

**Étude d'efficacité de l'argile kaoline (Surround WP) pour lutter contre la pyrale des atocas (*Acrobasis vaccini* Rilay) et détermination d'un protocole d'application judicieux de matières fertilisantes dans la production de canneberges biologiques.
05-BIO-01**

RAPPORT FINAL

Préparé par

Le Club Environnemental et Technique Atocas Québec (C.E.T.A.Q.)

Responsable du projet :

Sébastien Careau, agronome (scareau@cetaq.qc.ca)

Isabelle Drolet, agronome (info@cetaq.qc.ca)

Présenté au

Secrétariat du programme de soutien au
développement de l'agriculture biologique
Direction de l'innovation scientifique et technologique
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Date fin du projet: 1 Décembre 2007

**Ce projet a été réalisé grâce à la participation financière du
Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique**

Table des matières

Étude d'efficacité de l'argile kaoline (Surround WP) pour lutter contre la pyrale des atocas (<i>Acrobasis vaccini</i> Rilay)	1
1- Description du projet	1
2- Déroulement des travaux	2
A. Matériel	2
B. Schéma expérimental	2
C. Méthodes	3
3- Résultats.....	4
4- Analyse	5
A. Cycle de vie du ravageur.....	5
B. Mode de fonctionnement du produit	6
C. Périodes d'intervention	6
D. Analyse de l'efficacité, des rendements et du taux d'anthocyanine	8
E. Biens livrés et difficultés rencontrées.....	9
Références.....	11
Détermination d'un protocole d'application judicieux de matières fertilisantes dans la production de canneberges biologiques	13
1- Description du projet	13
1) Sol sableux.....	13
2) Sol organique.....	14
2- Déroulement des travaux	14
A- Niveaux d'azote foliaire :	15
B- Taux d'anthocyanine :.....	17
C- Rendement :	19
D- Analyse de sol :.....	20
4- Biens livrés	21
5- Difficultés rencontrées.....	22
Références.....	23

Liste des tableaux, figures, graphiques et annexes

Étude d'efficacité de l'argile kaoline (Surround WP) pour lutter contre la pyrale des atocas (*Acrobasis vaccini* Rilay)

Tableau 1 : Résultats des parcelles traitées au Surround WP et des parcelles témoin pour chacun des deux (2) sites expérimentaux).....	4
Tableau 2 : Calendrier des interventions et des stades phénologiques des plants de canneberges pour les 2 sites expérimentaux.....	6
Graphique 1 : Moyenne hebdomadaire des captures de la pyrale des atocas dans les pièges à phéromones sur les deux fermes expérimentales.....	7
Figure 1 : Adulte pyrale des atocas.....	5
Figure 2 : Œuf pyrale des atocas.....	5
Figure 3 : Orifice scellé fruit.....	5
Figure 4 : Larve pyrale des atocas.....	5

Détermination d'un protocole d'application judicieux de matières fertilisantes dans la production de canneberges biologiques

Tableau 1 : Périodes d'application du compost en sol organique	15
Graphique 1 : Variation du niveau d'azote foliaire selon les doses de compost en sol sableux	16
Graphique 2 : Variation du niveau d'azote foliaire selon la dose de compost en sol organique	16
Graphique 3 : Variation du niveau d'azote foliaire selon la période en sol organique...	17
Graphique 4 : Variation du taux d'anthocyanine selon la dose en sol sableux	18
Graphique 5 : Variation du taux d'anthocyanine selon la dose et la période en sol organique	18
Graphique 6 : Variation du rendement selon la dose en sol organique	19
Graphique 7 : Variation du rendement selon la dose en sol sableux	20
Graphique 8 : Variation de certains éléments dans les analyses en sol organique	21
Annexe 1 : Disposition des parcelles, ferme biologique sur sol sableux	24
Annexe 2 : Disposition des parcelles, ferme biologique sur sol organique	25
Annexe 3 : Normes des analyses foliaires	26
Annexe 4 : Recommandations utilisées pour la canneberge	27
Annexe 5 : Rapport financier projet fertilisation et Surround	28

Étude d'efficacité de l'argile kaoline (Surround WP) pour lutter contre la pyrale des atocas (*Acrobasis vaccinii* Riley)

Isabelle Drolet, agr.

1- Description du projet

Le Québec se mérite la fierté d'être le plus grand centre de production de canneberges biologiques en Amérique du Nord. Ce petit fruit aux grandes vertus représente un produit d'exportation très important. En effet, il est distribué sur les marchés canadiens et est exporté aux États-Unis ainsi qu'à l'extérieur du continent notamment en Europe et en Asie (Lemoine M., 2006). En 2006, la valeur annuelle du produit transformé se chiffrait autour de 15 M \$ (Lemoine M., 2006). La demande mondiale est grandissante et ce secteur de production est en constante progression au Québec. En 10 ans, de 1997 à 2007, les superficies de culture ont passé de 2 ha à près de 210 ha (APCQ., 2007). Cette croissance rapide a élevé le Québec au titre de leader mondial en matière de production de canneberges biologiques. Afin de maintenir ce statut, il est nécessaire de d'assurer une bonne productivité et ce, dans le respect des principes de l'agriculture biologique et de la protection de l'environnement.

La pyrale des atocas (*Acrobasis vaccinii* Riley) est un des principaux ravageurs de la canneberge au Québec (Landry J.F. & al., 2000). Au départ, la production biologique, n'avait aucun outil d'intervention phytosanitaire pour lutter contre ce ravageur. Dès 2002, cette situation devenait menaçante pour l'ensemble de ce secteur de production puisque d'année en année, cet important ravageur s'est multiplié et en 2005, des pertes de rendement significatives de 21% ont été observées dans certains champs (CETAQ¹., 2005). Ainsi, depuis 2003, grâce à l'aide financière du Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ), plusieurs essais d'efficacité de différents moyens de lutte potentiels pour le contrôle de la pyrale ont été réalisés. Dans le cadre du Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique (PSDAB) l'efficacité des insecticides Trounce et Neem a été vérifiée ainsi que l'inondation automnale et la récolte à la main des fruits infestés (CETAQ., 2003-04). Dans le cadre du Programme de soutien à l'innovation horticole (PSIH), un essai d'efficacité de l'insecticide à base de spinosad (Entrust) a été réalisé pour lutter contre cet insecte (CETAQ²., 2005).

Au moment de la proposition de ce présent projet (mai 2005), les moyens de lutte testés démontraient un faible contrôle de moins de 20% d'efficacité. Ce n'est que par après, avec l'inondation automnale 2004 (évalué le printemps suivant) et l'insecticide Entrust que les résultats obtenus se sont révélés plus prometteurs. Toutefois, la poursuite des efforts pour lutter contre cet insecte ravageur redoutable est primordiale; Trouver différentes solutions phytosanitaires et avoir accès à des stratégies de lutte antiparasitaire diversifiées sont des atouts qui permettront aux producteurs d'atteindre un niveau de production stable et durable.

De ce contexte, ce projet vise à évaluer le potentiel du produit phytoprotecteur *Surround WP*, un nouvel insecticide biologique qui a fait son apparition sur le marché en 2001. Le *Surround WP* est un produit à base de kaolin, un silicate d'alumine pur provenant de l'altération des feldspaths et des granits. Les objectifs visés de ce projet sont :

Objectif général :

Mettre à l'étude une nouvelle avenue spécifique aux besoins des producteurs québécois de canneberges biologiques afin qu'ils acquièrent un niveau de production stable et durable.

Objectifs spécifiques :

- Évaluer l'efficacité du produit Surround WP pour lutter contre la pyrale des atocas (*Acrobasis vaccini* Riley)
- Mesurer l'impact du produit sur les rendements
- Mesurer l'impact du produit sur le taux d'anthocyanine des fruits de canneberges.

2- Déroulement des travaux

A. Matériel

Substance d'essai et traitements

Selon le fournisseur (Engelhard corporation), la dilution recommandée du produit phytoprotecteur Surround WP pour les fruits à pépins est de 25 à 50 kg pour 1000 litres d'eau (2,5% à 5%). Les premières applications se font généralement à raison de 37,5 à 50 kg pour 1 000 litres d'eau, alors que les traitements de suivi peuvent ne nécessiter qu'une concentration de 25 kg pour 1 000 litres d'eau à l'hectare (ARLA., 2004). Pour être efficace et couvrir toute la période indiquant la présence du ravageur, le Surround WP doit être appliqué à plusieurs reprises, selon les conditions météorologiques et/ou l'usage de l'irrigation puisque ce produit s'enlève facilement au lavage.

Le projet compare l'utilisation du produit Surround WP à un témoin (0%). Les concentrations de Surround WP utilisées font référence à l'usage proposé sur l'étiquette pour les fruits à pépins et sont de 5% pour les 2 premières applications et, s'il y a lieu, de 2,5% pour la troisième application.

B. Schéma expérimental

Disposition des essais

⇒ Deux (2) sites expérimentaux (section de champs) situés sur deux (2) fermes.

