



L'AIL

Allium sativum



**Guide de production
sous régie biologique**

ÉDITION 2009





La réalisation du présent guide de production a été rendue possible grâce aux contributions financières obtenues dans le cadre des programmes gouvernementaux suivants.

Programme d'appui aux initiatives des tables filières québécoises

Ce programme de l'accord du *Cadre stratégique pour l'agriculture* entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) et Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) a permis de soutenir financièrement la réalisation d'un projet de réseau de collecte de données technico-économiques et commerciales auprès de dix entreprises qui ont produit des plantes médicinales sous régie biologique. Pendant une période de trois ans, le financement obtenu a permis de recueillir des données représentatives des conditions de production québécoises.

Programme du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ)

Le CDAQ a contribué financièrement au projet de réseau de collecte de données technico-économiques et commerciales, ce qui a permis d'assurer la présence d'une conseillère à la prise de données auprès des entreprises agricoles du réseau pour une période de trois ans. Ce suivi a permis de structurer la prise de données à toutes les étapes menant de la production à la mise en marché des plantes médicinales.

Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique (PSDAB)

Ce programme du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) a permis de soutenir financièrement le travail de mise en page et d'édition de neuf guides techniques de production sous régie biologique. Cette aide permettra également de rendre les guides techniques disponibles à l'ensemble des intervenants du milieu agricole et de mettre en ligne ces documents sur le site Internet de la Filière de même que sur Agri-Réseau pour une diffusion à grande échelle.

Collecte de données

Geneviève Beaudoin, agronome (2006)
Christine Ouellet, agronome (2007-2008)

Recherche et rédaction

Camille Dufresne, coordonnatrice de la Filière des plantes médicinales biologiques du Québec
Christine Ouellet, agronome

Budgets de production

Guy Beaugard, agronome

Supervision du projet

Alain Rioux, agronome

Collaboration

Luc Fontaine, agronome, conseiller aux entreprises horticoles et acéricoles et en agriculture biologique, MAPAQ Estrie
André Beaucher, producteur agricole

Entreprise participante au réseau de collecte de données

La Filière tient à remercier sincèrement Éric Giguère et Luc Potvin de l'entreprise, Les Jardins Viridis, de Maria qui ont contribué au succès de ce projet par une participation active à la collecte de données technico-économiques.

Révision linguistique

Magali Blein, consultante, Mots de passe inc.

Photographies

Geneviève Beaudoin
Camille Dufresne
Christine Ouellet

Utilisation du document

L'utilisation des données présentées dans ce guide doit être adaptée à la situation de chaque entreprise au Québec. La Filière des plantes médicinales biologiques du Québec décline toute responsabilité quant au résultat ou aux conséquences de la mise en pratique des renseignements contenus dans ce document.

La reproduction totale ou partielle de cet ouvrage, en vue de la vente ou d'une utilisation de groupe, par quelque procédé que ce soit, ne peut être faite sans l'autorisation de la Filière.

La source des données doit être citée dans tous les documents et toutes les communications de la façon suivante :
Source : FILIÈRE DES PLANTES MÉDICINALES BIOLOGIQUES DU QUÉBEC (2010). *L'ail*, Guide de production sous régie biologique, Québec, 29 p.

Ce document est disponible sur les sites Internet suivants :

FPMQ : www.plantesmedicinales.qc.ca

Agri-Réseau : agrireseau.qc.ca

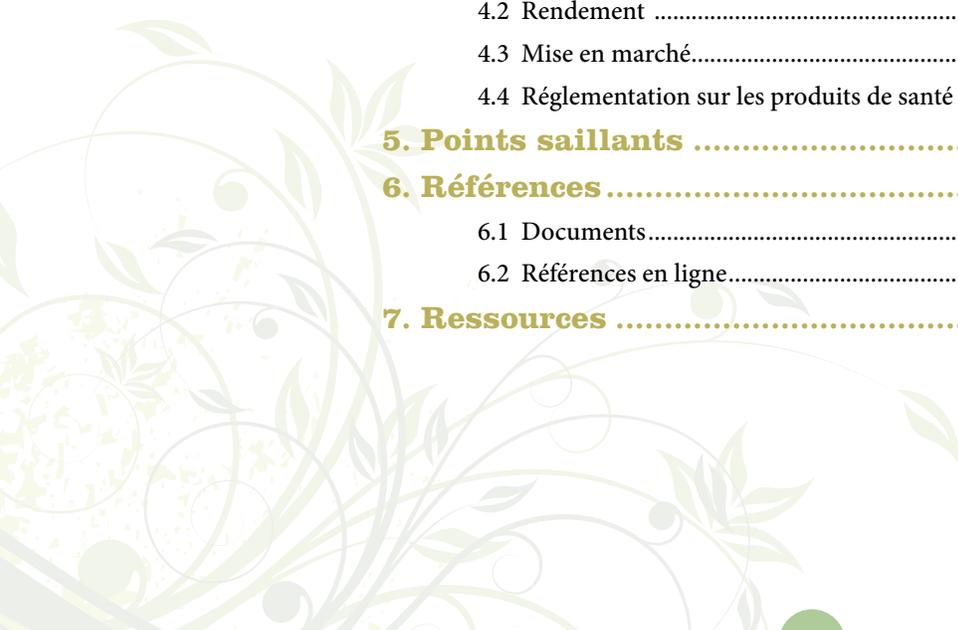
Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, février 2010



Table des matières

- 1. Description de la plante 5**
 - 1.1 Origine5
 - 1.2 Aspect botanique.....5
 - 1.3 Utilisations6
- 2. Pratiques culturales..... 7**
 - 2.1 Conditions de culture7
 - 2.2 Préparation du sol7
 - 2.3 Implantation8
 - 2.4 Plan de rotation10
 - 2.5 Entretien.....10
 - 2.6 Ravageurs et maladies.....12
- 3. Récolte et conditionnement 13**
 - 3.1 Récolte.....13
 - 3.2 Conditionnement14
 - 3.3 Transformation.....15
 - 3.4 Emballage et entreposage16
 - 3.5 Analyses et contrôle de la qualité16
- 4. Aspects économiques et mise en marché 18**
 - 4.1 Budget.....18
 - 4.2 Rendement23
 - 4.3 Mise en marché.....23
 - 4.4 Réglementation sur les produits de santé naturels24
- 5. Points saillants 25**
- 6. Références 26**
 - 6.1 Documents.....26
 - 6.2 Références en ligne.....26
- 7. Ressources 28**



1. Description de la plante

1.1 Origine

L'ail provient à l'origine d'Asie centrale. Il y a environ 10 000 ans, il s'est répandu progressivement en Extrême-Orient, en Arabie, en Égypte et dans le Bassin méditerranéen, transporté par les marchands au gré des routes commerciales. Ce bulbe est sans doute l'un des légumes les plus anciennement cultivés par l'homme qui l'utilisait autant pour son alimentation que pour sa santé.

Un lointain ancêtre, *Allium longicuspis*, croît encore dans les steppes sauvages en Afghanistan et en Iran. L'ail des bois ou trilobé, *Allium tricoccum*, une espèce indigène en Amérique du Nord, pousse en colonies dans les érablières et les sous-bois. À la suite d'une récolte commerciale intensive, il est devenu de plus en plus rare. Au Québec, il bénéficie d'une protection juridique, à titre d'espèce vulnérable. Du côté de l'Europe et de l'Asie, l'ail des ours, *Allium ursinum*, se rencontre aussi à l'état sauvage. Cependant, l'ail cultivé, *Allium sativum*, ne dérive pas directement des espèces sauvages, mais plutôt d'une très lente évolution génétique issue d'un travail de sélection par l'homme. Son nom viendrait du mot celtique « all » qui signifie chaud, brûlant.

1.2 Aspect botanique

Nom latin : *Allium sativum* L.

sous-espèce *ophioscorodon*

Nom français : Ail à tige dure, ail commun, ail cultivé, thériaque des pauvres

Nom anglais : *Garlic, common garlic*

Famille : Liliacées ou Alliées

L'ail est une plante herbacée à bulbe formé de 3 à 15 gousses appelées aussi caïeux, et qui sont en fait des bourgeons tubérisés par lesquels se fait la multiplication de la plante. L'ail cultivé se divise en deux sous-espèces connues sous le nom d'ail à tige dure (*ophioscorodon*) et ail à tige molle (*sativum*).

La première est résistante au froid et s'acclimate bien à une culture dans les régions plus nordiques. La seconde est mieux adaptée aux régions chaudes et ne produit pas de fleurs, sauf en conditions de stress (Bachmann, 2008).



Au Québec, les entreprises cultivent une variété d'ail à tige dure appelée 'Music'. L'ail à tige dure forme des hampes florales à l'extrémité desquelles se développe une ombelle de fleurs blanches ou rosées qui deviennent des bulbilles. Ces « fleurs d'ail » ainsi que les bulbes sont comestibles et font l'objet de commerce depuis quelques milliers d'années partout dans le monde.

Après la récolte, les caïeux entrent en dormance pour une courte période d'environ 2 semaines (Oregon State University, 2004). Puis, lors de la plantation à l'automne, les conditions adéquates de température et d'humidité induisent la germination des racines et de la tige. L'hiver permet la vernalisation, qui est nécessaire au développement du bulbe et à l'induction de la floraison dès l'arrivée des conditions d'humidité et de températures adéquates, au printemps suivant. Les bulbes se gonflent et se développent tout au long de l'été et viennent à maturité entre la fin de juillet et la mi-août, selon les régions.

