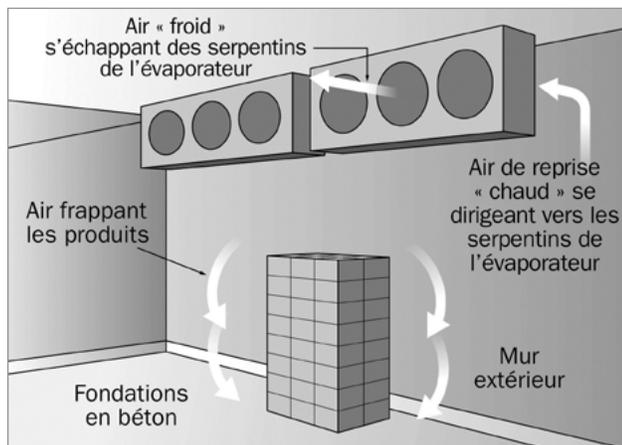


## Diagnostic d'anomalies dans les entrepôts frigorifiques

J. Warbick, ingénieur

### INTRODUCTION

Il existe en Ontario des centaines d'entrepôts frigorifiques (figure 1) servant à l'entreposage à court ou à long terme de fruits et de légumes (désignés sous le nom de produits dans la présente fiche technique). Les entrepôts frigorifiques constituent des outils de commercialisation qui permettent de contrer les variations de production, d'assurer aux consommateurs un approvisionnement plus constant et de maintenir la qualité des produits. Le bon fonctionnement d'un entrepôt frigorifique est étroitement lié à sa taille, à son aménagement et à sa méthode de construction, autant de facteurs qui varient considérablement d'un entrepôt à l'autre.



**Figure 1.** Un entrepôt frigorifique dont certains éléments sont identifiés.

Votre entrepôt frigorifique présente des anomalies? Si ces anomalies ne sont pas cernées, les récoltes se trouvant dans un entrepôt frigorifique peuvent se gâter. La présente fiche technique dresse la liste de quelques-unes des anomalies les plus fréquentes des entrepôts frigorifiques, de leurs causes probables et des mesures à prendre pour y remédier. Réalisez régulièrement des inspections et de l'entretien afin de vous assurer que l'entrepôt frigorifique présente une construction adaptée et fonctionne correctement. Un entrepreneur spécialisé dans les entrepôts frigorifiques peut vous aider à préparer un calendrier d'inspection et d'entretien. Certaines mesures peuvent être déployées par le propriétaire de l'entrepôt frigorifique, alors que d'autres nécessitent l'intervention d'un entrepreneur qualifié.

Les tableaux 1 et 2 peuvent vous aider à identifier les mesures devant être prises et à corriger les anomalies rapidement.

### Anomalies reliées aux produits (tableau 1)

- Gel de certains produits
- Ridage de certains produits
- Traces d'eau ou d'humidité sur certains produits
- Mûrissement prématuré ou décoloration des produits ou perte de feuilles (plantes)
- Produits ayant une mauvaise odeur ou un mauvais goût
- Produits qui pourrissent

## Anomalies reliées au bâtiment (tableau 2)

- Présence de condensation ou de moisissures sur les murs ou au plafond
- Pourriture des murs ou du plafond
- Eau dégouttant du plafond
- Assèchement du plancher même s'il est arrosé
- Fluctuation de la température à l'intérieur pendant la période d'entreposage

- Température à l'intérieur plus élevée que ce qui est voulu pendant la période d'entreposage
- Température à l'intérieur plus froide que ce qui est voulu pendant la période d'entreposage
- Température à l'intérieur non uniforme
- Air ambiant sent mauvais ou est difficile à respirer
- Formation de givre sur les serpentins d'évaporateur et création de condensation
- Hausse de la consommation d'électricité