⇒ Deux (2) traitements (Surround WP et témoin)

⇒ Cinq (5) répétitions par traitement

⇒ Dix (10) parcelles par site pour un total de vingt (20) parcelles

⇒ Dimension des parcelles : 3 m x 4 m

⇒Bande tampon : Les sites expérimentaux (parcelles) étaient situés près des bordures de champs, là où il y a une plus grande incidence de l'insecte. Des bandes de 50 cm entre les parcelles ont été maintenues afin d'éviter le piétinement des fruits dans les parcelles lors des interventions. Une distance de 10 m en périphérie de chacun des sites expérimentaux a été respectée afin d'éviter la dérive entre les parcelles expérimentales et le reste du champ qui était susceptible de recevoir des traitements phytosanitaires selon les recommandations standard.

C. Méthodes

C1) Sélection des sites et emplacement

Les deux (2) sites expérimentaux ont été sélectionnés en fonction de l'historique importante d'infestation de la pyrale des atocas. Ces deux sites se situaient sur des fermes en régie biologique à Notre-Dame de Lourdes dans le Centre du Québec :

- Ferme Atocas Notre-Dame (site #1)
- Ferme Sakota (site #2)

C2) Pulvérisations

La préparation du mélange a été effectuée selon les recommandations retrouvées sur l'étiquette du produit (ARLA., 2004). Les applications ont été réalisées à l'aide d'un pulvérisateur manuel de marque 'solo 325'. Afin d'obtenir une couverture adéquate et complète des plants, la bouillie a été pulvérisée jusqu'au point d'égouttement. Les applications devaient être réalisées sur du feuillage sec pour assurer une meilleure adhésion aux plants.

C3) Méthodes d'échantillonnage

- Méthodologie pour suivre les stades de développement de la pyrale des atocas (*Acrobasis Vaccini* Riley) - Pheromones:

La lecture du vol des adultes a été fait avec les pièges à phéromones servant aux pratiques standard de dépistage. Ces pièges ont été placés sur les fermes expérimentales afin de couvrir une superficie de l'ordre de 10 acres par piège. Ils ont été placés entre 3 et 5 mètres des bordures de champs, à une hauteur de 75 cm au dessus des plants en position d'ouverture face aux vents dominants. Le modèle de piège utilisé était le modèle DELDA. Les plaquettes collantes des pièges ont été changées à chaque semaine et les capsules de phéromones ont été changées aux 3 semaines. La lecture du nombre d'adultes (mâles) capturés a été effectuée de façon hebdomadaire entre la 1^{ère} semaine de juin et la 1^{ère} semaine d'août.

- Méthodologie pour suivre le développement phénologique des plants de canneberges :

Pour chacun des champs expérimentaux le stade phénologique des plants a été observé lors de chacune des applications. Les stades identifiés se définissent comme suit :

- Stade crochet : boutons floraux fermés
- Fleurs : boutons floraux ouverts
- Nouaison : Formation du fruit.

Le comptage de la floraison et de la nouaison s'est effectué en faisant 4 arrêts aléatoires par site expérimental. À chaque arrêt, 10 tiges étaient sélectionnées pour en faire la compilation du nombre de crochets, de fleurs et de fruits formés afin d'établir le pourcentage soit de floraison ou de nouaison.

- Évaluation des performances (efficacité, rendement, anthocyanine)

L'évaluation du niveau d'efficacité a été effectuée les 28, 29 et 30 août, à la fin du cycle larvaire de la pyrale des atocas. Les données ont été obtenues à l'aide de cinq quadrats de 30 cm par 30 cm (1 pi²) positionnés aléatoirement dans chacune des parcelles. Tous les fruits présents dans les quadrats ont été récoltés et les dommages de pyrale ont été comptabilisés (nombre de fruits sains et nombre de fruits endommagés par la pyrale).

Le 29 septembre, peu avant le début de la récolte sur les fermes expérimentales, des échantillons de 325 grammes de fruits traités et de fruits non traités ont été prélevés des parcelles et soumis à une analyse de la teneur en anthocyanine. Cette analyse a été effectuée au laboratoire de l'usine de transformation 'Fruit d'Or'.

Enfin, l'impact du produit sur les rendements a été vérifié les 3, 4 et 5 octobre en comparant le poids des fruits récoltés entre les parcelles traitées et les parcelles témoin. À cet effet, 100 fruits par parcelles ont été cueillis et pesés.

3- Résultats

Tableau 1 : Résultats des parcelles traitées au Surround WP et des parcelles témoin pour chacun des deux (2) sites expérimentaux : Pourcentage moyen des dommages aux fruits occasionnés par la pyrale des atocas, poids et nombre moyen des fruits sains, rendement et taux d'anthocyanine (Tacy).

Sites	Traitements	Dommages pyrale (%)	Poids (g/fr. sains)	Nombre (fr. sains/pi ²)	Rendements (lbs/acre)	Tacy (mg)
1	Surround WP	1,3	1,64	60	9473	40
1	Témoin	4,5	1,67	61	9807	35
2	Surround WP	19,4	1,48	114	16242	40
2	Témoin	37,2	1,48	67	9546	36

4- Analyse

D'abord, il est important de mettre en relief le cycle de vie du ravageur ainsi que le mode de fonctionnement du produit afin de supporter le choix déterminant des moments d'intervention et par la suite, de procéder à l'évaluation des performances de la pellicule protectrice de kaolin sur l'incidence du ravageur.

A. Cycle de vie du ravageur

Le cycle de vie de ce lépidoptère de la famille des Pyralidae se déroule comme suit (Landry J.F. & al., 2000):

- Le pic de vol des adultes (Figure 1), observé par la lecture des pièges à phéromones, se situe généralement autour de la première semaine de juillet.



Fig 1 : Adulte



Fig 2 : Oeuf

- Les adultes femelles commencent à pondre dès le début de la fructification (stade nouaison des plants) au tout début de juillet et poursuivent jusqu'au début d'août. Les œufs sont pondus individuellement directement à la base des fruits, sous le lobe du calice (Figure 2).
- L'éclosion des larves débute cinq à dix jours après la ponte; la jeune larve se déplace sur la surface du fruit jusqu'au pédoncule, pénètre directement dans le fruit, puis scelle l'orifice avec de la soie pour se protéger (Figure 3).
- Les larves continuent leur développement dans les fruits et chacune d'elle peut attaquer trois à huit fruits au cours de son développement; elles sont présentes au champ dès le mois de juillet jusqu'à la fin août-début septembre (Figure 4)



Fig 3 : Orifice scellé



Fig 4 : Larve

- Arrivées à maturité, elles se laissent tomber au sol, forment un cocon fait de soie et de sable appelé hibernaculum et entrent en diapause pour l'hiver.

B. Mode de fonctionnement du produit

Le phytoprotecteur biologique «Surround WP» est actuellement homologué au Canada pour plusieurs cultures. (ARLA., 2004). L'étiquette du produit pour le groupe de cultures des fruits à pépins (pommes, pommettes, poires et coings) indique que son application permet de réduire les dommages causés par, entre autres, le carpocapse de la pomme. Cet insecte, de l'ordre des lépidoptères, attaque le fruit de la même façon que la pyrale des atocas. Dès l'éclosion des larves, ces dernières pénètrent directement dans le fruit et c'est ce qui rend ces ravageurs difficiles à contrôler puisqu'ils se retrouvent à l'intérieur du fruit et ne sont exposés que très rarement lors du transfert de fruits. Les larves se retrouvent ainsi protégées et peu vulnérables aux applications d'insecticides biologiques.

Lorsque le Surround WP est appliqué sur les plants, il s'y forme une fine pellicule protectrice sèche, de couleur blanche (ARLA., 2004). La présence de ces particules minérales crée un environnement différent auquel les insectes ne sont pas accoutumés. Cet environnement perturbe ainsi leur comportement et les incite à s'éloigner. Son usage en agriculture se résume donc à la création d'une barrière physique entre la plante hôte et les insectes nuisibles. D'abord, l'application de kaolin sur les plants dès le début de la période d'accouplement a pour but de désorienter les femelles lors de la ponte. Par la suite, le mouvement, l'alimentation et les autres activités physiques des insectes sont sévèrement limités par l'attachement des particules de kaolin sur leur corps.