1.3 Utilisations

L'ail est cultivé depuis des milliers d'années autant pour une utilisation culinaire que médicinale. Il compte parmi les plantes médicinales les plus anciennes. Durant la Première Guerre mondiale, l'ail a été utilisé pour combattre le typhus et la dysenterie, ainsi que comme désinfectant pour les plaies. On utilisait même le jus d'ail cru dilué afin d'éviter la gangrène. Durant la Seconde Guerre mondiale, les Russes, à court d'antibiotiques, utilisaient massivement l'ail, qui fut alors appelé « pénicilline russe ».

Dans les années 1990, de nombreuses études scientifiques ont porté sur les différents effets thérapeutiques attribués à l'ail. Les recherches ont permis de démontrer que l'alicine est l'un des principaux composants responsables de certains de ses effets thérapeutiques.

Lorsque l'ail est broyé ou haché, l'alliine, un composé inactif et sans odeur, est transformé par une enzyme, l'allinase, en alicine qui serait plutôt un composé transitoire rapidement transformé en d'autres composés sulfurés qui, eux, sont actifs dans l'organisme (Passport Santé, 2009). Cette distinction est importante, car les produits à base d'extraits d'ail qui sont offerts sur le marché affichent une teneur en alicine standardisée. Pour le producteur, la possibilité de faire analyser la teneur en ingrédients actifs de ses produits peut s'avérer importante afin de répondre aux exigences d'un éventuel acheteur.

Parmi ses nombreuses vertus médicinales, le bulbe d'ail et ses produits dérivés peuvent contribuer à faire baisser le taux de lipide sanguin et la pression artérielle, ainsi qu'à prévenir les troubles circulatoires. Selon les recherches, il abaisse le taux de sucre sanguin et empêche la formation de caillots en fluidifiant le sang. L'ail possède également des propriétés antiseptiques, antibiotiques

et parasitocides. Il entre dans la composition de remèdes contre les affections respiratoires et bronchiques, il est utile en cas d'inflammations de l'appareil digestif et s'avère bénéfique à la flore intestinale en détruisant les parasites intestinaux. Enfin, l'ail est reconnu pour renforcer le système immunitaire et rendre l'organisme plus résistant aux affections de toutes sortes.

La Commission E (Blumenthal, 2000) et l'Organisation mondiale de la santé (2003) reconnaissent au bulbe frais ou séché, ainsi qu'aux préparations qui contiennent un dosage adéquat, une utilisation contre l'hyperlipidémie et la prévention des troubles vasculaires liés au vieillissement (athérosclérose). L'ESCOP reconnaît de plus une utilisation pour rétablir une bonne circulation sanguine en cas d'insuffisance circulatoire périphérique.

Pour sa part, le Compendium des monographies (Santé Canada, 2008) mentionne que l'ail est traditionnellement utilisé pour traiter les symptômes d'infections des voies respiratoires supérieures et qu'il aide au maintien de la santé cardiovasculaire.

Les usages culinaires de l'ail sont nombreux. Aujourd'hui, les bulbes sont utilisés frais mais aussi séchés, en granules ou en poudre comme condiment. Les gousses entières peuvent être cuites à la vapeur ou au four. Le sel d'ail est très utilisé pour aromatiser les aliments.

Depuis quelques années, on trouve sur le marché, des fleurs d'ail qui sont en fait les hampes florales coupées dès leur apparition. Elles sont consommées cuites ou marinées et sont particulièrement appréciées par les Orientaux.

Au jardin, l'ail est utilisé comme fongicide, insecticide et répulsif général. Il peut être associé au chou, à l'aubergine et à la tomate. Par contre, il ne doit pas être planté près de légumineuses comme les pois et les haricots.

2. Pratiques culturales

2.1 Conditions de culture

La culture de l'ail se fait dans une large gamme de sols, mais préférablement des sols légers, bien drainés, riches en matière organique et qui possèdent une bonne capacité à retenir les éléments nutritifs ainsi que l'humidité. Les sols lourds ne sont pas recommandés puisqu'ils ont tendance à durcir lors des périodes sèches et à limiter l'expansion des bulbes qui prennent une forme irrégulière (OMAFRA, 2002). Les sols sableux et trop légers exigent une régie de culture plus rigoureuse afin d'assurer le maintien de la fertilité des sols et l'humidité nécessaire. La grosseur des bulbes est directement liée à la croissance végétative de la plante : plus la tige sera grande et développée avant l'initiation du développement du bulbe et des gousses, plus les rendements seront élevés (Oregon State University, 2004). Le pH idéal se situe entre 6,5 et 7,0 et le chaulage doit être ajusté avant la plantation. Les caïeux peuvent tolérer des gels allant jusqu'à -18° C mais il est important que l'endroit de la plantation bénéficie d'une bonne couverture de neige pour assurer un bon taux de survie (OMAFRA, 2002).



Dans le cadre du projet supervisé par la Filière, l'ail à tige dure a été cultivé dans une ferme maraîchère en Gaspésie. Situé en zone 4, le terrain était un loam

argileux avec une bonne proportion de sable. Une première parcelle de 0,2 ha a été plantée en 2006. La parcelle de 0,2 ha cultivée en 2007 avait le même profil de sol mais contenait plus de cailloux. Le sol avait un bon drainage naturel, le pH était approximativement de 6,5 et une fertilisation adéquate a été faite en fonction des analyses de sol. La couverture de neige a toujours été abondante et les conditions de culture ont été adéquates pour ce type de production.

2.2 Préparation du sol

La préparation du sol doit être adéquate de façon à éliminer les mauvaises herbes vivaces, à amender le sol en matière organique et à ajuster le pH. Selon les conditions de départ, la culture d'engrais verts, successifs ou non, augmente l'activité biologique et allège le sol, tout en évitant le lessivage de plusieurs éléments fertilisants. Le choix de la moutarde, riche en soufre, peut favoriser une augmentation du principe actif recherché dans les bulbes, à savoir l'allicine. Un engrais vert de trèfle, seul ou combiné avec de l'avoine, assure un apport d'azote adéquat au cours de la croissance de l'ail. Lors de l'enfouissement des engrais verts, du fumier décomposé ou du compost sont appliqués au sol. Celui-ci est ensuite hersé de façon à constituer un sol friable sur une profondeur de 15 cm. La culture sur buttes est recommandée pour les sols dont le ressuyage du printemps est lent. Cette pratique favorise un drainage adéquat autant au printemps qu'à l'automne, tout en évitant des accumulations d'eau en période hivernale. En effet, une telle accumulation, en gelant, peut provoquer une asphyxie des bulbes.

Tout au long du projet supervisé par la Filière, les sols ont été amendés avec des engrais verts successifs et du compost. Lors de la première année du projet, le seigle d'automne a été semé en 2005, suivi, en 2006, de deux autres engrais verts. Le premier était un mélange d'avoine et de pois et le second, un mélange de moutarde blanche et d'avoine. En 2007, la deuxième année du projet, une culture de vesce a été suivie d'un engrais vert composé de moutarde blanche et d'avoine.

Durant les deux premières années, le compost a été épandu avant le semis du dernier engrais vert et enfoui à l'aide d'une charrue conventionnelle. Le sol a été ensuite hersé, puis préparé en buttes pour la plantation de l'ail.



En 2007, le dernier engrais vert de moutarde blanche et d'avoine a été semé vers la mi-août, laissé au sol comme paillis végétal pour retenir les éléments nutritifs du sol, le protéger contre l'érosion et contrôler les mauvaises herbes au printemps suivant. Des sillons ont été creusés directement sur l'engrais vert à l'aide de deux disques à 45° pour y planter l'ail. La moutarde et l'avoine étant des plantes annuelles, elles ont été détruites par le froid au cours de l'hiver. Cette pratique a eu de bons résultats au moment de la plantation et la présence de la végétation n'a pas compliqué le travail. Au printemps suivant, la reprise de l'ail a été très bonne après la fonte des neiges et les résidus végétaux n'ont pas nui à son débournement.

Cependant, en 2008, les conditions climatiques extrêmement pluvieuses et fraîches ont empêché les producteurs d'effectuer les travaux de désherbage, selon le calendrier habituel. Les mauvaises herbes n'ont pu être complètement contrôlées. Ainsi, il a été impossible d'évaluer l'efficacité du paillis végétal laissé au sol en raison de cette situation exceptionnelle.

En 2006, un essai de culture de moutarde blanche comme engrais vert a été recommandé par un conseiller agricole afin d'améliorer la teneur du sol en soufre. Étant donné que les crucifères concentrent le soufre,

l'hypothèse avancée était que cette pratique pouvait faire augmenter la teneur en ingrédient actif (allicine) des bulbes. Les résultats ont effectivement été positifs.

2.3 Implantation

L'implantation d'une culture d'ail s'effectue à partir de caïeux qui sont obtenus par l'éclatage des bulbes. Quelques entreprises québécoises, souvent des producteurs d'ail, vendent des bulbes de la variété 'Music', la plus rustique au Québec.

L'ail 'Music' fait partie d'un groupe de variétés d'ail à tige dure appelé 'Porcelaine'. Les bulbes se conservent bien pendant 8 ou 9 mois, ils sont de couleur blanc satiné et contiennent 4 ou 5 gros caïeux. Le rendement est de 4:1, c'est-à-dire que chaque caïeu planté donnera un bulbe d'ail. Son goût est incomparable et il résiste bien à la rigueur de l'hiver et aux maladies.

En Ontario et aux États-Unis, on peut trouver un plus grand choix de variétés, mais il faut s'assurer qu'elles ont fait leur preuve sous notre climat. Une liste de fournisseurs est disponible sur le site Internet du gouvernement de l'Ontario. Un projet d'évaluation de 10 variétés est actuellement en cours aux États-Unis. La référence est donnée dans la section « Ressources » du présent document.