**Tableau 1.** Anomalies reliées aux produits

Problème	Causes possibles	Mesures à prendre
Gel de certains produits.	Point de consigne du thermostat réglé trop bas, l'écart de température est trop important ou le thermostat (ou son capteur) est installé au mauvais endroit.	Ajuster le thermostat à une température plus élevée. Diminuer l'écart de température. Changer l'emplacement du thermostat (ou de son capteur) ou remplacer le thermostat.
	Produits empilés trop haut et qui se trouvent directement dans le flux d'air des serpentins.	Éviter d'empiler les produits trop près du flux d'air des serpentins. Installer des déflecteurs sous les serpentins pour dévier l'air au-dessus des produits.
	Produits à proximité de murs glaciaux ou en contact avec eux (en hiver ou si un congélateur est à proximité).	Mieux isoler le bâtiment, surtout si les fondations sont en béton, et tenir les produits à distance des murs froids.
	Les serpentins d'évaporateur sont sales ou ont au moins un ventilateur qui ne fonctionne pas, faisant en sorte que la température de l'air expulsé est plus froide.	Nettoyer les serpentins d'évaporateur ou réparer les ventilateurs.
	Un serpentin peut ne pas fonctionner correctement (s'il y en a plusieurs), faisant en sorte que la température de l'air expulsé par les autres serpentins est plus froide.	Faire vérifier le flux de frigorigène, la pression de service et les températures de service (réglages de surchauffe) des serpentins et des valves par un technicien.
	Le débit d'air est trop faible.	Repérer les espaces où l'air circule mal à l'aide d'un générateur de fumée. Changer l'emplacement des serpentins d'évaporateur ou augmenter la puissance de leur ventilateur. Installer des conduits d'air ou des ventilateurs supplémentaires. Disposer les contenants de façon à assurer une meilleure circulation d'air.

**Tableau 1.** Anomalies reliées aux produits

<b>Problème</b>	<b>Causes possibles</b>	<b>Mesures à prendre</b>
Ridage de certains produits.	Humidité relative dans l'entrepôt frigorifique trop faible.	<p>Nettoyer les serpentins d'évaporateur (s'ils sont sales). Remplacer les ventilateurs non fonctionnels.</p> <p>Vérifier la fréquence du dégivrage (durée et arrêt) puisque cela peut ajouter de la chaleur excessive dans la pièce ou permettre le givrage entre les cycles.</p> <p>Faire vérifier le système et les serpentins par un entrepreneur pour assurer une exploitation efficace et des températures d'exploitation adéquates. Ajuster les réglages de surchauffe sur les valves de détente.</p> <p>Faire vérifier par un entrepreneur la taille du système (taille du compresseur par rapport à celle des serpentins d'évaporateur et différence de température aux conditions réelles de régime).</p> <p>Augmenter la taille des serpentins ou installer plus de serpentins afin de réduire l'écart de température entre l'air « froid » qui s'échappe des serpentins et l'air qui frappe les produits. Cela augmente l'humidité de l'air.</p> <p>Installer des humidificateurs capables de produire une brume ultra-fine ou atomisée (il est difficile de rétablir la teneur en eau d'un produit desséché).</p>
	Les produits sont chauds et humides alors que l'air est sec et fait sortir l'humidité. Écart trop grand de la pression de vapeur.	Débarrasser les produits de la chaleur de récolte le plus rapidement et promptement possible (c.-à-d. mettre les produits dans le refroidisseur dès que possible) afin de réduire l'écart de pression de vapeur entre les produits et l'air ambiant. Cela favorise la conservation de l'humidité dans les produits et évite la dessiccation.
	Absorption de l'humidité contenue dans l'air ambiant et les produits par les contenants en bois et la structure même de l'entrepôt.	Mouiller les contenants en bois avant de les utiliser pour l'entreposage à long terme. Des expériences montrent que l'absorption de l'humidité peut accroître de 10 % le poids des contenants en bois.
	Gel partiel entraînant le ridage de certains produits comme les fruits à pépins.	Voir les mesures proposées sous « Gel de certains produits » (tableau 1). Le ridage des fruits à pépins légèrement gelés n'est pas attribuable à une perte d'humidité et disparaît sitôt les produits dégelés.

