelle, les cannes ne sont pas entremêlées avec les tiges végétatives et n'encombrent pas les cueilleurs, ce qui diminue le coût de la cueillette en la rendant plus facile et rapide.

d) Le coût des pesticides

Le système de production bisannuelle de framboises facilité par la faucheuse, permet non seulement de réduire le nombre de pulvérisations nécessaires pour lutter contre les insectes, les acariens, les maladies et les mauvaises herbes, mais aussi de réduire de moitié les quantités de bouillie pesticide. Par exemple, contrairement à la culture annuelle, aucun insecticide contre la punaise terne, le bytore et l'anthonome n'est nécessaire sur les tiges végétatives (non fructifères) qui ne représentent que 50 % de la superficie en culture bisannuelle. De même, une seule application de fongicide au lieu de deux est suffisante pour protéger les tiges végétatives contre l'antracnose et la brûlure des dards en culture bisannuelle. Pour les deux systèmes de culture, deux interventions fongicides sont nécessaires au stade floraison pour lutter contre la pourriture grise (*Botrytis cinerea*). La quantité de bouillie est cependant deux fois moindre en bisannuelle, car seulement 50 % de la superficie est en cannes fructifères et doit être protégée.

Il convient de mentionner qu'en système bisannuel aucun acaricide ne fut nécessaire contre les tétranyques en cinq ans de production, alors que le système annuel a nécessité deux applications. Cette situation résulte du fait que les prédateurs naturels des tétranyques (*Amblyseius fallacis*, *Stéthorus punctillum*) peuvent se multiplier de façon sécuritaire sur les tiges végétatives en système bisannuel, car celles-ci ne reçoivent pas d'insecticide.

En résumé, pour une même protection, la framboisière bisannuelle coûterait en pesticides environ 652 \$ par hectare par année au lieu de 1 142 \$ par hectare par année pour la framboisière annuelle (détails en Annexe I).

e) Autres avantages du système de production bisannuelle

Puisqu'en production bisannuelle les passages du tracteur pour les pulvérisations ne sont nécessaires que dans la partie en fructification (50 % de la superficie), la compaction du sol est réduite dans ce système de production.

La moitié de la framboisière étant fauchée à l'automne, le sol sous la haie se retrouve à nu, ce qui facilite grandement la lutte aux mauvaises herbes, et surtout, l'épandage de composts sur les rangs.

3.1.2.4. Principaux éléments qui ont assuré la réussite du projet

Le financement adéquat du CDAQ et la collaboration de Lucette Laflamme agente de projet.

- L'apport en biens et services des autres partenaires (APFFQ, Synagri, UAP, Ferme R. Labrecque inc., et Fruitière Réal Laliberté inc.).
- L'achat de la faucheuse M-C originale par Machineries Yvan Perreault inc. et le prêt du sarcloir Reggi-1 par Univerco inc.
- La disponibilité des locaux (serres, laboratoires), des infrastructures de l'IRDA (stations de Deschambault et de Saint-Lambert), du personnel professionnel et technique (Éric Cadorette, François Charrier, Martin Letarte) et ouvrier (en particulier Michel Noël et Harold Dusablon, régisseurs des fermes expérimentales de Saint-Lambert et de Deschambault, ainsi que de Jean-Marie Noël, Kenneth Dumont, Alain Gonthier, Mariette Sauvageau, Christian Gauthier et Marc Hébert.
- L'expertise en machinerie agricole de monsieur Jean-Paul Leblanc, maraîcher, et de monsieur Paul-Émile Laliberté, mécanicien expérimenté ont été essentielles pour l'adaptation de la faucheuse afin de la rendre efficace et pratique.

- La collaboration très appréciée des producteurs de fraises Réjean Demers (Productions horticoles Demers inc.) et Vincent Méthot (Ferme François et Lise Méthot inc.), pour les essais et démonstrations de la faucheuse en fraisières (sur billons plastifiés ou non, et en fraisières à jour neutre ou conventionnelles). Et enfin, la précieuse collaboration du producteur de fraises, monsieur Réal Laliberté (Fruitière Réal Laliberté inc.) pour l'utilisation des ses cueilleurs durant les quatre années du projet.

3.2 Impact

En fraisières

En fraisières conventionnelles ou à jour neutre, les producteurs n'avaient pas de faucheuse capable de faucher le feuillage à la hauteur voulue à la rénovation et de le sortir de la fraisière. Cette nouvelle pratique permet d'assainir la fraisière et de diminuer la pression des maladies et des insectes ravageurs et, par conséquent, de réduire l'utilisation des pesticides tout en obtenant des récoltes au moins aussi abondantes et de meilleure qualité. Les coûts de production sont aussi diminués. L'adaptation réussie de la faucheuse M-C dans ce projet permet donc d'offrir aux producteurs un outil performant pour accomplir ce travail.