Afin de minimiser les coûts d'approvisionnement, le producteur peut chaque année conserver une certaine quantité de bulbes pour la plantation les années suivantes. Au Québec, on sème l'ail entre le 15 septembre et le 15 octobre, et on le récolte en juillet de l'année suivante (Passeport Santé, 2009). Les caïeux de semences doivent être conservés sous forme de bulbes entiers jusqu'à la plantation, car ils se détériorent plus rapidement une fois détachés du bulbe. L'augmentation de l'oxygène au niveau du plateau basal (d'où émergent les racines) cause une croissance hâtive des racines qui peuvent pourrir si elles ne sont pas dans le sol.

Dans le cadre du projet supervisé par la Filière, les bulbes pour l'ensemencement ont été sélectionnés au champ, dès la récolte. Les bulbes les plus gros, comprenant 4 à 5 caïeux et exempts de maladie, moisissures

ou blessures, étaient réservés à cette fin. Ces bulbes ont été entreposés jusqu'à la plantation, soit pendant 4 à 6 semaines, à un taux d'humidité entre 65 et 70 % et à une température de 10° C. En effet, comme l'ail germe rapidement entre 4 et 10° C, l'entreposage prolongé dans ces conditions doit être évité. De plus, un entreposage à une température en dessous de 4° C produira des bulbes rugueux et entraînera le développement de tiges latérales lors de la croissance, ainsi qu'une maturité tardive (Oregon State University, 2004).

L'éclatage des bulbes se fait à la main ou à la machine. Cette opération qui consiste à détacher les caïeux du bulbe, un à un, se réalise plus aisément avec des bulbes secs qu'avec des bulbes humides. L'éclatage à la machine peut endommager les caïeux (OMAFRA, 2002) et la membrane qui les entoure. Celle-ci doit demeurer intacte, car elle agit comme agent protecteur une fois dans le sol. Certaines planteuses mécaniques n'admettent que des caïeux qui ont été classés par taille ou par poids pour améliorer l'efficacité de la plantation. Il est préférable de choisir les plus gros caïeux puisqu'ils contiennent davantage d'hydrates de carbone qui sont nécessaires à une croissance vigoureuse de la tige et des racines, indépendamment des conditions, et donneront à la récolte de plus gros bulbes. Il n'y a pas de traitement efficace des caïeux d'ail contre les maladies au champ. Il est donc primordial de choisir des caïeux sains et en bon état (OMAFRA, 2002).

La plantation manuelle est la méthode la plus fréquente, mais il existe aujourd'hui plusieurs modèles de planteuses mécaniques et pneumatiques importées (ERME, 2008). Des planteuses de conception artisanale et des planteuses modifiées ont été mises à l'essai par certains producteurs ontariens, mais sans succès probant (OMAFRA, 2002).

Les caïeux sont plantés la pointe vers le haut, à une profondeur de 5 à 10 cm, en fonction de la couverture de neige. Pour la culture en rangs, simples ou doubles, l'espacement entre les gousses varie de 10 à 15 cm et l'espacement idéal entre les rangs se situe entre 20 et 25 cm ou selon les variétés utilisées et les équipements de désherbage employés (OMAFRA, 2002). Pour la culture

en plates-bandes, l'espacement est de 12 cm sur 20 cm. Une densité plus élevée exige un niveau de fertilité plus élevé afin de ne pas réduire le rendement ou la grosseur des bulbes. Pour une plantation de 1 ha, la quantité de caïeux de semences nécessaire varie entre 700 et 1000 kg selon le poids moyen des caïeux et la densité de plantation (OMAFRA, 2002).

Un paillis peut être utilisé afin de protéger la plantation contre les variations de températures hivernales et les cycles de gel et de dégel. Un paillis aide également à prévenir les mauvaises herbes, il contrôle l'humidité et empêche l'érosion des sols (Bachmann, 2008).



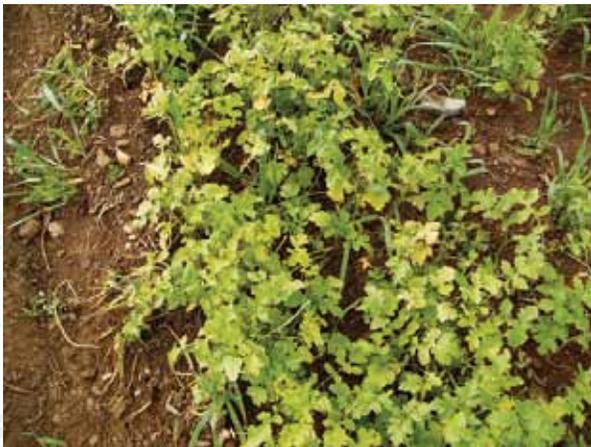
La paille ou les feuilles mortes peuvent être utilisées, bien que la récolte mécanique puisse être alors plus difficile. Une plante de couverture annuelle, comme l'avoine, peut être semée en août et servir de paillis vivant jusqu'à ce qu'elle soit détruite par le gel. Les sillons de plantation sont alors pratiqués à même la culture d'avoine.

Dans le cadre du projet supervisé par la Filière, les bulbes d'ail ont été éclatés à la main par les producteurs quelques jours avant la plantation. En 2006, la plantation a été faite à la main du 30 septembre au 7 octobre, soit un peu plus tôt qu'à l'habitude, pour permettre à l'ail de mieux s'enraciner. En 2007, la plantation a été faite les 21, 22 et 30 septembre. L'espacement était de 33 cm entre les rangs et de 10 cm sur le rang. La profondeur de

plantation était de 5 cm. La densité de plantation était de 1428 kg/ha en 2006 et de 1186 kg/ha en 2007, ce qui est au-delà de ce que l'on recommande dans la documentation (OMAFRA, 2002). Malgré cela, les bulbes obtenus ont été d'un bon calibre et, dans les deux cas, le taux de reprise a été très bon.

2.4 Plan de rotation

Une rotation de culture diversifiée d'environ 5 ans est nécessaire pour éviter le développement de maladies, l'appauvrissement du sol et la baisse de rendement. En production maraîchère, l'ail s'insère bien entre la culture des légumes qui ne font pas partie de la famille des Liliacées (oignon, poireau, échalote, etc.). Il peut être planté après une culture de pommes de terre ou de céréales protéagineuses (soya, pois) et il est un bon précédent pour une céréale ou un légume feuille. Les engrais verts sont un atout, car ils contribuent à stimuler l'activité biologique responsable de la bonne circulation des éléments nutritifs. Les cultures de la famille des Brassicacées (chou, moutarde) peuvent contribuer à enrichir la teneur en soufre de la couche arable.



Dans le cadre du projet supervisé par la Filière, la rotation des cultures s'est échelonnée sur trois ans : un an de sarrasin, un an d'engrais vert de légumineuses et un an de légumes sarclés, dont l'ail. La parcelle d'ail récoltée en 2007 était la première année de culture sur cette parcelle. Il y a eu deux ans de foin suivis de deux séquences d'engrais verts : avoine-pois et moutarde blanche-

avoine. La rotation type visée est un an de trèfle, un an de jachère-engrais vert, un an d'ail et un an de légumes racines. Ainsi, l'ail étant principalement cultivé comme un légume, il peut très bien s'inscrire dans une rotation impliquant des cultures maraîchères.

2.5 Entretien

Fertilisation et amendement

L'ail est une plante très exigeante et le sol doit comporter un large éventail d'éléments nutritifs disponibles tout au long de la croissance. Le sol doit être amendé avec un compost mature bien équilibré en éléments majeurs (azote, phosphore et potassium). Une analyse de sol permet de planifier le plan de fertilisation en fonction des ressources disponibles de pair avec une analyse de compost.

L'azote est utilisé par la plante surtout pour le développement des tiges. Il ne doit pas être appliqué après que les bulbes ont commencé à se former ni lorsque la plante a quatre feuilles (Bachmann, 2008), ce qui encouragerait la croissance végétative au détriment du gonflement des bulbes. Dans la documentation spécialisée, on recommande des applications fractionnées, à l'automne et au printemps, variant entre 70 et 125 kg d'azote à l'ha, selon les précédents culturaux et le contenu en matière organique. Ainsi, une application printanière de fumier de poule séché, approuvé par les organismes de certification biologique, peut compléter le compost utilisé en automne.

Le phosphore permet le développement des racines et l'établissement de la plante au début de son cycle de croissance. Il doit être appliqué ou disponible au moment de la plantation. On le trouve dans le compost et on peut ajouter du phosphate de roche pour combler les besoins. Les quantités recommandées peuvent varier entre 112 et 225 kg/ha de P205. Le potassium est nécessaire au développement du bulbe et au stockage des hydrates de carbone. Il est également présent dans le compost et les doses recommandées varient entre 0 et 168 kg/ha de K2O (Oregon State University, 2004).

Lors des expériences réalisées dans le cadre du projet supervisé par la Filière, l'enrichissement du sol, avant

la plantation, reposait sur les engrais verts successifs avec des légumineuses, puis sur le compost, fabriqué à la ferme. Le compost était constitué de fumier de bovin pailleux, de bois raméal fragmenté, de résidus de feuilles provenant de la collecte municipale et de préparats biodynamiques. Les doses d'application de compost ont été de 37 t/ha en 2007 combinées à 370 kg/ha de Sulpomag et de 15 t/ha en 2006 combinées à 2,5 t/ha de chaux.

Durant la saison de croissance en 2007, 121 kg/ha d'Actisol 4-4-2 ont été fractionnés en trois applications complétées avec 47 kg/ha de Biogro 9-3-5 à la dernière application. En 2008, 157 kg/ha d'Actisol ont été fractionnés en deux applications.