**Tableau 1.** Anomalies reliées aux produits

<b>Problème</b>	<b>Causes possibles</b>	<b>Mesures à prendre</b>
Traces d'eau ou d'humidité sur certains produits.	Pénétration d'air chaud et humide dans la pièce causée par l'ouverture de la porte ou de fuites d'air dans la pièce.	Réduire l'infiltration d'air chaud en minimisant le temps d'ouverture de la porte, en s'assurant que les joints d'étanchéité de la porte ne sont pas endommagés, en installant un rideau à lanières (ou un rideau d'air), en prévenant la pression du vent ou en refroidissant la zone adjacente.
	Exposition des produits froids à la chaleur et à l'humidité provenant des produits entreposés depuis peu.	Entreposer les produits « froids » destinés à l'entreposage à long terme dans des pièces différentes des produits « chauds » qu'on cherche à refroidir. Augmenter la puissance du système de réfrigération pour éviter les brusques hausses de température.
	Condensation de l'air chaud et humide sur les produits froids après leur retrait de l'entrepôt.	Laisser les produits se réchauffer graduellement — la condensation est inévitable si les produits sont directement exposés à une atmosphère chaude et humide — ou ajouter de la climatisation dans la zone d'emballage.
	Durée de dégivrage de l'évaporateur trop longue ou mauvais fonctionnement de la fonction arrêt, ce qui permet à la température de la pièce de trop s'élever.	Vérifier la fréquence, la durée et l'arrêt du dégivrage pour éviter l'ajout de chaleur excessive dans la pièce.
	Eau provenant du dégivrage des serpentins d'évaporateur dégouttant sur les produits.	Installer des plateaux de dégivrage sous les évaporateurs afin de recueillir l'eau provenant du dégivrage des serpentins d'évaporateur ou le condensat. Éloigner les tuyaux de drainage du condensat des produits, vers un emplacement adapté au déversement.
	Production par le système d'humidification de gouttelettes trop grosses ou humidostat réglé trop haut ou mal calibré.	Installer des humidificateurs capables de produire une brume ultra-fine ou atomisée, ou régler, calibrer ou remplacer l'humidostat.
Mûrissement prématuré ou décoloration des produits ou perte de feuilles (plantes).	Présence possible d'éthylène.	Retirer de l'entrepôt les fruits dégagant beaucoup d'éthylène (p. ex., pommes, poires, cantaloups, prunes, pêches, abricots, melons brochés et tomates). Éviter d'utiliser des chariots élévateurs à fourches dont les gaz d'échappement contiennent de l'éthylène. Aérer à fond les entrepôts avant de les utiliser. Aérer aussi durant leur utilisation si la réfrigération est suffisante pour supporter la charge supplémentaire provenant de l'aération.
	Température d'entreposage peut-être trop élevée.	Abaisser la température d'entreposage. Au besoin, augmenter la puissance du système de réfrigération.
	Les cycles de dégivrage sont trop longs et rajoutent trop de chaleur dans la pièce.	Vérifier le dégivrage et en corriger la fréquence, la durée et l'arrêt.
	Les produits sont empilés trop serrés, ce qui les empêche de refroidir.	Laisser de l'espace entre les rangées et les couches de produits et empiler les produits de manière à ce que l'air circule bien entre eux.

**Tableau 1.** Anomalies reliées aux produits

Problème	Causes possibles	Mesures à prendre
Produits ayant une mauvaise odeur ou un mauvais goût.	Présence à proximité de produits communiquant une mauvaise odeur ou un mauvais goût.	Retirer les produits tels que chou, rutabaga, céleri, pomme de terre, oignon, laitue et ail.
Produits qui pourrissent.	Température des produits trop élevée provoquant leur respiration et leur mûrissement rapide.	Refroidir rapidement et uniformément les produits récoltés. Maintenir les températures recommandées durant la période d'entreposage.
	Produits endommagés, trop mûrs ou de piètre qualité avant l'entreposage.	Augmenter le taux de rejet avant l'entreposage. Ne pas compter sur l'entreposage pour transformer un produit de piètre qualité en un produit de première qualité pouvant se conserver longtemps.