La nouvelle faucheuse permet aussi de faucher le feuillage des fraisiers à jour neutre pour permettre l'enlèvement du film plastique à la fin de la récolte sans laisser de résidus végétaux sur le film, ce qui diminue les coûts pour se départir des films. La bonne précision de la faucheuse permet d'effectuer le fauchage sans toucher au film plastique, ce qui permet de réduire les coûts de la main-d'œuvre qui était auparavant nécessaire pour ramasser les morceaux de plastique déchiré laissé dans le champ.

En framboisières

La faucheuse modifiée permet également de faucher et de ramasser simultanément les haies de framboisiers en culture bisannuelle. Tel qu'exprimé dans la partie « résultats », la faucheuse est bien adaptée à la culture bisannuelle de framboises et devrait inciter les producteurs à utiliser ce système dont les coûts de production sont considérablement réduits (taille, efficacité de cueillette, réduction de l'usage de pesticides...) tout en assurant une récolte aussi abondante et de meilleure qualité qu'en production conventionnelle. De plus, par le déchetage des tiges, elle permet de composter plutôt que de brûler les déchets de la taille (interdit par les municipalités). En production annuelle conventionnelle, les producteurs se sont montrés très intéressés par le fait que la faucheuse permette aussi de ramasser les tiges (cannes) laissées dans les allées après la taille manuelle, tout en fauchant simultanément les allées engazonnées. Nous espérons que nos résultats permettront un accroissement des superficies en culture de framboises, production où nous ne produisons actuellement que 10 % de nos besoins.

3.3 Diffusion des résultats

Tel que relaté dans la partie « **Étapes et échéances** », plusieurs démonstrations au champ en présence de producteurs, de conseillers agricoles et de l'APFFQ ont été réalisées. Aussi, plusieurs présentations ou conférences ont été présentées lors de journées d'information aux producteurs et lors de la Semaine horticole de Saint-Hyacinthe. Des documents à cet effet sont présentés avec le rapport.

En plus du rapport final, un sommaire des résultats obtenus est présenté dans le rapport annuel de l'IRDA et devrait aussi être publié dans la revue Primeurs. La diffusion des résultats est aussi prévue dans la revue Agrosol de l'IRDA et nous sommes disponibles pour offrir d'autres conférences et démonstrations au champ sur le sujet.

4. PLAN DE FINANCEMENT

Le sommaire des dépenses ainsi que toutes les factures sont joints au rapport.

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans ce projet, nos objectifs généraux étaient :

- 1- D'améliorer la qualité et les rendements en fraisières et framboisières tout en diminuant l'usage des pesticides, grâce à une régie plus saine rendue possible par un appareil pouvant simultanément faucher et sortir du champ les résidus végétaux infectés (vieux feuillage et tiges);
- 2- De favoriser chez les producteurs de fraises et de framboises, la pratique de l'enlèvement hors du champ et le compostage des vieilles feuilles et tiges infectées, grâce à l'adaptation de cet appareil.

Pour ce faire, il fallait adapter la faucheuse et vérifier son impact agronomique et phytosanitaire, ce qui fut réalisé.

1- Adaptation de la faucheuse

D'une faucheuse à la barre de coupe fixe, ne permettant que le fauchage du gazon, nous avons conçu une faucheuse ayant une barre de coupe qui s'ajuste manuellement et automatiquement à une hauteur variant de 0 à 35 cm. En plus d'assurer une coupe à une hauteur prédéterminée, elle s'ajuste aussi automatiquement à la variation du profil du sol, en culture à plat ou sur billons. Son utilisation est adaptée aux fraisières conventionnelles et à jour neutre, et aux framboisières bisannuelles.

2- Impact agronomique et phytoprotection

Nos résultats en fraisières démontrent que le fauchage du feuillage et le ramassage des résidus de coupe à la rénovation ainsi que tard à l'automne, diminuent l'importance de la tache commune et permettent de réduire le nombre d'applications de fongicides, tout en assurant des rendements légèrement supérieurs et de meilleure qualité. Il apparaît que des résultats beaucoup plus spectaculaires seraient obtenus sur de plus grandes surfaces (fraiseières de producteurs) que ceux obtenus en parcelles où existent de nombreuses interactions (déplacement des spores d'agents pathogènes et d'insectes d'une parcelle à l'autre). Nos résultats en framboisières démontrent que la faucheuse, en facilitant la culture bisannuelle de framboises plutôt que la culture conventionnelle, permet une très importante réduction des coûts de production, tout en obtenant des rendements similaires à la production conventionnelle. De plus, les quantités de fongicides, d'insecticides et d'acaricides sont réduites de 2 à 3 fois, ce qui permet d'obtenir des fruits plus sains, de faciliter la lutte biologique et de mieux protéger l'environnement.