La fertilisation est effectuée en fonction des analyses de sol et des besoins nutritifs de l'ail. En 2007, l'ail présentait les symptômes de carence suivants : feuilles aux pointes jaunies et quelques points jaunes sur le limbe de quelques feuilles. Aucune analyse du feuillage n'a cependant été effectuée. L'explication retenue de ces symptômes est un manque d'eau occasionné par une période sèche qui a duré de la mi-avril à la mi-juin qui aurait causé un ralentissement de l'absorption des éléments azotés par la plante.

Désherbage

L'ail est une plante peu compétitive et elle doit conserver son avantage sur les mauvaises herbes qui nuisent au rendement, à la qualité des bulbes et à la récolte mécanique (Bachmann, 2008). Ainsi, le désherbage doit être fait dès que le sol peut être travaillé, par le passage d'une herse étrille ou d'un peigne, même si l'ail pointe, afin d'éliminer une première génération de mauvaises herbes annuelles sur les rangs. Les sarclages mécaniques entre les rangs doivent être pratiqués par la suite et au besoin, sans trop s'approcher des rangs pour ne pas blesser les bulbes en formation. Le sarclage manuel peut être nécessaire sur les rangs. Le désherbage thermique peut être pratiqué lorsque la plante est plus mature afin de ne pas nuire à son développement (Bachmann, 2008).



Dans le cadre du projet supervisé par la Filière, les mauvaises herbes ont été contrôlées au début de la saison sur le rang et entre les rangs avec un peigne, utilisé en post-levée. Cette pratique a permis de détruire les annuelles en germination ainsi qu'une partie des jeunes vivaces, peu développées. Les pattes d'oie ont été passées à trois reprises entre les rangs au cours de la saison de croissance, jusqu'à ce que la hauteur des tiges d'ail ne permette plus le passage de la machinerie. Le désherbage mécanique a été complété avec quelques désherbages manuels. Cette pratique a donné de bons résultats en 2007. En 2008, les conditions pluvieuses ont limité les sarclages mécaniques ce qui a favorisé la croissance et l'envahissement des mauvaises herbes. Le contrôle a été moins efficace et cela a entraîné une baisse de rendement considérable.

Irrigation

Les besoins en eau sont importants durant la période végétative de la plante et au moment de la formation des bulbes, car un stress hydrique entraîne une perte de rendement (OMAFRA, 2002). L'apport recommandé est de 25 mm par semaine et les sols sableux doivent être irrigués plus souvent vu leur faible capacité à retenir l'humidité. Des arrosages excessifs ou des sols constamment gorgés d'eau peuvent entraîner le développement de maladies fongiques (Oregon State University, 2004). Les moments appropriés pour l'irrigation sont le matin ou en mi-journée afin de permettre au feuillage de sécher

avant la nuit. Il est recommandé de cesser l'irrigation 2 à 3 semaines avant la récolte.

Aucune irrigation n'a été effectuée à la ferme qui participait au projet, car les précipitations ont été suffisantes, à l'exception d'une courte période en 2007. Malgré cela, les rendements n'ont pas semblé avoir été affectés.

2.6 Ravageurs et maladies

Maladies

Il existe plusieurs maladies fongiques et virales qui s'attaquent à l'ail tout comme aux autres légumes de la famille des Liliacées. Entre autres, la pourriture fusarienne, *Fusarium cumorum*, s'attaque au plateau du bulbe et aux racines, et se développe généralement dans un sol chaud et humide. Les premiers symptômes se manifestent par le jaunissement de la pointe des tiges et évoluent vers le dépérissement des racines qui brunissent et se vident de leur contenu. Les spores du champignon se trouvent en dormance dans le sol et sur des résidus de plantes. Dans ce cas, une rotation de culture avec des plantes de familles différentes des Liliacées est indiquée (OMAFRA, 2002).

Les autres maladies reconnues pour attaquer l'ail sont la moisissure blanche, *Sclerotinia cepivorum*, et les maladies causées par le champignon *Botrytis*. Les maladies causées par *Penicillium*, dont les symptômes sont des moisissures bleu-vert à la base du bulbe, s'attaquent surtout aux caïeux durant l'entreposage (OMAFRA, 2002). Le meilleur moyen de prévenir la maladie est de semer des caïeux sains et non infectés.

Les virus sont présents dans pratiquement toutes les variétés d'ail, mais à l'état latent seulement à moins que l'ail ne subisse un stress ou que sa croissance ne soit interrompue (OMAFRA, 2002). Les virus se propagent, entre autres, par les pucerons. Les symptômes se reconnaissent par un jaunissement du feuillage sous forme de mosaïques, marbrures, mouchetures ou de stries. L'utilisation de semences saines, une bonne régie de fertilisation et d'irrigation sont les moyens efficaces de prévenir ou de limiter l'apparition des maladies virales (OMAFRA, 2002).

En général, la ferme impliquée dans le projet supervisé par la Filière n'a pas connu de problème de maladie de l'ail, sans doute grâce à la sélection de semences saines et aux longues rotations de culture permettant d'assainir le sol. Cependant, en 2008, des moisissures se sont développées, d'abord sur le feuillage, puis à extrémité des hampes florales sectionnées lors de la récolte des fleurs d'ail, pour finalement évoluer vers les bulbes et entraîner leur pourrissement, dans le pire des cas. Les conditions météorologiques sont principalement en cause puisque les précipitations abondantes et les températures fraîches de l'été ont favorisé le développement de moisissures. Aucun traitement n'a été fait et probablement qu'aucun n'aurait été efficace en raison des pluies soutenues et fréquentes.

Insectes ravageurs

Les insectes qui s'attaquent généralement aux oignons sont susceptibles de causer des dommages à l'ail. Les larves de la mouche de l'oignon, *Delia antiqua*, les thrips de l'oignon, *Thrips tabaci*, et les vers fils de fer sont les plus dommageables dans les cultures commerciales d'ail (Bachmann, 2008). Les thrips de l'oignon causent des dommages aux feuilles et aux autres parties de la plante qui laissent couler la sève dont les insectes se nourrissent. Les plants atteints finissent par flétrir et mourir (Bachmann, 2008). Ces insectes se réfugient dans les mauvaises herbes en sénescence qui se trouvent autour des champs et la fauche s'avère nécessaire pour détruire leur habitat. La coccinelle est un prédateur naturel des thrips de l'oignon et il est important de favoriser un habitat adéquat à son développement. L'huile de Neem (extrait d'*Azadirachta indica*) est efficace et doit être utilisée au début du cycle de croissance de l'ail, en cas d'infestation et en dernier recours (Bachmann, 2005). Ce produit n'est pas homologué pour cet usage au Canada.

La teigne du poireau, *Acrolepiopsis assectella*, s'attaque aussi aux feuilles de la plante en creusant des galeries et cause parfois des distorsions. Les tiges et les bulbes peuvent aussi être attaqués et les dommages causés deviennent des portes d'entrée aux champignons et aux bactéries pathogènes secondaires. Dans le cadre du projet supervisé par la Filière, aucun insecte nuisible ne s'est attaqué à l'ail.

3. Récolte et conditionnement

3.1 Récolte

La récolte des bulbes se fait de la mi-juillet à la mi-août, lorsque les feuilles inférieures commencent à faner et à pointer vers le bas et qu'il reste 5 ou 6 feuilles vertes sur la tige qui en compte généralement 8 à 10 pour la variété 'Music' utilisée dans les essais. Au-delà de ce stade, les membranes qui entourent et protègent le bulbe risquent d'être désagrégées et craquelées, ce qui nuira à la conservation des bulbes qui risquent de pourrir.

Les bulbes doivent être déterrés pour juger de leur maturité. Ils doivent être complètement formés et les membranes doivent mouler le bulbe. À chaque feuille verte qui demeure sur la tige correspond une membrane intacte sur le bulbe qui le protégera durant la récolte et l'entreposage. Une récolte plus hâtive est préférable à une récolte tardive, car elle peut être compensée par des conditions de séchage et de triage appropriées. Cependant, les bulbes trop immatures risquent de ratatiner durant le séchage.



La récolte peut être manuelle, semi-mécanisée ou entièrement mécanisée. Pour les superficies importantes, la récolte semi-mécanisée est généralement pratiquée. Elle consiste à soulever et à déchausser les bulbes à l'aide d'une tige de soulèvement traînée par un tracteur, de façon à faciliter l'arrachage manuel subséquent, sans

risquer de briser les bulbes ou de déchirer les tiges. Une récolte entièrement mécanisée est réalisable avec un appareil qui arrache les bulbes, tranche les feuilles et débarrasse les bulbes de la terre et des débris. Cependant, cette pratique est peu commune au Québec et en Ontario, et elle s'applique à la culture de l'ail à tige molle. Certains fabricants peuvent produire des récolteuses à rangs simple ou double.



Dans le cadre du projet supervisé par la Filière, la récolte de l'ail a été semi-mécanisée. D'abord, les bulbes ont été soulevés à l'aide d'une tige à une pointe attelée à l'arrière d'un tracteur, afin d'alléger la terre et de faciliter l'arrachage. Cette tige est en fait une barre de fer de type sous-soleuse (sans patte d'oie), qui pénètre entre 5 et 7,5 cm de profondeur dans le sol. Ensuite, les bulbes ont été arrachés à la main, puis secoués pour enlever l'excédent de terre et, enfin, déposés sur le sol. Les tiges ont été laissées au champ durant 7 jours pour un premier séchage qui permet la translocation des sucres contenus dans les tiges vers les bulbes où ils servent de réserves. La récolte manuelle requiert beaucoup de temps et de main-d'œuvre, et compte pour une grande part des coûts de production, au même titre que la plantation.

Les hampes florales apparaissent vers la mi-juin. Elles doivent être cassées avant l'épanouissement de l'ombelle de fleurs pour favoriser le développement du bulbe.