**Tableau 2.** Anomalies reliées au bâtiment

Problème	Causes possibles	Mesures à prendre
Présence de condensation ou de moisissures sur les murs ou au plafond.	Surfaces intérieures plus froides que l'air ambiant qui les frappe. Taux d'humidité et températures des surfaces propices à la prolifération de moisissures.	Améliorer l'isolation pour porter la température des surfaces au-delà du point de rosée (condensation). Éviter de laisser les portes ouvertes durant de longues périodes. Doter les portes de bons joints d'étanchéité ou améliorer l'étanchéité du bâtiment afin d'atténuer l'infiltration d'air. S'assurer d'une meilleure circulation d'air dans ces zones.
	Pénétration dans la pièce d'humidité excessive ou d'air chaud et humide.	Réduire l'infiltration d'air chaud en minimisant le temps d'ouverture de la porte, en installant un rideau à lanières (ou un rideau d'air), en s'assurant que les joints d'étanchéité de la porte ne sont pas endommagés, en empêchant la pression du vent ou en refroidissant la zone adjacente.
	Le revêtement isolant dans le plafond ou les murs est saturé.	Retirer le revêtement isolant mouillé. Laisser sécher les surfaces et remplacer le revêtement isolant avec de l'isolant en mousse vaporisé.
Pourriture des murs ou du plafond.	Pénétration de l'humidité dans la structure ou le revêtement mural en bois.	Avant la reconstruction, déterminer pourquoi l'humidité pénètre dans l'entrepôt et empêcher qu'elle y pénètre encore.
	Le pare-vapeur est mal installé ou manquant.	Déterminer l'emplacement approprié pour le pare-vapeur.
	Type de revêtement isolant inadéquat ou valeur isolante installée inadéquate.	Au besoin, refaire l'isolation, possiblement avec un revêtement isolant différent.
	De l'eau s'écoule du plafond ou d'autres sources.	Réparer le toit ou les autres sources des fuites d'eau et procéder au séchage ou au remplacement du revêtement isolant mouillé, etc.

**Tableau 2.** Anomalies reliées au bâtiment

<b>Problème</b>	<b>Causes possibles</b>	<b>Mesures à prendre</b>
Eau dégouttant du plafond.	Mauvaise aération des combles propice à l'accumulation d'air chaud et humide à cet endroit.	Veiller à ce que les orifices de ventilation naturelle situés en débord de toit aient une surface libre d'au moins 1 m <sup>2</sup> sur 600 m <sup>2</sup> de surface de plafond, la même règle s'appliquant aux orifices de ventilation situés dans le faîtage; ou prévoir une installation de ventilation mécanique qui puisse assurer un renouvellement d'air toutes les deux minutes.
	Infiltration par les fissures du plafond de l'eau de condensation découlant de l'isolation insuffisante du toit.	Retirer le revêtement isolant mouillé. Laisser sécher les surfaces et remplacer le revêtement isolant avec de l'isolant en mousse vaporisé.
	Le pare-vapeur est mal installé ou manquant.	Ajouter suffisamment d'isolant pour empêcher la température de son côté chaud de baisser jusqu'au point de rosée (condensation) de l'air chaud dans les combles. L'emplacement du pare-vapeur dépend de la direction d'entraînement de la pression de vapeur (côté chaud). Un pare-vapeur peut ne pas être utile, en fonction de l'usage du bâtiment.
Assèchement du plancher même s'il est arrosé.	Humidité relative dans l'entrepôt frigorifique trop faible.	Installer plus de serpentins afin de réduire l'écart de température entre l'air « froid » qui s'échappe des serpentins et l'air qui frappe les produits. Cela augmente l'humidité de l'air. Installer des humidificateurs capables de produire une brume ultra-fine ou atomisée — il est difficile de rétablir la teneur en eau d'un produit desséché.
	Des fissures sur le plancher permettent à l'eau de s'échapper.	Arroser généreusement le plancher pour découvrir par où l'eau s'échappe, en particulier le long des fondations de béton. Sceller les fissures au besoin.