C. Périodes d'intervention

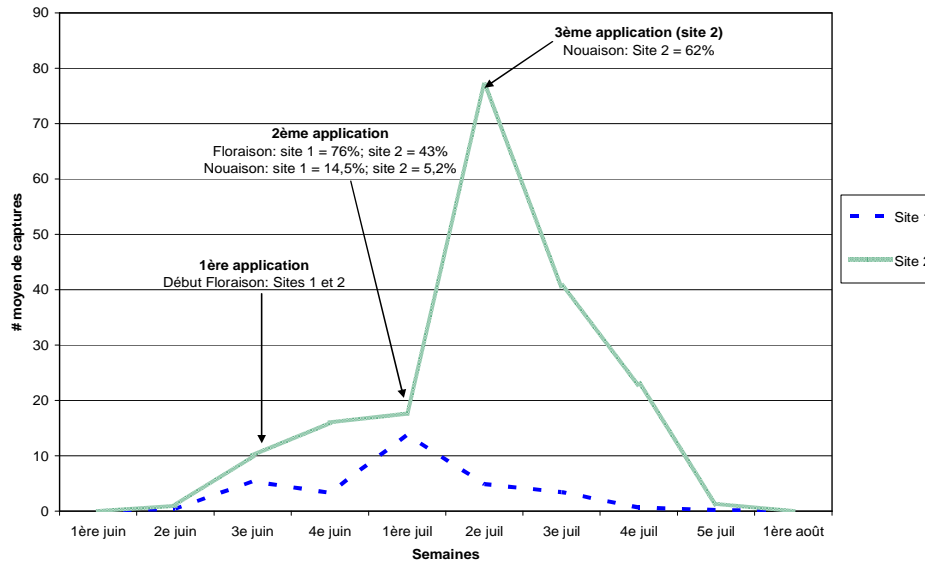
Les périodes d'intervention ont été déterminées selon le cycle de vie du ravageur (au stade «adulte») et selon le stade phénologique des plants de canneberges. Le calendrier des interventions et des stades de floraison et/ou nouaison des plants de canneberges pour les 2 sites expérimentaux se trouve détaillé au tableau 2. Le vol des adultes pour chacun des deux sites est présenté dans le graphique à la figure 5.

Tableau 2 : Calendrier des interventions et des stades phénologiques des plants de canneberges pour les 2 sites expérimentaux.

Sites	Dates	Moyenne % floraison	Moyenne % nouaison
1 ^{ère} application – 5% Surround WP			
1	23-juin	Début floraison	S/O
2	23-juin	Début floraison	S/O
2 ^{ème} application – 5% Surround WP			
1	01-juil	76,0	14,5
2	01-juil	43,3	5,2
3 ^{ème} application – 2,5% Surround			
1	13 juil ¹	S/O	94,8
2	13-juil	S/O	62,8

¹ Le 13 juillet, il n'y a pas eu de 3^{ème} application pour le site 1, seulement le comptage de la nouaison a été effectué à cette date sur ce site.

Graphique 5 : Moyenne hebdomadaire des captures de la pyrale des atocas dans les pièges à phéromones sur les deux fermes expérimentales.



La première application a été réalisée le 23 juin. Cette période correspondait au début du vol des adultes, car il était important de faire la première intervention au début de la période de reproduction de l'insecte et surtout, avant la période d'oviposition intensive (pic de vol). En effet, le but de l'intervention était de désorienter les adultes femelles lors de leur sélection de sites où elles choisissent de déposer leurs œufs. Aussi, il était priorisé de faire l'intervention au début de la floraison, principalement au stade crochet juste avant l'ouverture des boutons floraux. Bien que le kaolin ne soit pas toxique pour les abeilles, il était préférable de ne pas couvrir les fleurs « ouvertes » d'argile afin d'éviter une interférence avec le début des activités de butinage et ainsi nuire à la qualité et l'intensité du travail des pollinisateurs.

Le 1^{er} juillet, huit jours suivant la 1^{ère} application, une seconde intervention a eu lieu afin d'assurer une bonne protection du fruit contre la ponte. Il avait été planifié que cette deuxième application eut été effectuée au stade de 20 à 25 % de nouaison, mais il a été jugé nécessaire de devancer l'intervention due à de fortes pluies qui avaient altérées la qualité de la pellicule protectrice. En effet, du 24 au 30 juin, l'accumulation totale de précipitation qui a été prélevée à la station de Lemieux était de 29 mm (Environnement Canada., 2006). Les stades de nouaison atteints au moment de cette 2^{ème} intervention étaient de 14,5% et de 5,2% pour les sites 1 et 2 respectivement (tableau 1). Bien que ce moment représentait le début de la chute des pétales (période de floraison avancée), les pollinisateurs étaient encore très actifs aux champs. Toutefois, ceux-ci ne semblent pas avoir été affectés suite à cette intervention, mais il est clair qu'une évaluation plus exhaustive du comportement des pollinisateurs sur la fleur de canneberge traitée avec le Surround WP serait pertinente. En terme de synchronisation avec le stade du ravageur, cette seconde application coïncide avec l'atteinte du pic de vol des adultes sur le site 1, mais non pour le site 2 (figure 5).

Il était important, avec ce produit de maintenir une couverture du feuillage complète, uniforme et constante pendant toute la période de vol des papillons. Ainsi, le protocole de ce projet prévoyait une application supplémentaire, dépendamment des conditions climatiques et de la durée du vol des adultes. Une troisième application s'est avérée nécessaire sur le site 2 due au prolongement des captures d'adultes dans les pièges à phéromones. Cette application a été effectuée le 13 juillet.

D. Analyse de l'efficacité, des rendements et du taux d'anthocyanine

L'analyse des résultats définit au tableau 1, révèle une efficacité relative du produit Surround WP par rapport au Témoin supérieure de 71% pour le site 1 et de 48% pour le site 2. Le site 1 représentait une menace d'infestation moins importante que le site 2 et cette différence se reflète dans les résultats obtenus. En effet, les dommages moyens atteints dans les parcelles Témoin du site 1 ont été de 4,5% et ceux observés dans les zones non traitées du site 2 ont atteint près de 40% de perte de fruits causée par la pyrale des atocas.

Pour le site 1, le début du vol s'est produit à la 3^{ème} semaine de juin, le pic de vol s'est déroulé au cours de la 1^{ère} semaine de juillet et le vol s'est terminé vers la 2^{ème} et 3^{ème} semaine de juillet (figure 5). Le maximum moyen atteint de captures d'adultes n'a été que de 14 papillons/piège représentant une menace globale «faible» pour la ferme. Les deux applications avec la dose maximale de Surround WP de 5% ont permis de bien couvrir la période de vol des adultes et le faible taux de dommages aux fruits de 1,3% obtenu est relativement intéressant. Ce résultat démontre un bon potentiel d'utilisation du Surround WP dans un contexte de régies biologique et de lutte intégrée.

Pour le site 2, la durée du vol de la pyrale des atocas a été de six semaines, entre la 3^{ème} semaine de juin et la 4^{ème} semaine de juillet. Le pic de vol a eu lieu après la seconde application, à la deuxième semaine de juillet avec un maximum atteint de 77 papillons/pièges représentant une menace relativement élevée sur la ferme. Le prolongement du vol, le nombre important d'individu prélevés dans les pièges à phéromones ainsi que la dose plus faible de 2,5% lors de la troisième application sur ce site expliqueraient la baisse d'efficacité du produit et les dommages significatifs causés par l'insecte de près de 20%. Une 3^{ème} application avec la dose maximale de 5% et même une 4^{ème} application sur ce site aurait probablement été nécessaire pour atteindre le niveau de contrôle acceptable obtenu sur le site 1.

En référence à un essai préliminaire qui avait été fait au cours de l'été 2005, le moment d'intervention semble avoir un impact réel sur le niveau d'efficacité du produit. En 2005, le kaolin avait été appliqué au stade de «50% de nouaison» des plants, et qui correspond aussi à la période où un grand nombre d'œufs est présent aux champs et prêts d'éclore. Or, 0% d'efficacité avait été obtenu. Les zones traitées avaient autant, si non plus, de dommages que les zones Témoin.

Ce projet portait aussi sur l'évaluation de l'impact du produit sur les rendements et le taux d'anthocyanine des fruits, car comme le souligne la compagnie titulaire (ARLA., 2004) : «*Lorsque le phytoprotecteur Surround WP est appliqué à la fréquence et à la dose recommandée, il peut procurer dans plusieurs cultures des bienfaits tels qu'une vigueur et un rendement accrus. Si la température ambiante est élevée, le phytoprotecteur Surround WP réduit la température du couvert végétal et contribue ainsi à réduire le stress causé par la chaleur et le manque d'eau. Toutefois, puisque le phytoprotecteur Surround WP garde les surfaces végétales plus fraîches; il peut s'ensuivre une avance ou un retard de maturité. Pour les fruits à pépins ce produit peu occasionner un retard de maturité de 3 à 7 jours, surtout dans les régions fraîches.*»

Cette réalité relative à la réaction des plants est un élément majeur à considérer pour la culture de canneberges puisque le rendement ainsi que la maturité des fruits sont au cœur des préoccupations des producteurs. Sans contredit, l'impact d'un produit sur ces éléments a un poids important lors d'une planification d'intervention phytosanitaire. Or, dans le cadre de ce projet, les rendements obtenus dans les parcelles traitées étaient pratiquement identiques (site 1) et même supérieur malgré les dommages de pyrale (site 2), à ceux des parcelles témoin (tableau 2). Et, parallèlement, la maturité des fruits ne semble pas avoir été affectée par le traitement. L'on dénote même une légère avance avec un taux d'anthocyanine mesuré supérieur de 5 mg et de 4 mg dans les échantillons de fruits traités comparativement aux fruits non traités pour les sites 1 et 2 respectivement (tableau 2).