Recommandations ou conseils

1. Il est nécessaire que des actions soient entreprises pour trouver une industrie intéressée à la fabrication d'un prototype de faucheuse basé sur le modèle développé. Ces démarches seront effectuées après le dépôt du présent rapport en concertation avec les partenaires du projet, plus particulièrement l'APFFQ, le CDAQ, l'IRDA, et les Entreprises Yvan Perreault inc. Il faut ajouter que l'entreprise qui prendra en main la fabrication de la nouvelle faucheuse devra réaliser que, pour la rendre totalement intéressante pour les producteurs, il faudra tripler la capacité de la benne afin d'éviter des déchargements trop fréquents.
2. Si le projet était à reprendre, il serait très important de consulter plus rapidement des producteurs ingénieux et expérimentés en machinerie agricole, comme Jean-Paul Leblanc, et des mécaniciens d'expérience, comme Paul-Émile Laliberté. Ces personnes nous ont été très précieuses pour faire avancer rapidement le projet et produire une faucheuse pratique et facile d'utilisation.
3. Afin de bien confirmer les résultats obtenus, mais surtout de réaliser un transfert technologique efficace, qui convaincrerait tous les producteurs de l'importance du fauchage et de l'enlèvement des résidus et les ferait adopter rapidement cette faucheuse, il serait important de monter un projet dans lequel l'expérimentation se ferait chez les producteurs plutôt qu'en petites parcelles expérimentales.

ANNEXE I

Détails des coûts annuels/hectare/année estimés en production annuelle conventionnelle vs bisannuelle de framboises.

COÛTS DE LA PROTECTION

1- COÛT DES FONGICIDES/HA/ANNÉE :

Anthracnose et brûlure des dards

- Annuelle : 2 pulvérisations (stade bourgeons : 1 Lime Sulphur; stade tige 20 cm : 1 Ferbam = 293 \$
- Bisannuelle : Tiges : 1 pulvérisation (stade 20 cm : Ferbam) sur ½ ha = 99 \$
Cannes : aucune pulvérisation

Pourriture grise

- Annuelle : 2 pulvérisations (stade 10 et 50 % fleurs : 1 Rovral + 1 Elevate) = 478 \$
- Bisannuelle : Tiges : aucune pulvérisation
Cannes : 2 pulvérisations (10 et 50 % fleurs) = 239 \$

2- COÛT DES INSECTICIDES/HA/ANNÉE

Anthonome, punaise terne, byture

- Annuelle : 2 pulvérisations (au stade bourgeons floraux : Malathion) = 100 \$
- Bisannuelle : Tiges : aucune application
Cannes : 2 pulvérisations (stade bourgeons floraux : Malathion) = 50 \$ ½ ha

3- COÛT DES ACARICIDES/HA/ANNÉE

- Annuelle : 2 applications aux 2 ans (Kelthane+Apollo) = 390 \$
- Bisannuelle : aucune application, mais inoculation d'un prédateur (*Amblyseius fallacis*), une fois par 5 ans :
470 \$/5 = 94 \$/année

4- COÛT DES HERBICIDES

- Annuelle : 1 Casoron/2 ans = 140 \$/année
1 Dévrinol/2 ans = 30 \$/année
- Bisannuelle : 2 Ignite/année/demi ha = 100 \$
1 Casoron/4 ans = 70 \$/année

Total des coûts de la protection des framboisières

	Framboise annuelle	Framboise bisannuelle
Fongicides	771 \$	338 \$
Insecticides	100 \$	50 \$
Acaricides	195 \$	94 \$
Herbicides	170 \$	170 \$
TOTAL	1 142 \$	652 \$

COÛTS DE LA MAIN D'ŒUVRE

1- Coûts de la taille/ha/année

- Annuelle : taille manuelle avec un ouvrier spécialisé : 10 \$/hre, 110 hres/ha = **1 100 \$**
- Bisannuelle : taille mécanisée avec tracteur, faucheuse à fléaux, ouvrier : 60 \$/hre/ha.
Soit, **30 \$** pour 1/2 ha de cannes à faucher par hectare total en production.

2- Coûts pour l'application des pulvérisations

- Annuelle : 1 ha x 8 pulvérisations x 20 \$ = **160 \$**
- Bisannuelle : 0,5 ha x 8 pulvérisations x 20 \$ = **80 \$**

Total des coûts de main-d'œuvre :

- Framboisière annuelle : **1 260 \$**
- Framboisière bisannuelle : **110 \$**

COÛT TOTAL (approximatif) DE LA MAIN D'ŒUVRE ET DE LA PROTECTION

	Framboise annuelle	Framboise bisannuelle
Protection	1 142 \$	652 \$
Main-d'œuvre	1 260 \$	110 \$
Grand total	2 402 \$	762 \$