**Tableau 2.** Anomalies reliées au bâtiment

<b>Problème</b>	<b>Causes possibles</b>	<b>Mesures à prendre</b>
Fluctuation de la température à l'intérieur pendant la période d'entreposage.	Mauvais emplacement du thermostat qui ne capte pas la température moyenne de la pièce.	Installer les thermostats dans la trajectoire de l'air correspondant à la température moyenne de la pièce, habituellement dans la trajectoire de l'air de reprise se dirigeant vers les serpentins d'évaporateur. Éviter d'installer les thermostats à proximité de murs chauds ou froids, de portes, d'appareils d'éclairage, d'un courant d'air froid sortant des serpentins d'évaporateur ou de produits chauds.
	Thermostats de mauvaise qualité ou défectueux (l'écart de température est trop important).	Réétalonner le thermostat, notamment l'écart de température, ou remplacer le thermostat. Utiliser du matériel de bonne qualité adapté à l'environnement dans lequel il sera installé, puisque le contrôle d'une température uniforme est essentiel au maintien de la qualité des produits.
	Les cycles de dégivrage ne sont pas réglés ou ne fonctionnent pas correctement, ce qui entraîne un givrage excessif entre les cycles ou qui ajoute trop de chaleur dans la pièce.	Vérifier le dégivrage et en corriger la fréquence, la durée et l'arrêt.
	Mauvaise circulation d'air dans l'entrepôt.	Repérer les espaces sans circulation d'air à l'aide d'un générateur de fumée. Changer l'emplacement des serpentins d'évaporateur ou augmenter la puissance de leurs ventilateurs (si possible). Installer des conduits d'air ou des ventilateurs supplémentaires, ou les deux. Disposer les contenants de façon à assurer une meilleure circulation d'air.

**Tableau 2.** Anomalies reliées au bâtiment

<b>Problème</b>	<b>Causes possibles</b>	<b>Mesures à prendre</b>
Température à l'intérieur plus élevée que ce qui est voulu pendant la période d'entreposage.	Le système de réfrigération n'est pas adéquat.	Accroître la puissance du système de réfrigération.
	Isolation insuffisante pour une utilisation durant l'été.	Installer un isolant d'au moins R-20 dans les murs, R-24 sous les combles et R-12 sur les fondations. On isole rarement les planchers en Ontario, mais si on compte utiliser l'entrepôt tout au long de l'année, il peut être avantageux de le faire.
	Mauvaise ventilation des combles.	Veiller à ce que les orifices de ventilation naturelle situés en débord de toit aient une surface libre d'au moins 1 m <sup>2</sup> sur 600 m <sup>2</sup> de surface de plafond, la même règle s'appliquant aux orifices de ventilation situés dans le faîtage; ou prévoir une installation de ventilation mécanique qui puisse assurer un renouvellement d'air toutes les deux minutes.
	La surface de la toiture est foncée.	Peindre le toit en blanc et ventiler suffisamment les combles, puisque la température peut y atteindre 60 °C lorsque le toit est foncé.
	Circulation d'air non uniforme ou puissance du système insuffisante.	Repérer les espaces sans circulation d'air à l'aide de générateurs de fumée. Changer l'emplacement des serpentins d'évaporateur ou augmenter la puissance de leurs ventilateurs (si possible). Installer des conduits d'air ou des ventilateurs supplémentaires, ou les deux. Disposer les contenants de façon à assurer une meilleure circulation d'air.
Température à l'intérieur plus froide que ce qui est voulu pendant la période d'entreposage.	Mauvais emplacement du thermostat qui capte les températures froides.	Installer les thermostats dans la trajectoire de l'air correspondant à la température moyenne de la pièce, habituellement dans la trajectoire de l'air de reprise se dirigeant vers les serpentins d'évaporateur. Éviter de disposer les thermostats sur les murs extérieurs froids, près de portes ou dans un courant d'air froid sortant des serpentins d'évaporateur.
	Mauvais emplacement du thermostat qui capte les températures plus chaudes.	Installer les thermostats dans la trajectoire de l'air moyenne de la pièce, habituellement dans la trajectoire de l'air de reprise se dirigeant vers les serpentins d'évaporateur; éviter de disposer les thermostats sur des murs extérieurs chauds ou près de portes ou d'appareils d'éclairage.
	Isolation insuffisante pour une utilisation durant l'hiver.	Installer un isolant d'au moins R-20 dans les murs, R-24 sous les combles et R-12 sur les fondations. On isole rarement les planchers en Ontario, mais si on compte utiliser l'entrepôt tout au long de l'année, il peut être avantageux de le faire.