Dans l'ouvrage de Glenn D. M. et all. (2005), il est reporté que la couleur des fruits (pommes) peut même être améliorée dû au fait que les fines particules d'argile réduisent la température à la surface du fruit et du canope et ces propriétés peuvent s'avérer être avantageuses pour la culture. Des essais réalisés au Nouveau Brunswick ont aussi démontré un effet positif du Surround sur la photosynthèse et la transpiration des plants pour la culture de la pomme (Privé J-P. et all., 2006). Des études américaines indiquent toutefois qu'une certaine variabilité peut être rencontrée selon le cultivar, la période d'application et la région productrice (Glenn D. M. et all., 2005). Il est aussi souligné par les chercheurs américains que la qualité de la pulvérisation soit, une couche uniforme et fine, contrairement à des dépôts plus épais et denses, aurait une influence sur la qualité du fruit (Glenn D.M. et Puterka G.J., 2005).

Enfin, globalement, cette analyse démontre un bon potentiel d'usage de ce produit pour la culture de canneberges. Néanmoins, avant d'être adopté, il faudra aux producteurs un certain temps d'accoutumance à cette nouvelle technologie, car l'apparence blanchâtre des champs n'est pas, à priori, très attrayante. De plus, l'atténuation de la couleur des plants pourrait nuire à l'évaluation des besoins en fertilisation puisque la coloration du feuillage et des fruits représente un élément majeur lors de la prise de décisions des amendements nécessaires au bon développement des plants.

E. Biens livrés et difficultés rencontrées

Ce projet a permis de produire des données d'efficacité du phytoprotecteur Surround WP et d'acquérir des connaissances sur le mode de fonctionnement de ce produit adapté au

contexte de la canneberge. Entre autre, des paramètres tel que le risque de phytotoxicité et l'influence du kaolin sur le rendement et la qualité des fruits ont pu être évalués. Aucune difficulté majeure n'a été rencontrée au cours du projet et aucune critique concernant les paramètres d'essais n'est à souligner.

Les besoins suggérés pour des recherches ultérieures concernant l'usage de ce produit sont :

- 1) Études de l'effet des particules de kaolin sur :
 - a. la fleur de canneberges et l'activité de butinage des pollinisateurs;
 - b. la couleur du fruit en fonction des variétés (Stevens, Benlear, etc);
 - c. la présence ou non d'ambiguïté lors de la prise de décision en fertilisation;
 - d. la présence ou non d'une pellicule blanche résiduelle sur les fruits au moment de la récolte (approximativement 8 semaines après la dernière application de Surround WP).
- 2) Essai pour générer des données d'efficacité dans le cadre du Programme d'extension du profil d'emploi pour les usages limités demandés par les utilisateurs (PEPUDU) puisque ce produit est déjà homologué au Canada.

Enfin, il est important d'orienter les efforts de recherche afin que les producteurs de canneberges biologiques aient accès à des stratégies de lutte antiparasitaire diversifiées. Ceci afin de réduire les pertes associées aux ravageurs, certes, mais aussi afin de favoriser et promouvoir l'usage de la diversité, élément fondamental et propre à l'approche globale de l'agriculture biologique.

Références

Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA). 2004. Phytoprotecteur Surround WP - Engelhard Corporation. No D'HOMOLOGATION 27469 ; Loi sur les produits antiparasitaires. 2720, promenade Riverside, Ottawa (Ontario). www.hc-sc.gc.gc/pmra-arla/

Association des producteurs de canneberges du Québec (APCQ). 2007. Statistiques annuelles des superficies. 2700 Ave Vallée, Plessisville, Québec.

Club Environnemental et Technique Atocas Québec (CETAQ). 2003. Utilisation de l'insecticide Trounce pour lutter contre les larves de la tordeuses des canneberges (*Rhopobota naevana* (Hübner)), de la pyrale des atocas (*Acrobasis vaccinii* Riley) et de l'arpenreuse caténaire (*Cingilia catenaria* (Drury)). 2700 Ave Vallée, Plessisville, Québec.

Club Environnemental et Technique Atocas Québec (CETAQ). 2003-04. Inondation automnale de 3 et 4 semaines pour lutter contre la pyrale des atocas (*Acrobasis vaccini* Riley). 2700 Ave Vallée, Plessisville, Québec.

Club Environnemental et Technique Atocas Québec (CETAQ). 2004. Efficacité des Bio-pesticides à base de Neem pour lutter contre les larves printanières (Noctuelles et Arpenreuses) et la pyrale des atocas dans la culture de canneberges. 2700 Ave Vallée, Plessisville, Québec.

Club Environnemental et Technique Atocas Québec (CETAQ). 2004. Récolte à la main des larves de la pyrale des atocas (*Acrobasis vaccini* Riley). 2700 Ave Vallée, Plessisville, Québec.

Club Environnemental et Technique Atocas Québec (CETAQ). 2005. Base de données et banques d'images. 2006. 2700 Ave Vallée, Plessisville, Québec.

Club Environnemental et Technique Atocas Québec (CETAQ). 2005. Essai d'efficacité des insecticides Success et Entrust pour lutter contre la pyrale des atocas (*Acrobasis vaccini* Riley) dans la culture de canneberges. 2700 Ave Vallée, Plessisville, Québec.

Environnement Canada. 2006. Rapport de données quotidiennes pour juin 2006 - Station de Lemieux, Québec.
http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climateData/dailydata_f.html?timeframe=1&Prov=XX&StationID=29714&Year=2006&Month=6&Day=30

Glenn D. M., Drake S., Abbott J.A., Puterka G.J et Gundrum P. 2005. Season and cultivar influence the fruit quality response of apple cultivars to particule film treatments. HortTechnology 15(2).

Glenn D. M. et Puterka G.J. 2005. Particule film technology a new tool for agriculture
Hort. Rev. 31:1-45

Landry, J.F., Roy, M. et Turcotte C. 2000. Cycle de vie et hotos du ravageur prises dans
le guide : Insectes ravageurs de la canneberge au Québec, Guide d'identification. Club
d'encadrement technique Atocas Québec inc (CETAQ). 118 p.

Lemoine M., Président Fruit d'Or. 2006. Communications personnelles.
mlemoine@fruit-dor.ca

Privé J.-P., Russell L., Braun G., LeBlanc A. 2006. Bordeaux/Kumulus regimes and
surround in organic apple production in New Brunswick: Impacts on apple scab, fruit
ruseting and leaf gas exchange. ISHS Acta Horticulturae 737: I International Symposium
on Organic Apple and Pear. http://www.actahort.org/books/737/737_12.htm

Détermination d'un protocole d'application judicieux de matières fertilisantes dans la production de canneberges biologiques

Sébastien Careau, agr.

1- Description du projet

La fertilisation azotée revêt une importance majeure pour l'obtention de bon rendements en production de canneberges: une application trop forte ou trop précoce entraîne une croissance excessive de la végétation ce qui réduit l'accès aux fleurs par les pollinisateurs ainsi que le mûrissement des fruits. Une application trop tardive peut faire éclore en fin de saison les bourgeons de l'année suivante hypothéquant la prochaine récolte. Le compost est actuellement appliqué en se basant sur les périodes et les doses recommandées pour l'engrais chimique en sol sableux. Néanmoins, des ajustements sont régulièrement effectués lors des applications pour prendre en compte les particularités de la production biologique d'une part et de la production en sol organique d'autre part.

1) Sol sableux

À ce jour, il est considéré que seule la moitié de l'azote du compost est disponible l'année en cours et que le reste est lessivé au cours des épisodes d'inondation inhérentes à la production de canneberges (récolte, stratégie de lutte contre les insectes, protection des plants contre le gel). Ainsi, les doses d'azote sont doublées en production biologique par rapport à la production conventionnelle. En outre, l'hypothèse suivante avait été émise : puisqu'il y a une libération progressive de l'azote du compost dans le temps, il faut débiter les applications plus tôt afin d'obtenir une quantité donnée d'azote disponible au moment désirée.

Des essais de doses et fractionnements (temps d'application) de compost sur sol sableux ont été réalisés depuis 2002 grâce au soutien financier du programme sur la recherche appliquée en horticulture. Les résultats semblent montrer qu'en fait, les doses doivent être augmentées seulement entre une fois et une fois et demi par rapport aux doses apportées en production conventionnelle pour obtenir les rendements maximaux. Ainsi, soit le compost appliqué l'année précédente aurait un effet résiduel les années suivantes, soit le pourcentage d'azote disponible la première année est plus élevé que nous le pensons. Selon ces observations, le doublement de la dose par rapport à une application d'engrais chimique serait trop élevé. Au niveau du fractionnement, l'essai montre que devancer l'application par rapport à la période traditionnelle en production conventionnelle conduit à l'obtention de fruits plus petits. En terme de rendements, aucune tendance claire n'est encore ressortie. Il est donc nécessaire de poursuivre l'essai en sol sableux tant pour valider la dose optimale que le meilleur fractionnement. En effet, il est essentiel de compiler les résultats sur plusieurs années afin d'avancer des conclusions fiables.