Elles sont comestibles et d'un goût savoureux. On les retrouve sur le marché sous le nom de « fleur d'ail » ou « fleurette d'ail ». Certaines entreprises en font aussi la transformation.



Dans le cadre du projet supervisé par la Filière, les fleurs d'ail ont été récoltées chaque année vers la mi-juillet. Cette opération a été faite à la main et a demandé beaucoup de temps. Malgré cela, la fleur d'ail fraîche est un produit prisé sur le marché alimentaire et sa vente représente une source de revenus additionnelle pour cette production. Une fois récoltées, les fleurs d'ail ont été entreposées au frais et ont été vendues graduellement sur le marché déjà établi par les producteurs.

3.2 Conditionnement



La maturation des bulbes prend 7 à 10 jours. Il faut laisser les bulbes entiers afin de permettre la translocation des sucres de la tige vers le bulbe. Un premier fanage est effectué en laissant les plants sur le sol, en les protégeant des intempéries par les tiges des autres bulbes. Après quelques jours, on peut disposer les bulbes soit en bottes suspendues ou sur des claies ou treillis dans un endroit sec, chaud et bien ventilé (Le Petit Mas, 2009). On peut sécher les bulbes avec ou sans les tiges. Selon un producteur, les bulbes séchés avec la tige seront plus fermes et de meilleure qualité.



Dans le cadre du projet supervisé par la Filière, après la récolte, les racines des bulbes ont été coupées au-dessus du plateau racinaire et leurs tiges ont été coupées à 5 cm, avant d'être placées dans des filets à oignons d'un format de 25 kg pour être séchées dans un silo à grain ventilé. Cette technique de séchage a donné de très bons résultats et à peu de frais. Il est important cependant de ne pas compacter les bulbes (pas plus de 10 ou 12 cm d'épaisseur lorsque le sac est étalé à plat sur l'aire de ventilation) pour permettre une bonne ventilation. Dans le silo, le séchage des bulbes entiers prend environ 15 jours en plus d'une centaine d'heures de ventilation réparties pendant les périodes chaudes et sèches. Cette période pourrait être raccourcie si on disposait d'une source de chaleur localisée à l'admission d'air du silo.

Il ne faut pas laver les bulbes, sous peine d'en affecter la maturation et la conservation. Les bulbes malades ou endommagés doivent être séparés immédiatement des bulbes sains.

Lorsque les bulbes sont secs, que les cols sont scellés et que les membranes sont sèches et cassantes, l'excédent de terre ainsi que les membranes endommagées doivent être enlevés par brosseage léger ou en supprimant quelques pelures. Cette étape peut être effectuée juste avant la vente, en enlevant ces parties avec un aspirateur tout en brassant les bulbes. Il est important de conserver le plus de membranes intactes possible.

3.3 Transformation

L'ail destiné au marché médicinal doit être transformé rapidement après le séchage des bulbes, afin de conserver la teneur en principes actifs. En effectuant cette transformation rapidement, on limite également les impacts que l'évolution physiologique de l'ail pourrait avoir sur l'apparence du produit fini. En effet, le marché recherche une poudre d'ail blanche qui pourrait être difficile à obtenir si l'ail a commencé à germer avant la transformation.

Il y existe une grande variation dans la teneur en principes actifs entre l'ail frais et l'ail transformé en fonction des techniques de transformation et de l'endroit où l'ail a

été cultivé. Les suppléments d'ail retrouvés sur le marché sont à base d'ail frais, déshydraté, lyophilisé ou d'huile. Les produits à base d'ail doivent être standardisés afin d'assurer leur efficacité sur la santé.

Au Québec, l'industrie n'est pas structurée pour transformer de l'ail à grande échelle pour le marché médicinal. Quelques entreprises transforment l'ail pour une utilisation culinaire comme condiment. Une entreprise québécoise qui produit des fines herbes séchées utilise un séchoir avec un système de déshumidification et une recirculation de l'air. L'ail séché de cette façon donne un produit de grande qualité, qui est par la suite réduit en granules, en poudre et en sel d'ail.



Dans le cadre du projet de réseau, la Filière a procédé à un essai de transformation pour évaluer la qualité du produit obtenu. Les bulbes ont d'abord été séparés en caïeux et nettoyés du maximum de membranes. Puis l'ail a été tranché à l'aide d'un robot culinaire commercial et séché dans un séchoir avec une source de chaleur et une ventilation adéquates. Le résultat a donné un produit intéressant sous forme d'ail tranché, séché. Cependant, cet essai s'est effectué avec un échantillon d'ail qui avait été entreposé pendant quelques mois. L'ail avait commencé à germer et le produit obtenu n'était pas parfaitement blanc.

Une autre technique qui pourrait être expérimentée pour sécher l'ail est la lyophilisation. Ce procédé consiste à extraire l'eau des aliments par sublimation et désorption. Le résultat donne un produit stable, qui préserve les propriétés physiques et chimiques de l'ail et qui peut être transporté à une température ambiante. Actuellement, au Québec, les installations qui peuvent effectuer ce traitement sont peu nombreuses et le coût est très élevé. Le marché pour ce type de produit n'est pas connu.

3.4 Emballage et entreposage

Les bulbes d'ail doivent être entreposés dans un endroit dont le taux d'humidité se situe entre 50 et 60 % et dont la température est de 18 à 21° C. L'ail 'Music' se conserve bien d'une récolte à l'autre. Il faut éviter de laisser les bulbes au froid sauf s'ils servent à l'implantation d'une nouvelle production (Le Petit Mas, 2009).

Conserver les bulbes dans un milieu trop humide est propice à la sporulation des moisissures de l'espèce *Penicillium* qui présente une couleur bleu-vert entourée de mycélium et une humidité trop faible causera la déshydratation des bulbes (Bachmann, 2008). Il est important de maintenir la température et le taux d'humidité toujours constants afin d'éviter l'induction de la germination. Une bonne circulation d'air entre les bulbes favorise la durée de la conservation. Les sacs d'oignons ajourés sont idéals pour l'entreposage.

3.5 Analyses et contrôle de la qualité

Contrôle de la qualité

Le contrôle de la qualité est en premier lieu organoleptique : l'arôme, la saveur, et la couleur du produit frais ou transformé font foi des bonnes pratiques qui ont été appliquées de la récolte jusqu'à la vente du produit final. Toute odeur, trace ou présence d'insectes ou de moisissures peut évidemment disqualifier le produit auprès des acheteurs. La détection visuelle de corps étrangers et de matériel végétal douteux peut entraîner le refus d'un lot par l'acheteur. En ce qui concerne les bulbes d'ail, la qualité du produit séché est très importante pour

assurer la mise en marché. Les résultats des analyses microbiologiques doivent respecter les normes.

La propreté et les conditions d'hygiène lors de la culture, de la récolte et de toutes les étapes de transformation subséquentes sont très importantes, d'autant plus que le produit est destiné à la consommation humaine pour le maintien de la santé. Le meilleur moyen de prévenir les refus de produits et les atteintes à la réputation, qui peuvent anéantir des années d'efforts, est d'implanter un système rigoureux et complet de gestion de la qualité, de l'utiliser et de le tenir à jour.

Les ennemis du maintien de la qualité durant le transport sont la rupture des emballages, l'humidité et les odeurs étrangères. Les emballages de transit doivent aussi protéger la matière première de toute contamination. Ainsi, les transporteurs doivent se porter garants de la propreté des véhicules pour l'intégrité des produits, à l'aide de connaissances de livraison.

L'exposition au gel ou à des excès d'humidité peut permettre l'entrée de vapeur d'eau dans les emballages et occasionner de la condensation à l'intérieur. Il est donc préférable durant la saison froide que les transporteurs utilisent des boîtes de transport tempérées et isolées.

Chaque récolte doit faire l'objet d'une analyse microbiologique comprenant les paramètres suivants : compte total; levures et moisissures; *E.coli*; *Staphylococcus aureus*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Salmonella spp.* Selon la quantité récoltée, il peut être nécessaire de prélever plusieurs échantillons dans des lots différents.

Souvent les acheteurs exigeront d'obtenir les résultats des analyses. Des laboratoires spécialisés effectuent ce travail dans plusieurs villes de la province. Quelques entreprises sont mentionnées dans la section « Ressources » du présent document. La présence de bactéries pathogènes peut dénoter un manque d'hygiène ou l'infestation des installations par des rongeurs ou des insectes, ce qui est évidemment inacceptable.

En ce qui concerne l'ail cultivé dans le cadre du projet supervisé par la Filière, étant donné les essais de transformation (nettoyage, séchage, coupe), il a été convenu de faire analyser le produit final pour vérifier la salubrité

au cours des différentes opérations. Dans ce cas-ci, tous les échantillons respectaient les normes de Santé Canada dictées pour l'industrie.

Santé Canada a, pour sa part, publié un document de référence intitulé Preuves attestant de la qualité des produits de santé naturels et finis. On y trouve des renseignements qui aideront les demandeurs de licence de mise en marché à déterminer les preuves nécessaires au soutien de la qualité des produits de santé naturels et finis. Un tableau fait également état des limites d'acceptation des contaminants microbiologiques et chimiques. Cet ouvrage est disponible sur Internet à l'adresse indiquée dans la section « Références » du présent document.

Analyse d'ingrédients actifs

Le marché de l'ail utilisé à des fins médicinales a certaines exigences en ce qui concerne le taux d'ingrédients actifs présents dans les produits. Différentes sources d'information donnent quelques précisions à ce sujet.

Un auteur australien (Eagling, 2000) mentionne que la teneur en alicine devrait être d'au moins 4,5 mg/g de produit frais pour avoir un intérêt pour l'industrie. Santé Canada recommande une dose correspondant à 2 ou 5 mg/g d'allicine dans les préparations pour obtenir les effets souhaités. Enfin, une autre source mentionne que généralement un extrait standardisé devrait fournir entre 3,6 mg et 5,4 mg d'allicine par gramme de poudre (Passeport Santé, 2009). Il est à noter que la variété 'Music' est réputée pour avoir un taux d'allicine élevé (Saskatchewan Agriculture and Food, 2004).