2) Sol organique

En production de canneberge sur sol organique, la dynamique de l'azote du sol interfère avec la fertilisation azotée à base de compost rendant la gestion de celui-ci très complexe. Toujours adaptées des recommandations en sol sableux conventionnels, les doses d'azote appliquées en sols organiques biologiques sont actuellement réduites environ de moitié. Cependant, aucune étude n'a encore été menée pour soutenir cette pratique. Les quantités et les périodes d'application optimales dans les situations combinant l'utilisation du compost et de la production en sol organique sont donc actuellement très mal connues ce qui conduit souvent à des résultats décevants en terme de rendement ou de coloration des fruits. La demande d'approfondir les connaissances dans le domaine de la fertilisation est donc très vive chez les producteurs biologiques qui produisent tant en sol sableux qu'en sol organique. Ce projet vise à déterminer une dose et une période d'application optimale du fumier de poule en sol sableux et en sol organique.

L'objectif du projet vise à approfondir une étude qui avait été effectuée en 2002-2003 sur l'évaluation des doses et des périodes d'application du fumier de poule composté en sol sableux dans la canneberge (var. Stevens) et de le reproduire en sol organique. Ainsi, il faut évaluer la dose d'application optimale de deux fumiers de poule biologique compostés en sol sableux et évaluer la dose et la période d'application en sol organique. Les composts utilisés pour les projets proviennent des compagnies Les Œufs d'Or (5.0-4.2-2.6) et d'Acti-sol (4.8-5.0-2.7) qui sont les deux composts les plus utilisés dans la culture de la canneberge biologique au Québec.

2- Déroulement des travaux

Les dispositifs expérimentaux incluaient deux sites : une ferme biologique en sol sableux (annexe 1) et une ferme biologique en sol organique (annexe 2). Pour le site en sol sableux, cinq doses d'azotes ont été testées (45, 56, 67, 79, 90 kg N/ha) et deux types de composts (Acti-sol et Œufs d'Or). Ainsi, 10 traitements (doses, composts) ont été testés avec trois répétitions pour un total de 30 parcelles. Chacune des parcelles mesuraient 1m x 3m et des allées de 30cm de large étaient aménagées entre chaque bloc. Les paramètres mesurés étaient le rendement et le poids des fruits en récoltant la totalité des fruits dans cinq quadrats de 30cm x 30cm par parcelles. Des analyses foliaires, des analyses de sol et des analyses du taux d'anthocyanine par parcelle ont également été effectuées pour comparer les traitements.

Pour le site en sol organique, le compost les Œufs d'Or a été utilisé à quatre doses différentes d'azotes (0, 20, 40, 60 kg N/ha), et trois périodes d'applications qui sont présentées dans le tableau 1. Ainsi, 10 traitements (doses, fractionnements et témoin) ont été testés avec trois répétitions par traitement pour un total de 30 parcelles. Chacune des parcelles mesuraient 1m x 3m et des allées de 30cm de large étaient aménagées entre chaque bloc. Les mêmes paramètres que ceux en sol sableux ont été mesurés.

Tableau 1. Périodes d'application du compost en sol organique

Période 1 (P1):		Période 2 (P2):		Période 3 (P3):	
% de la dose totale	Stades d'application	% de la dose totale	Stades d'application	% de la dose totale	Stades d'application
25%	10 % floraison	25%	10 % floraison + 10j	25%	10 % floraison
25%	50 % floraison	25%	50 % floraison + 10j	50%	50 % floraison
25%	50 % nouaison	25%	50 % nouaison + 10j	25%	50 % nouaison
25%	10 jrs après	25%	50% nouaison + 20j		

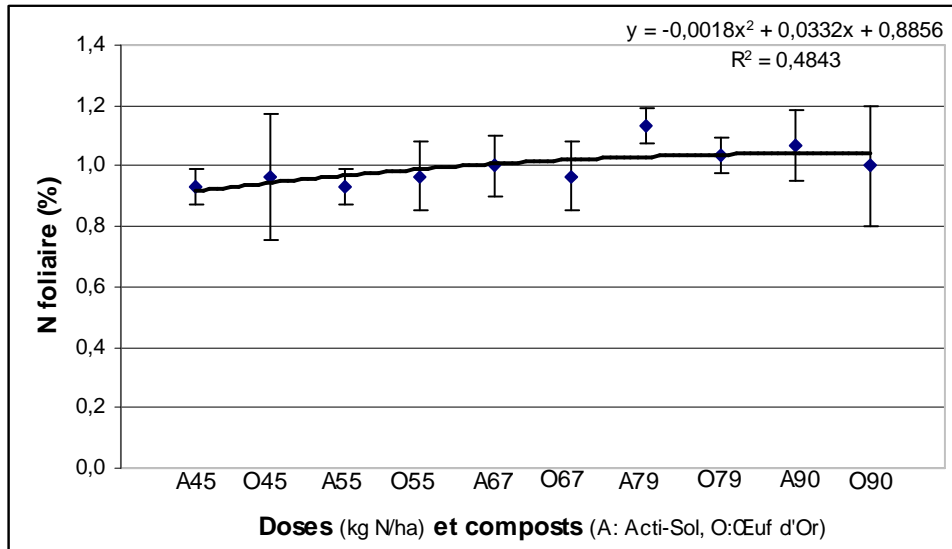
3- Résultats obtenus

A- Niveaux d'azote foliaire :

Selon l'analyse des données recueillies à la suite des deux années du projets, l'augmentation du taux d'application d'azote sur sol sableux (45, 56, 67, 79, 90 kg N/ha) et sur sol organique (0, 20, 40, 60 kg N/ha) apporté par le compost amène l'augmentation du niveau d'azote foliaire à l'automne (graphique 1 et 2). Pour les deux composts utilisés en sol sableux, la relation entre l'augmentation de l'azote dans le feuillage et l'augmentation des doses de composts sont similaires. Toutes les doses en sol sableux ont procurés des niveaux d'azote foliaire dans la moyenne des valeurs recommandées, 0.9-1.1% (annexe 3). Pour les différentes périodes d'application en sol organique, il ne semble pas y avoir de corrélation évidente entre les périodes et le taux d'azote foliaire à la fin de la saison. Un taux un peu plus élevé est noté pour la période 1, toutefois c'est principalement les données du 60 kg/ha qui fait augmenter la moyenne pour cette période (graphique 3). Pour les sols organiques, seul le témoin et le 20 kg N/ha ont des valeurs inférieures aux normes, 0.8%. Les données ne semblent toutefois pas significatives pour les périodes, car il y avait une grande variabilité entre les parcelles des différentes périodes (principalement au niveau du % de la matière organique).

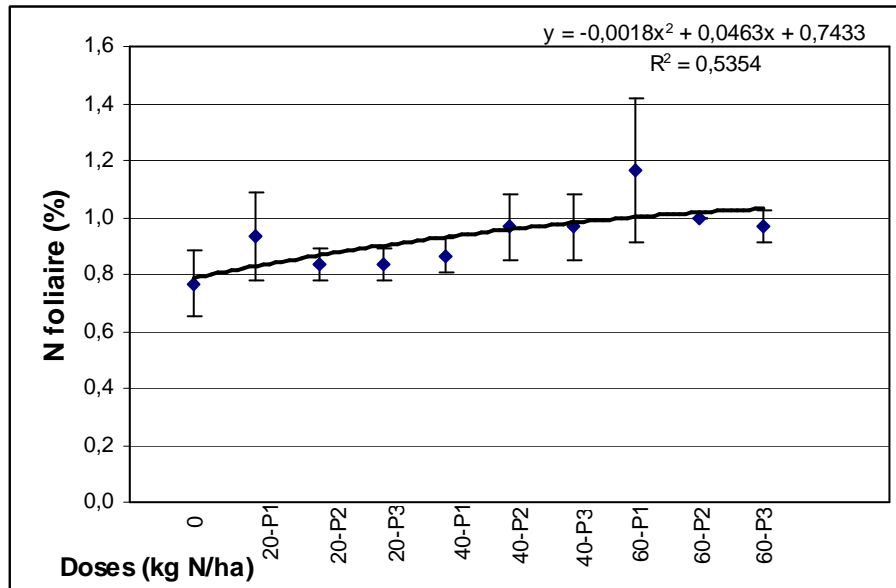
Graphique 1 :

Variation du niveau d'azote foliaire selon les doses de compost en sol sableux.



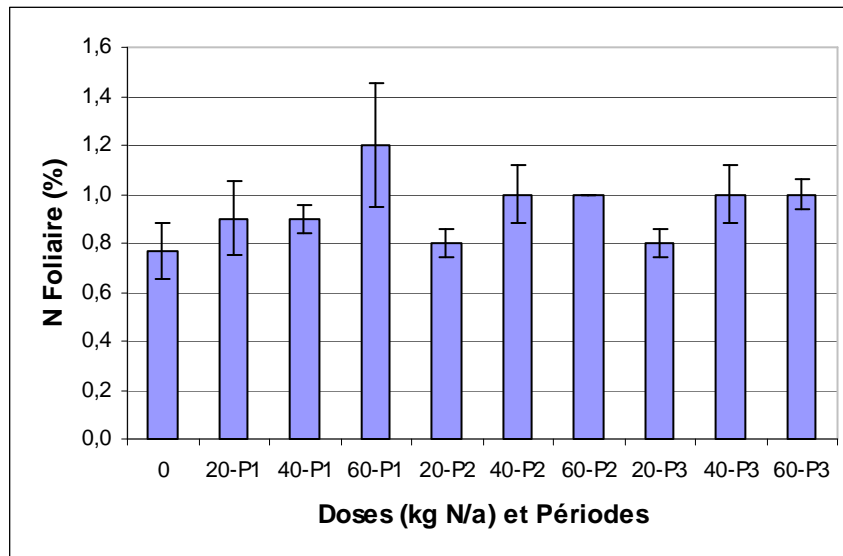
Graphique 2 :

Variation du niveau d'azote foliaire selon la dose de compost en sol organique



Graphique 3 :

Variation du niveau d'azote foliaire selon la période en sol organique

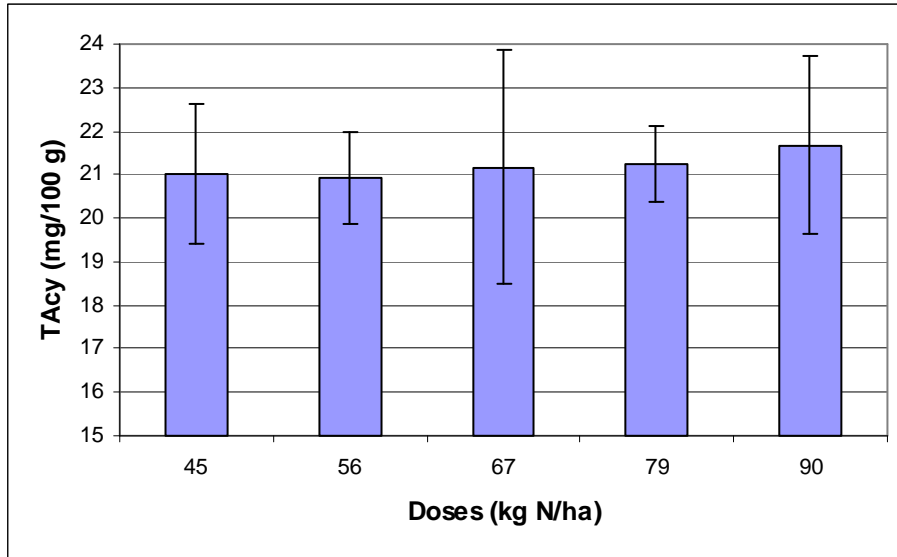


B- Taux d'anthocyanine :

Au niveau du taux d'anthocyanine, les essais sur sol sableux n'ont pas démontré une relation directe entre l'augmentation de la quantité d'azote appliqué et le niveau de l'anthocyanine dans les fruits. Pour l'année 2006, le 67 kg N/ha était celui qui avait donné le meilleur taux, cependant pour 2007 c'est lui qui a donné le taux le plus bas. Pour la moyenne des deux années, c'est la dose de 90 kg N/ha qui a donné le taux de TAcY le plus haut (graphique 4). Cependant, en raison des écart-types importants, les variations du taux d'anthocyanine ne sont pas vraiment significatives entre les différentes doses. Ce résultat est toutefois surprenant, puisque lors des expériences effectuées en 2002-2003 l'application de 50 kg N/ha (la plus faible dose testée) a donné le plus haut niveau d'anthocyanine. En ce qui attrait aux essais en sol organique, la moyenne des deux années ne montre aucune relation entre les différentes périodes et les différentes doses d'azote (graphique 5). Le témoin obtient le taux moyen de TAcY le plus élevé pour les deux années. Pour ce projet, il est impossible de tirer des conclusions significatives sur la relation entre le taux d'anthocyanine et les différentes doses et périodes d'application puisque les écarts types sont trop grands. Lors des essais en sol sableux de 2002-2003, c'est la 1^{ère} période qui avait donnée les taux d'anthocyanines les plus élevés en sol sableux.

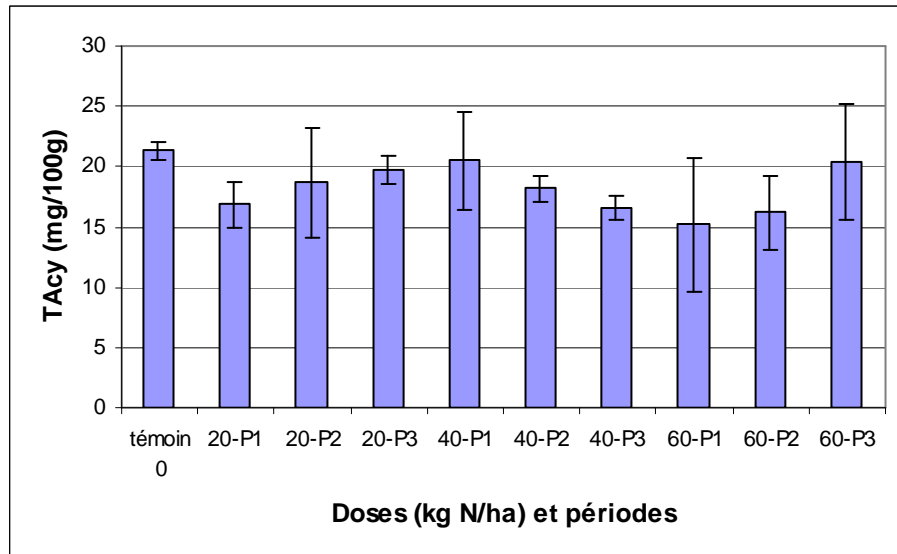
Graphique 4 :

Variation du taux d'anthocyanine selon la dose en sol sableux
(moyenne de 2006 et 2007)



Graphique 5 :

Variation du taux d'anthocyanine selon la dose et la période en sol organique
(moyenne de 2006 et 2007)

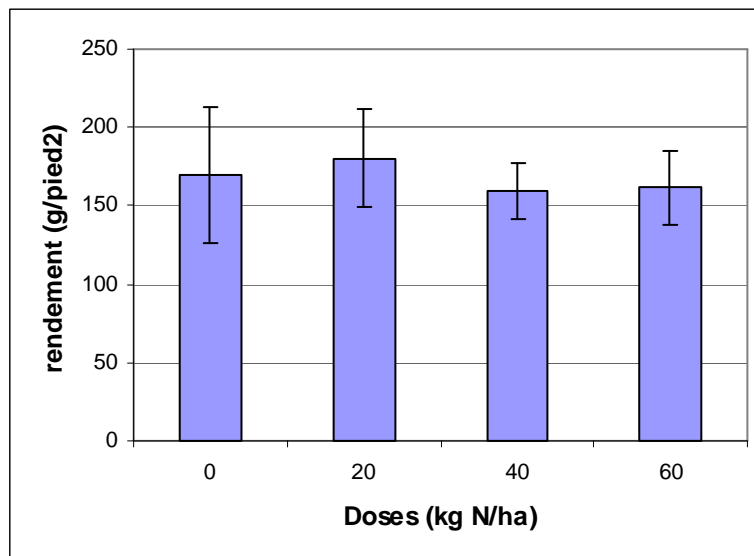


C- Rendement :

En ce qui concerne les différences de rendement selon les doses, pour les essais en sol organique (graphique 6), on remarque que les rendements les plus élevés sont atteints avec la dose la plus faible pour les deux années, soit 20 kg N/ha. Il est toutefois surprenant que le témoin soit le deuxième à obtenir le rendement le plus haut. En 2006, le témoin était celui qui avait obtenu la production la plus faible mais pour 2007, c'est celui qui a de loin la production la plus élevée. Ceci pourrait être explicable par la bisannualité des plants de canneberges et par le fait que la plante a manqué d'azote la première année et a produit plus de bourgeons floraux. Toutefois, les différences de rendements ne sont pas majeurs et ne semblent pas significatifs puisque les écarts types des différents traitements se recoupent. Pour ce qui est des périodes d'application, c'est la 1^{ère} période qui sort avec les meilleurs rendements. Cependant, comme il existe une grande variabilité entre les parcelles. Pour les parcelles en sol sableux, les données recueillies semblent démontrer que c'est les parcelles qui ont reçu la plus haute quantité de compost qui ont les meilleurs rendements. Ainsi, c'est le 79 kg N/ha qui obtient le meilleur rendement moyen des deux années, suivi par le 90 kg N/ha, le 67, le 56 et le 45 (graphique 7). Les données sont sensiblement les mêmes pour les deux engrais utilisés. Ces données sont similaires à ce qui avaient été obtenues lors du projet de 2002-2003.