Dans le cadre du projet supervisé par la Filière, des échantillons des récoltes de 2006 et de 2007 ont été analysés. Les résultats sont transposés ci-dessous.

Date et échantillon	Résultat base sèche	% humidité	Résultat calculé
22 fév. 2007 (récolte 2006)	0,31 % alicine	43 %	2,1 mg/g produit
22 fév. 2007 (récolte 2006)	0,30 % alicine	43 %	2,0 mg/g produit
11 oct. 2007 Ech. 1*	0,48 % alicine	41 %	3,4 mg/g produit
11 oct. 2007 Ech. 2*	0,45 % alicine	44 %	3,1 mg/g produit
11 oct. 2007 Ech. 3*	0,48 % alicine	45 %	3,3 mg/g produit

Remarque* : Ail de semence de trois fournisseurs différents.

La différence de teneur en alicine entre les deux années de récolte peut être expliquée par divers facteurs. Deux hypothèses ont, entre autres, été envisagées. La première repose sur le fait que l'analyse de l'ail de la récolte de 2006 a été effectuée 6 mois après la récolte par opposition à 2 mois dans le cas de la récolte de 2007, ce qui peut avoir eu un effet sur la dégradation du principe actif durant l'entreposage. La seconde hypothèse repose sur le fait qu'en 2007, les producteurs ont expérimenté une semence de moutarde blanche comme engrais vert avant la plantation d'ail afin d'augmenter la teneur en soufre du sol, ce qui, selon la documentation spécialisée, pourrait avoir comme autre conséquence une augmentation de la teneur en alicine. Les résultats obtenus démontrent en effet une augmentation du taux d'allicine en 2007, mais les données restent trop partielles pour conclure au succès de cette pratique. L'expérience serait sûrement intéressante à répéter.

L'établissement des standards et les analyses biochimiques représentent un coût important pour une entreprise. Quelques laboratoires sont mentionnés dans la section « Ressources » du présent document.

4. Aspects économiques et mise en marché

4.1 Budget

TABLEAU 1

Budget ail d'automne biologique à l'hectare						
Article	Qté	Prix	Unité	Coûts totaux	Débours l'hectare	Par kg
A- PRODUITS (1)						
Ail frais (kg)	3784	10,00 \$	1		37 843,37 \$	
Fleurs d'ail (kg) (2)	276	6,61 \$	1		1 822,21 \$	
TOTAL PRODUITS (A)	3784			Prix moyen :	39 665,58 \$	10,48 \$
B- DÉBOURS						
1-APPROVISIONNEMENTS						
Pierre à chaux (t) 1/3	2,5	35,00 \$	1		86,49 \$	
Achat de fumier (t)	80	3,69 \$	1		296,52 \$	
Préparats					12,36 \$	
Fertilisants Actisol (kg)	522	0,43 \$	1		224,62 \$	
Engrais verts : (2 semis)						
Pois fourrager (kg)	137	2,13 \$	1		292,11 \$	
Avoine (kg)	220	1,25 \$	1		274,90 \$	
Moutarde blanche (kg)	137	1,70 \$	1		233,14 \$	
Seigle (kg)	220	1,75 \$	1		384,86 \$	
Semences d'ail (kg)	988	10,55 \$	1		10 427,62 \$	
Total					12 232,60 \$	3,23 \$
2-OPÉRATIONS (3)						
				À forfait	Coûts variables	
Fabrication de compost						
Chargement du fumier (m ³)	148	0,81 \$	1	283,18 \$	120,09 \$	
Mise en tas (m ³)	148	1,28 \$	1	524,84 \$	189,77 \$	
Chargement compost (m ³)	111	0,81 \$	1	212,01 \$	89,91 \$	
Mise en tas (m ³)	111	1,28 \$	1	392,94 \$	142,08 \$	
Total					541,85 \$	0,14 \$

Budget ail d'automne biologique à l'hectare						
Article	Qté	Prix	Unité	Coûts totaux	Débours l'hectare	Par kg
1^{er} engrais vert						
Labour 3 versoirs (loam)				84,86 \$	36,39 \$	
Vibroculteur			2 fois	45,34 \$	14,78 \$	
Épierrement (ha)				76,97 \$	52,88 \$	
Épierrement (h)	3,1	10,00 \$	1		30,89 \$	
Chargement du compost (m ³)	74,1	0,81 \$	1	141,59 \$	60,05 \$	
Épandage du compost (m ³)	74,1	1,28 \$	1	262,42 \$	94,89 \$	
Semoir engrais verts (ha)				45,11 \$	17,65 \$	
2^e engrais vert et plantation						
Labour 3 versoirs (loam)				84,86 \$	36,39 \$	
Vibroculteur			2 fois	45,34 \$	14,78 \$	
Semoir engrais verts (ha)				45,11 \$	17,65 \$	
Fauchage (ha)				32,72 \$	14,12 \$	
Vibroculteur			1 fois	22,67 \$	7,39 \$	
Billonnage (ha)				3,02 \$	2,08 \$	
Marquage des rangs				13,74 \$	9,44 \$	
Écossage à la main (h)	172,0	10,00 \$	1		1 719,82 \$	
Transplantation manuelle (h)	131,0	10,00 \$	1		1 309,63 \$	
Total préparation et plantation					3 438,81 \$	0,91 \$
Année de la récolte						
Fertilisation 2 fois (h)	1,0	10,00 \$	1		9,88 \$	
Désherbage manuel (h)	28,7	10,00 \$	1		286,64 \$	
Désherbage mécanique (ha)	16,3			406,41 \$	279,20 \$	
Récolte des fleurs (h)	74,1	10,00 \$	1		741,30 \$	
Soulèvement mécanique (ha)	5,4			30,23 \$	20,77 \$	
Arrachage manuel (h)	153,2	10,00 \$	1		1 532,02 \$	
Chargement des bulbes (h)	364,5	10,00 \$	1		3 644,73 \$	
Déchargement (h)	10,4	10,00 \$	1		103,78 \$	

Budget ail d'automne biologique à l'hectare						
Article	Qté	Prix	Unité	Coûts totaux	Débours l'hectare	Par kg
Séchage					38,53 \$	
Entreposage (mois)	5	60,00 \$	1		300,00 \$	
Transport point de vente (km)	500	1,00 \$	1		500,00 \$	
Total récolte et conditionnement					7 456,84 \$	1,97 \$
3-AUTRES FRAIS						
Location de terre				150,00 \$		
Entretien terre et taxes foncières nettes					46,25 \$	
Analyse microbienne	1	67,72 \$	1		67,72 \$	
Intérêts marge crédit		23 784 \$	5%	12 mois	1 189,20 \$	
Total					1 303,17 \$	0,34 \$
TOTAL CHARGES DÉBOURSÉES (B)					24 973,29 \$	6,60 \$
C- MARGE PRODUITS SUR CHARGES DÉBOURSÉES (A - B) (4)					14 692,29 \$	3,88 \$

TABLEAU 2

Analyse de sensibilité de la marge des produits sur les débours en \$ l'hectare*							
Rendement	Prix le kg						
	8,00 \$	9,00 \$	9,50 \$	10,00 \$	10,48 \$	11,00 \$	11,50 \$
2500	(4 871) \$	(2 371) \$	(1 121) \$	129 \$	1 332 \$	2 629 \$	3 879 \$
3000	(911) \$	2 089 \$	3 589 \$	5 089 \$	6 533 \$	8 089 \$	9 589 \$
3784	5 301 \$	9 086 \$	10 978 \$	12 870 \$	14 692 \$	16 654 \$	18 547 \$
4000	7 010 \$	11 010 \$	13 010 \$	15 010 \$	16 936 \$	19 010 \$	21 010 \$
4500	10 970 \$	15 470 \$	17 720 \$	19 970 \$	22 137 \$	24 470 \$	26 720 \$

* La récolte des fleurs d'ail est considérée dans les produits et les débours.

Observations

- À des rendements variant entre 2 500 et 4 500 kg par hectare et un prix moyen de 10,48 \$ le kg, la marge des produits sur les débours (charges déboursées) oscille entre 1 332 \$ et 22 137 \$ l'hectare.
- Le seuil de rentabilité est aux alentours de 3 600 kg à un prix moyen de 9,50 \$ le kg.
- La marge des produits sur les débours devient très intéressante à des rendements de 4 000 kg et à un prix égal ou supérieur à 10,48 \$ le kg: 16 936 \$ l'hectare et plus.

- La marge des produits sur les débours sert à rémunérer les propriétaires pour les heures qu'ils ont consacrées à cette production, à rembourser leur coût de vie et les emprunts (remise de capital et intérêts) de leur entreprise horticole. Dans les meilleurs cas, elle peut servir à l'autofinancement d'autres productions.

Explications

- (1) Le budget a été réalisé à partir des observations de l'agronome Christine Ouellet, Projet Réseau de fermes 2006, 2007 et 2008, Filière des plantes médicinales biologiques du Québec.
- (2) La récolte de fleurs d'ail a été de 551 kg/ha, mais seule la moitié de la récolte a été vendue, à savoir 276 kg.
- (3) La plupart des coûts des machines agricoles sont tirés des Références économiques, AGDEX 740/825, Coûts d'utilisation et taux à forfait suggérés, CRAAQ, novembre 2008. Le coût du carburant diesel est de 1,10 \$ le litre.
- (4) Le coût de la main-d'œuvre des propriétaires n'est pas comptabilisé dans le budget (voir ci-dessous pour connaître le nombre d'heures travaillées).