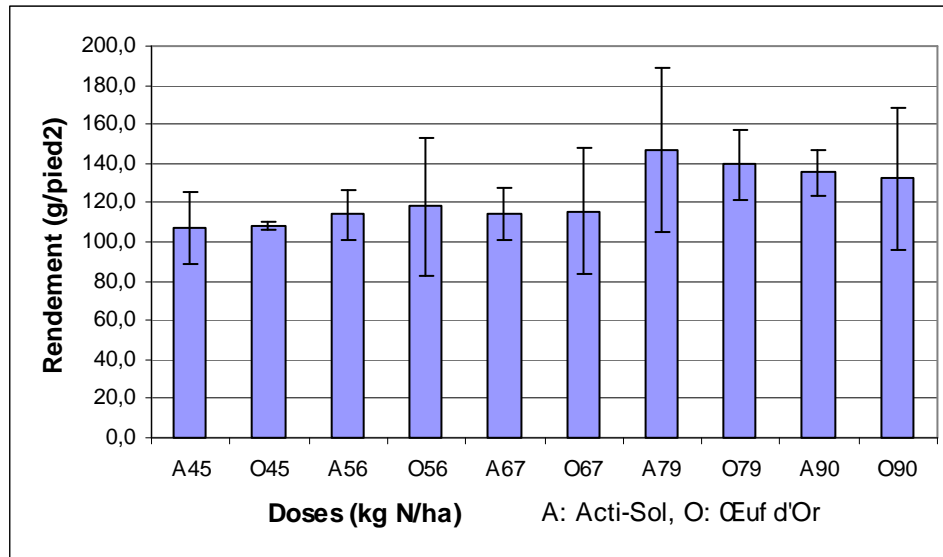
Graphique 6 :

Variation du rendement selon la dose en sol organique
(moyenne de 2006 et 2007)



Graphique 7 :

Variation du rendement selon la dose en sol sableux
(moyenne de 2006 et 2007)

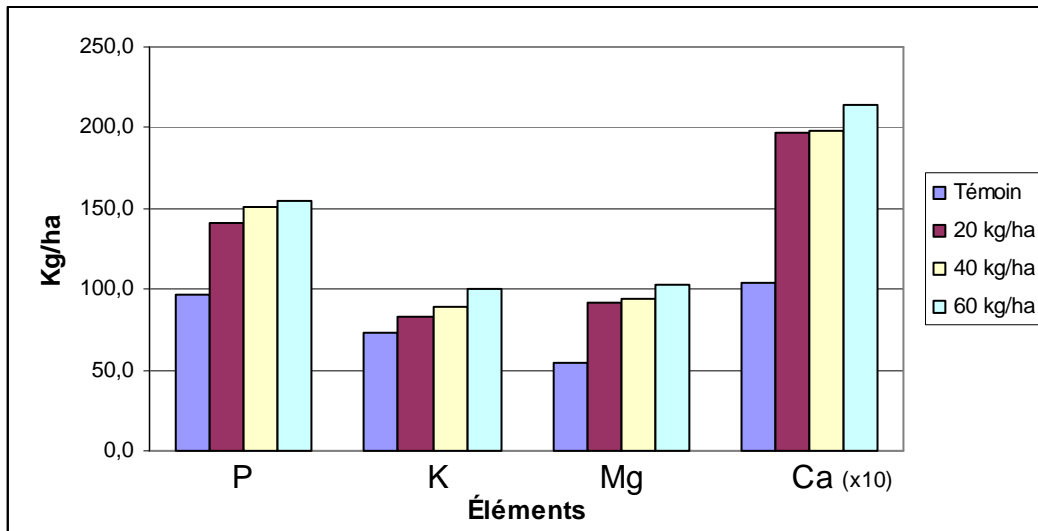


D- Analyse de sol :

Pour ce qui est des analyses de sol présent dans chacune des parcelles à la fin de la saison 2007, celles-ci ont fait ressortir un problème au niveau du site en sol organique. En effet, au niveau du % de matière organique dans chacune des parcelles, les analyses ont dévoilé un problème avec les parcelles qui avaient la période 1 d'application. Elles ont un % moyen de matière organique entre 3,3 et 4,9, tandis que pour les périodes 2 et 3 c'est entre 13 à 33. Ainsi, même si les parcelles sont très près les unes des autres, des différences majeures sont présentes dans la composition des sols et les données présent sur les périodes deviennent beaucoup moins significatives avec une telle différence. Au niveau des éléments qui ressortent des analyses de sol, très peu de relations ont été observées entre les doses et la présence des différents éléments dans le sol, principalement en sol sableux. Pour les essais en sol organique, on constate que plus la quantité de composts épandus est grande, plus la présence de certains éléments augmentent : le phosphore, le potassium, le magnésium et le calcium (graphique 8).

Graphique 8 :

Variation de certains éléments dans les analyses en sol organique



4- Biens livrés

Les résultats sont très intéressants pour les producteurs de canneberges biologiques puisqu'ils viennent ajouter des informations manquantes à l'étude de 2002-2003 et qu'ils confirment certaines données (comme les plus hautes doses donnent les meilleurs rendements en sol sableux) du projet précédant. Ainsi, pour les producteurs en sol organique, le fait d'obtenir un rendement maximal avec la dose la plus faible permettra à ceux-ci de se baser sur des essais dans leur type de sol pour prendre des décisions sur la fertilisation à adopter. Au niveau de la période d'application, d'autres études devront être faites pour confirmer la meilleure période, puisque cette étude ne peut pas conclure sur la période la plus favorable. Pour les producteurs en sol sableux, les rendements optimaux ont été obtenus avec les quantités les plus hautes d'azote (79 et 90 kg N/ha), ce qui correspond aux données de 2002-2003. Au niveau de la qualité des fruits (taux d'anthocyanine), contrairement à la dernière étude, le taux le plus haut a été atteint avec la dose la plus élevée en sol sableux. D'autres études devront être faites sur ce point pour clarifier cette situation et essayer de trouver une relation claire.

5- Difficultés rencontrées

Plusieurs difficultés ont été rencontrées tout au long du projet et peuvent avoir faussées quelques données. Premièrement, l'emplacement des parcelles en sol organique n'était pas idéal, puisqu'il existait une très grande variabilité dans la composition du sol et que ceci peut fausser les données pour certaines parcelles. Par la suite, pour les parcelles en sol sableux, une erreur de la part du producteur a pu fausser quelque peu les données alors qu'il a effectué une application de 21 kg N/ha de compost sur les parcelles en 2006 alors qu'il fallait effectué des applications différentes selon les doses à l'étude. Ainsi, pour 2006 les doses totales qui ont été appliquées sont de 52 - 60 - 68 - 77 - 84 kg N/ha au lieu de 45 - 56 - 67 - 79 - 90 kg N/ha. Pour terminer, la présence de mauvaises herbes dans les parcelles d'essai a également pu altérer les données puisque la présence de celles-ci n'était pas homogène dans les parcelles et que les mauvaises herbes entre en compétition avec les plants de canneberge pour la disponibilité des éléments du sol.

Références

Club Environnemental et Technique Atocas Québec (C.E.T.A.Q.). 2002-2003. Le fumier de poule composté comme fertilisant dans la production de la canneberge : combien et quand?. 2700 Ave Vallée, Plessisville, Québec.

J. Davenport, C.DeMoranville, J. Hart, K. Patten, L. Paterson, T. Planer, A. Poole, T. Roper, and J. Smith. August 1995. Cranberry Tissues Testing for producing beds in North America.

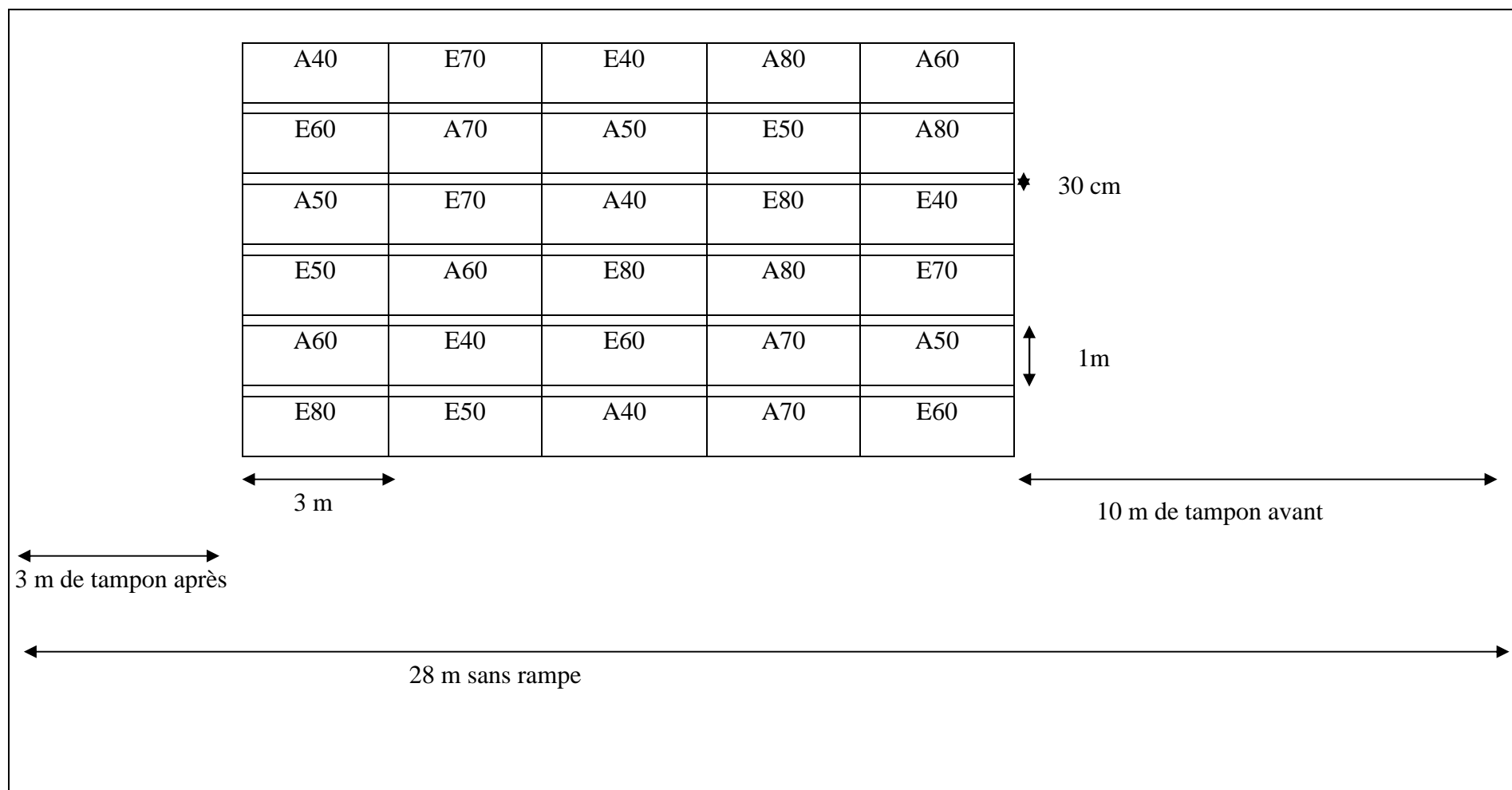
Eck, Paul. 1990, The American Cranberry. Ruthers University Press, USA, 420 p.

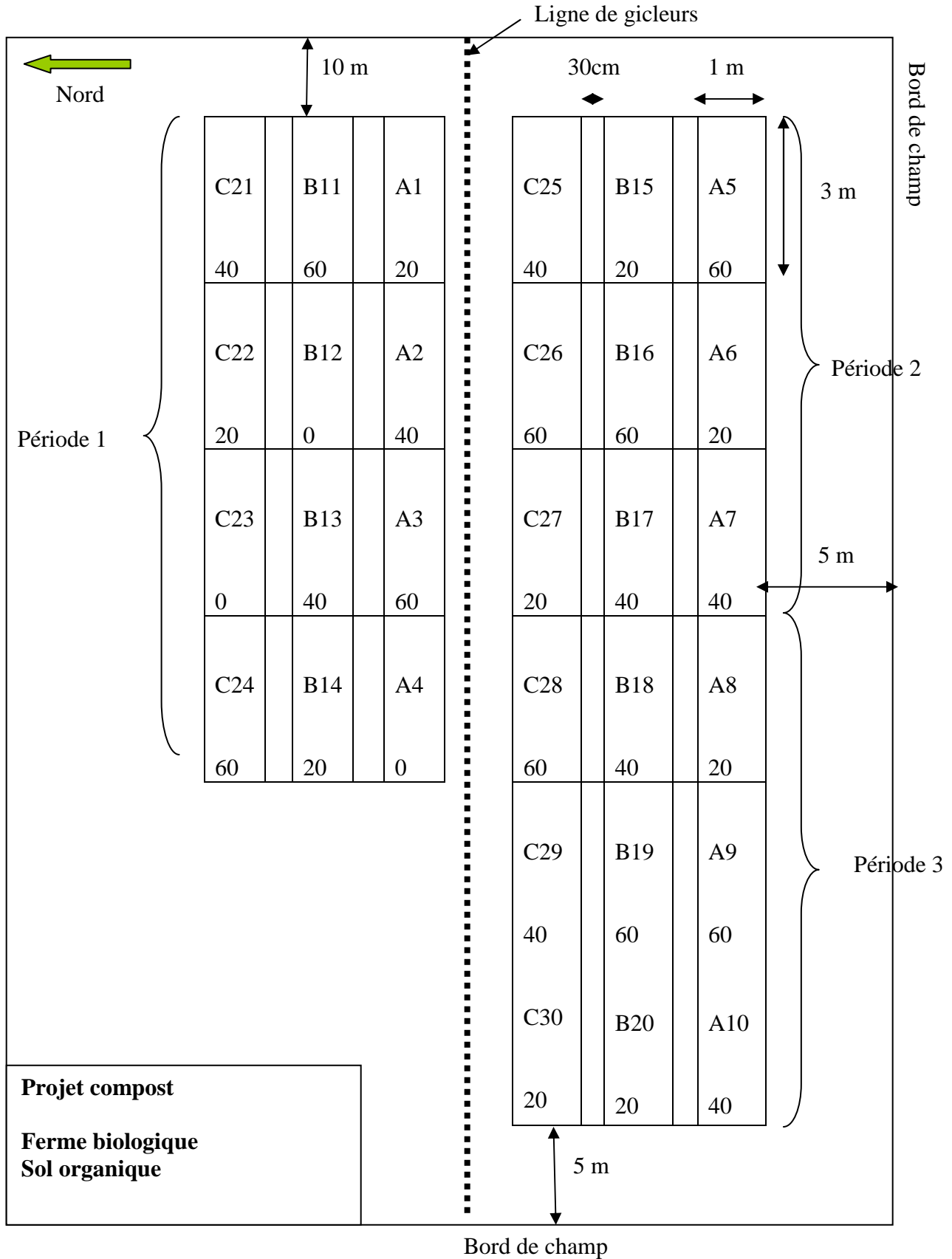
Centre de référence en agriculture et en agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2003. Guide de référence en fertilisation, 1ère édition. Ste-Foy, Québec, 297 p.

Annexe 1

Disposition des parcelles

Ferme biologique sur sol sableux
Projet compost





Annexe 3 : Normes des analyses foliaires

Élément	Concentration normale dans la feuille
	<i>%</i>
N (azote)	0.90-1.10
P (phosphore)	0.10-0.20
K (potassium)	0.40-0.75
Ca (calcium)	0.30-0.80
Mg (magnésium)	0.15-0.25
S (soufre)	0.08-0.25
	<i>ppm</i>
B (bore)	15-60
Fe (fer)	>20
Mn (manganèse)	>10
Zn (zinc)	15-30
Cu (cuivre)	4-10

J. Davenport, C.DeMoranville, J. Hart, K. Patten, L. Paterson, T. Planer, A. Poole, T. Roper, and J. Smith. August 1995. Cranberry Tissues Testing for producing beds in North America.

Annexe 4 : Recommandations utilisées pour la canneberge

pH optimum - 4.0-5.0

Azote (N)¹	
Temps et mode d'apport	Recommandation (kg N/ha)
Réparti en 4 applications (début floraison, 50 % floraison, 50 % nouaison, grossissement du fruit)	20-65 ²

Phosphore (P)			
Classe de sol	Analyse P/(Al+0,5 Fe)_{M-III}³ (%)	Recommandation selon le P foliaire visé (kg P₂O₅/ha)	
		0,10 %⁴	0,11%⁴
Pauvre	< 3,5	40	80
Moyen	3,5 - 7	20	65
Riche ⁵	7,1 - 14	0	0
Excessivement riche	> 14	0	0

Potassium (K)⁶		
Classe de sol	Analyse (kg K/ha)	Recommandation (kg K₂O/ha)
Pauvre	0-115	65-110
Moyen	116-230	0 - 65
Riche	> 230	0

¹ Les concentrations foliaires visées en azote entre le 15 août et le 15 septembre sont de 0,09 à 1,10 %.

² Dose annuelle totale.

³ $[P / (Al + 0,5 Fe)] \times 100$ où P, Al et Fe sont exprimés en ppm.

⁴ Résultats expérimentaux obtenus dans le Centre-du-Québec pour la variété « Stevens ».

⁵ Dans certains cas, les plants dans cette catégorie de sol peuvent réagir à une application de 30 kg P₂O₅/ha.

⁶ Les concentrations foliaires visées en potassium entre le 15 août et le 15 septembre sont de 0,40 à 0,75 %.

Remarques :

- Ces recommandations sont pour les champs en production (> 3 ans).
- Choisir les doses inférieures pour les champs en sol organique.

Centre de référence en agriculture et en agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2003. Guide de référence en fertilisation, 1ère édition. Ste-Foy, Québec, 297 p.