TABLEAU 3

BESOINS EN MAIN-D'ŒUVRE L'HECTARE			
Opérations	Heures totales	Heures salariées	Heures des exploitants
Fabrication compost :			
Chargement	5,2		5,2
Déchargement	10,4		10,4
Labour	1,32		1,32
Vibroculteur (1 passage)	0,31		0,31
Vibroculteur (1 passage)	0,31		0,31
Épierrement	3,1	3,1	
Chargement du compost	2,33		2,33
Épandage du compost (18 m ³ /h)	4,66		4,66
Semis	0,52		0,52
Labour	1,32		1,32
Vibroculteur	0,31		0,31
Vibroculteur	0,31		0,31
Semis	0,52		0,52
Fauchage	0,37		0,37
Vibroculteur	0,31		0,31
Billonnage	0,5		0,54
Marquage des rangs	2,97		2,97
Écossage	172,0	172,0	
Transplantation	131,0	131,0	



Fertilisation	1,0		1,0
Désherbage manuel	28,7	28,7	
Désherbage mécanique	16,31		16,31
Récolte des fleurettes	74,1	74,1	
Soulèvement mécanique	5,4		5,40
Arrachage manuel	153,2	153,2	
Chargement des bulbes	364,50	364,5	
Déchargement	10,40	10,4	
Transport	6,3		6,3
Total	997,6	937,0	60,6





4.2 Rendement

Le rendement peut varier selon la date et la densité de plantation, la grosseur des caïeux de semences et les conditions environnementales (Oregon State University, 2004). On peut habituellement compter un ratio par rapport au semis de 1 pour 6, ce qui signifie qu'une plantation de 100 kg d'ail pourrait donner une récolte de 600 kg.

Dans le cadre du projet supervisé par la Filière, en 2007, la récolte de bulbes d'ail a donné un rendement de 6036 kg/ha soit un rapport de 4,5 pour 1 entre le rendement obtenu et le poids de semences utilisées. En 2008, le rendement a été de 2845 kg/ha, une baisse de plus de 50 % causée par les mauvaises conditions climatiques donnant un rapport de 2 kg de rendement pour 1 kg de semence.

Les essais de transformation ont permis de calculer que 55 kg de caïeux d'ail pouvaient donner un rendement de 18,6 kg d'ail tranché séché, soit un rapport de près de 3 pour 1.

4.3 Mise en marché

Actuellement, en Ontario, la majorité de l'ail produit est vendu à l'état frais auprès de distributeurs en gros, d'épicerie indépendantes, de marchés ou directement à la ferme. La demande, autant pour une utilisation culinaire que médicinale, étant actuellement à la hausse, la production de bulbes d'ail ne réussit pas à répondre à la demande dans cette province. On trouve également sur le marché des produits d'importation à un prix inférieur au produit local, mais ce produit, selon différentes sources, serait de qualité très inférieure (OMAFRA, 2002).

Sur le marché médicinal, les extraits d'ail, désodorisés ou non, sont vendus sous forme de gélules entérosolubles standardisées avec un potentiel à fournir 3,6 à 5,4 mg d'allicine par dose. L'ail vieilli est également vendu et consiste en un produit d'ail fermenté dont l'alliine est transformé en plusieurs dérivés autres que l'allicine, ce qui le rend inodore (Passeport Santé, 2009).

L'ail cultivé au Québec est principalement vendu frais, sur le marché québécois. Actuellement, sur le marché culinaire, la demande est forte pour de l'ail frais biologique et les prix sont avantageux. Le marché médicinal offre plusieurs produits transformés. On retrouve l'ail sous forme de teinture, de gélules entérosolubles, d'extrait standardisé en allicine sec ou liquide ou d'huile d'ail.

Dans le cadre du projet supervisé par la Filière, les recherches visant à trouver des infrastructures qui auraient permis la transformation de quantités importantes d'ail pour le marché médicinal n'ont pas porté leurs fruits. L'expérimentation qui a été faite pour conditionner et transformer un échantillon de la récolte a dû être effectuée hors de la région. Advenant le développement d'un marché, il faudrait réduire les coûts liés à cette opération et trouver des infrastructures plus près de la production.

Une recherche effectuée auprès d'entreprises et sur Internet au début de 2009 donne un aperçu des prix pour différents produits faits à base d'ail actuellement sur le marché. Ces prix sont à titre indicatif seulement et ne comprennent pas les frais divers comme la livraison, les taxes, l'importation, etc.

Matière première	Forme	Source	Prix de détail	Prix de vente au détaillant	Prix au producteur
Bulbe biologique	Frais entier	Dans les paniers de légumes (ASC)			13,20 \$/kg en sacs de 0,5 kg
Ail séché biologique	Morceaux	Distributeur		30 \$/kg 0,5 à 5 kg	
Ail séché biologique	Poudre	Distributeur		30 \$/kg 0,5 à 5 kg	
	Capsule avec 2,5 mg d'allicine	Détaillant de PSN	120 caps./18 \$		



4.4 Réglementation sur les produits de santé naturels

Il est important de savoir que les produits de santé naturels sont réglementés au Canada et soumis au règlement sur les produits de santé naturels qui est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2004. La définition de « produit de santé naturel » y est d'ailleurs clairement présentée.

Ce règlement stipule, entre autres, que tout produit de santé naturel (PSN) doit obtenir une licence de mise en marché et arborer un numéro de produit naturel (NPN) pour pouvoir se vendre légalement au Canada. Il comprend les normes à respecter pour la fabrication, l'emballage, l'étiquetage, l'entreposage, l'importation, la distribution et la vente de PSN.

De plus, ce règlement exige l'obtention d'une licence d'exploitation de produits aux personnes qui vendent des PSN, notamment les fabricants, les distributeurs, les importateurs, les emballeurs et les étiqueteurs. Cependant, les producteurs agricoles qui manipulent ou traitent un produit de manière à préserver l'intégrité de la matière première ne sont pas considérés comme des fabricants. Il en va de même pour les praticiens de produits de santé naturels qui relèvent plutôt de la compétence des provinces. L'utilisation des PSN par les consommateurs à des fins personnelles n'est pas visée par le règlement.

Le site de Santé Canada présente de l'information claire et détaillée sur le sujet : <http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/prodnatur/about-apropos/index-fra.php>

Les différents articles du règlement sont présentés à l'adresse suivante : <http://gazette.gc.ca/archives/p2/2003/2003-06-18/html/sor-dors196-fra.html>

Il est aussi possible de consulter la *Base de données des produits de santé naturels homologués* qui contient des renseignements spécifiques sur les PSN ayant reçu une licence de mise en marché à l'adresse suivante : <http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/prodnatur/applications/licen-prod/lnhpd-bdpsnh-fra.php>

Santé Canada a élaboré un *Compendium de monographies*, document de référence pour tout demandeur de licence de mise en marché. Le document présente de l'information sur l'innocuité et l'efficacité de plusieurs PSN couramment utilisés. Le document peut être consulté à l'adresse suivante : <http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/prodnatur/applications/licen-prod/monograph/index-fra.php>



5. Points saillants

Au Québec, les entreprises cultivent une variété d'ail à tige dure appelée 'Music', qui possède plusieurs caractéristiques intéressantes dont une très bonne adaptation au climat québécois.

La culture de l'ail se fait dans une large gamme de sols, mais préférentiellement des sols légers, bien drainés qui sont riches en matière organique et qui présentent une bonne capacité à retenir les éléments nutritifs et l'humidité.

L'implantation d'une culture d'ail s'effectue à partir de caïeux qui sont obtenus par l'éclatage des bulbes. Afin de minimiser les coûts d'approvisionnement, le producteur peut chaque année conserver une certaine quantité de bulbes pour la plantation les années suivantes.

La plantation manuelle est la méthode la plus fréquente, mais il existe aujourd'hui plusieurs modèles de planteuses mécaniques et pneumatiques importées.

Une rotation de culture diversifiée d'environ 5 ans est nécessaire pour éviter le développement de maladies, l'appauvrissement du sol et la baisse de rendement.

L'ail est une plante peu compétitive et elle doit conserver son avantage sur les mauvaises herbes qui nuisent au rendement, à la qualité des bulbes et à la récolte mécanique.

Les besoins en eau sont importants durant la période végétative de la plante et au moment de la formation des bulbes, car un stress hydrique entraîne une perte de rendement.

Les insectes qui s'attaquent généralement aux oignons sont susceptibles de causer des dommages à l'ail.

La récolte des bulbes se fait de la mi-juillet à la mi-août, lorsque les feuilles inférieures commencent à faner et à pointer vers le bas et qu'il reste 5 ou 6 feuilles vertes sur la tige qui en compte généralement 8 à 10 pour la variété 'Music'.

Les hampes florales qui apparaissent vers la mi-juin doivent être cassées avant l'épanouissement de l'ombelle de fleurs pour favoriser le développement du bulbe.

La maturation des bulbes prend 7 à 10 jours et il faut donc laisser les bulbes entiers afin de permettre la translocation des sucres de la tige vers le bulbe.

Il ne faut pas laver les bulbes, sous peine d'en affecter la maturation et la conservation.

L'ail destiné au marché médicinal doit être transformé rapidement après le séchage des bulbes, afin de conserver la teneur en principes actifs.

Il y a une grande variation dans la teneur en principes actifs entre l'ail frais et l'ail transformé en fonction des techniques de transformation et de l'endroit où l'ail a été cultivé.

Les installations pour la transformation sont peu nombreuses au Québec.

Le contrôle de la qualité est en premier lieu organoleptique : l'arôme, la saveur et la couleur du produit frais ou transformé font foi des bonnes pratiques qui ont été appliquées de la récolte jusqu'à la vente du produit final.

Les produits à base d'extraits d'ail qui sont offerts sur le marché médicinal affichent généralement une teneur en principe actif (allicine) standardisée.

Pour aborder le marché médicinal, il faut de bonnes quantités de produits transformés, soit en poudre ou en morceaux.

Les bulbes cultivés sous régie biologique ont un avantage certain sur le marché.

6. Références

6.1 Documents

AGRIOS N., Georges (1997). *Plant Pathology*, San Diego, California, Academic Press, 635 p.

BLUMENTHAL, M., A. GOLDBERG et J. BRINKMANN (Ed) (2000). *Expanded Commission E Monographs*, American Botanical Council, publié en collaboration avec Integrative Medicine Communications, États-Unis.

GRÜNWALD, Jörg et Christof JÄNICKE (2006). *Le Guide de la phytothérapie*, Marabout, Paris, 416 p.

HARVEY, Claire et Maryse GUÉNETTE (2005). *Produits de santé naturels et médicaments : un mélange parfois risqué*, L'ail, Option Consommateurs, Québec, 42 p.

SMALL, Ernest et Grace DEUTSCH (2001). *Herbes culinaires pour nos jardins de pays froids*, Conseil national de recherches Canada et Ismant Associates inc., Canada, 193 p.

TEUSCHER, Ernest, Robert ANTON et Antoine LOBSTEIN (2005). *Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et leurs huiles essentielles*, édition Tec et Doc, Paris, 522 p.

6.2 Références en ligne

AMERICAN BOTANICAL COUNCIL (2008). *Garlic*, Herbal Information, Commission E, expanded on line. [En ligne] <http://cms.herbalgram.org/herbalmedicine/Garlic.html>

BACHMANN, Janet (2008). *Garlic Organic Production*, National Center for Appropriate Technology, une publication d'ATTRA, États-Unis. [En ligne] www.attra.ncat.org

DYER, Jim (2004). *Choosing, Growing, Using and Selling Garlic for Small-Scale Growers in Ontario*, Seeds of Diversity Canada. [En ligne] http://www.seeds.ca/library/articles/2004_03_Dyer_Garlic.htm

EAGLING, David et Sam STERLING (2000). *A Cholesterol-Lowering Extract From Garlic*, Rural Industries Research & Development Corporation, Australian Government, Australia, 35 p. [En ligne] <https://rirdc.infoservices.com.au/items/00-063>

EUROPEAN SCIENTIFIC COOPERATIVE ON PHYTOTHERAPY (ESCOPE). Cet organisme scientifique publie un document très complet qui présente plus de 80 monographies sur des plantes médicinales. La 2^e édition révisée est disponible sur commande. Site Internet : www.escop.com

FOSTER, Steven (2000). *Fiche technique sur l'ail*, Steven Foster Group, États-Unis. [En ligne] <http://www.stevenfoster.com/education/monograph/garlic.html>

LE PETIT MAS (2009). *Guide et culture de l'ail*, Québec. [En ligne] <http://lepetitmas.ca>

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES (OMAFRA) (2002). *Fiche technique : La culture de l'ail*. [En ligne] <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/97-008.htm>

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES (OMAFRA) (2009).
Fiche technique : *La culture des herbes culinaires en Ontario*. [En ligne]
<http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/02-050.htm>

OREGON STATE UNIVERSITY (2004). *Garlic, Commercial Vegetable Production Guide*.
[En ligne] <http://hort-devel-nwrec.hort.oregonstate.edu/garlic.html>

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (2003). *Directives OMS sur les bonnes pratiques agricoles et les bonnes pratiques de récolte (BPAR) relatives aux plantes médicinales*, 76 p.
[En ligne] <http://whqlibdoc.who.int/publications/2003/9242546275.pdf>

PASSEPORT SANTÉ (2009). *L'ail*, section « Approches complémentaires ». [En ligne]
http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=ail_ps

PASSEPORT SANTÉ (2006). *L'ail*, section « Nutrition ». [En ligne]
http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=ail_nu

SANTÉ CANADA (2008). *Fiche sur l'ail*, Compendium des monographies.
[En ligne] http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/prodnatur/applications/licen-prod/monograph/mono_garlic-ail-fra.php

SANTÉ CANADA (2007). *Preuves attestant de la qualité des produits de santé naturels finis*.
[En ligne] <http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/prodnatur/legislation/docs/eq-paq-fra.php>

SANTÉ CANADA (2006). *Bonnes pratiques de fabrication*.
[En ligne] <http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/prodnatur/legislation/docs/gmp-bpf-fra.php>

SASKATCHEWAN AGRICULTURE AND FOOD (2004). *Garlic in Saskatchewan, Canada*.
[En ligne] <http://www.agriculture.gov.sk.ca/Default.aspx?DN=b506e973-62c3-40cc-9c8b-5fda6188e3b2>

SASKATCHEWAN HERB AND SPICE ASSOCIATION (2004). *Bonnes pratiques d'identification pour l'industrie des plantes et des herbes (médicinales, aromatiques, culinaires) et des épices*, 52 p.
[En ligne] <http://www.saskherbspice.org/bonnespratiques.pdf>

7. Ressources

Liste d'associations

GARLIC GROWERS OF ONTARIO (1986). Association qui regroupe les producteurs d'ail de l'Ontario. Activités des membres, essais de variétés et démonstrations, bulletin électronique. Possibilité de devenir membre.

Site Internet : <http://www.garlicgrowers.on.ca/>

GARLIC SEED FOUNDATION (1984). Association sans but lucratif créée en 1984 qui regroupe les producteurs, amateurs d'ail aux États-Unis. Le site présente le suivi d'un projet de recherche sur les variétés d'ail pour différents États. Possibilité de devenir membre.

Site Internet : <http://www.garlicseedfoundation.info/>

Liste de laboratoires

LABORATOIRE DE DIAGNOSTIC EN PHYTOPROTECTION.

MAPAQ, Direction de l'innovation scientifique et technologique à Québec.

Le laboratoire offre une expertise qui touche les domaines de l'entomologie, de la malherbologie et de la phytopathologie. Les producteurs qui désirent utiliser ces services doivent consulter un conseiller du MAPAQ. Les services du laboratoire sont aussi accessibles aux universités, centres de recherche, institutions d'enseignement, municipalités et tout autre intervenant associé au domaine des productions végétales.

Téléphone : 418 643-5027

Courriel : phytolab@mapaq.gouv.qc.ca

Site Internet : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Productions/Protectiondescultures/diagnostic/>

LABORATOIRE D'ENVIRONNEMENT S.M. INC.

Cette entreprise compte deux laboratoires situés à Varennes et à Sherbrooke. Ils offrent des services complets d'analyses microbiologiques et chimiques pour les produits cosmétiques, pharmaceutiques et de santé naturelle. Ils sont reconnus par Santé Canada pour réaliser des contrôles de la qualité des matières premières, produits finis et en vrac.

Téléphone à Varennes : 514 332-6001

Téléphone à Sherbrooke : 819 566-8855

Site Internet : www.groupeesm.com

TRANSBIOTECH

Ce centre collégial de transfert en biotechnologies est situé à Lévis. Parmi les nombreux services offerts aux entreprises, on trouve un service analytique de caractérisation et de dosage d'ingrédients actifs de plantes médicinales.

Téléphone : 418 833-8876

Site Internet : www.tbt.qc.ca

LA SÈVE, LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE SÉPARATION DES ESSENCES VÉGÉTALES

Cet organisme sans but lucratif situé à Saguenay a développé une expertise dans le domaine de la valorisation des produits naturels d'origine végétale. Il offre, entre autres, aux entreprises des services d'extraction, d'analyse et de caractérisation des produits naturels et plus spécifiquement des huiles essentielles.

Téléphone : 418 545-5011, poste 5071

Courriel : corp_laseve@uqac.ca

Site Internet : <http://corp.laseve.uqac.ca>

LABOVAL PLUS

Cette entreprise située à Lachine offre un service d'analyses à l'industrie pharmaceutique et à celle des produits de santé naturels et des cosmétiques. Les services comprennent, entre autres, les analyses de matières premières et de produits finis, des analyses de stabilité, ainsi que des vitamines et minéraux.

Téléphone : 514 633-6826

Courriel : info@laboval.com

Site Internet : <http://www.laboval.com>

Liste de fournisseurs

Emballage

EMBALLAGES CARROUSEL

Distributeur québécois situé à Boucherville. L'entreprise offre des produits d'emballage alimentaire et industriel, ainsi que des produits sanitaires et d'entretien.

Téléphone : 1 800 361-4206

Site Internet : <http://www.carrousel.ca>

EMBALLAGE CODERRE

Manufacturier québécois de sacs pour l'industrie agroalimentaire. L'entreprise est située à Drummondville.

Site Internet : <http://www.embcoderre.com/index.htm>

LE MAGASIN DES COMMERÇANTS S&P LTÉE

Fournisseur d'outillage et de matériel d'emballage pour l'industrie de l'alimentation et autres commerces. Le magasin est situé à Montréal.

Téléphone : 514 274-5547.

Site Internet : <http://www.lemagasinsp.com/francais/>

Machinerie

ERME GAMME AGRICOLE (2008). *Culture de l'ail*, Fabricant de machinerie spécialisée en France pour la culture de l'ail. [En ligne] <http://www.erbe-france.com/g-agri/mecanisation.htm>

Semences

LE PETIT MAS (2009).

Ce producteur biologique de la région des Cantons de l'Est offre aux jardiniers amateurs et aux producteurs agricoles de l'ail de semence.

[En ligne] http://lepetitmas.ca/fr/produits/ail_bio.shtml

Site du gouvernement de l'Ontario.

[En ligne] <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/resource/garlic.htm>