**Tableau 2.** Anomalies reliées au bâtiment

<b>Problème</b>	<b>Causes possibles</b>	<b>Mesures à prendre</b>
Température à l'intérieur non uniforme.	Circulation d'air non uniforme ou insuffisante pour la quantité de produits entreposés.	Repérer les espaces sans circulation d'air à l'aide de générateurs de fumée. Changer l'emplacement des serpentins d'évaporateur ou augmenter la puissance de leurs ventilateurs (si possible). Installer des conduits d'air ou des ventilateurs supplémentaires, ou les deux. Disposer les contenants de façon à assurer une meilleure circulation d'air.
	Entrave à la circulation de l'air revenant vers les serpentins d'évaporateur en raison d'une mauvaise disposition des contenants.	Éviter de former des couloirs que l'air emprunte sans véritablement circuler autour des produits ou des contenants. Puisque l'air suit toujours la trajectoire la plus facile, maximiser le potentiel de refroidissement de l'air en privilégiant les trajets sinueux qui forcent l'air à circuler partout. Utiliser un générateur de fumée pour s'assurer que rien n'entrave la trajectoire de l'air.
Air ambiant sent mauvais ou est difficile à respirer.	Teneur probablement trop élevée en gaz, tels que dioxyde de carbone et éthylène, découlant de la pourriture des produits ou de leur respiration.	Repérer les produits gâtés et les éliminer. Installer un petit ventilateur d'extraction qui assure un ou deux renouvellements d'air par jour. Certains entrepôts récents très étanches (non destinés à l'entreposage sous atmosphère contrôlée) empêchent la ventilation naturelle d'assurer le renouvellement de l'air.
Formation de givre sur les serpentins d'évaporateur et création de condensation.	Température de fonctionnement des serpentins trop basse.	Nettoyer les serpentins et s'assurer que tous les ventilateurs poussent dans la bonne direction.  Augmenter la température des serpentins. Cela peut nécessiter des serpentins d'évaporateur de plus grande puissance.
	Mauvais fonctionnement du système de dégivrage.	Réparer le système de dégivrage ou le remplacer par un système plus efficace, puisque l'entreposage de la plupart des produits agricoles exige une humidité relative élevée.
	Humidité relative élevée dans l'entrepôt.	Certains produits agricoles comme l'oignon, l'ail et la courge ont besoin de taux d'humidité plus faibles.

**Tableau 2.** Anomalies reliées au bâtiment

Problème	Causes possibles	Mesures à prendre
Hausse de la consommation d'électricité.	Isolant mouillé ou insuffisant.	Corriger les problèmes d'humidité et installer un nouvel isolant mieux adapté aux entrepôts frigorifiques.
	Entrepôt plus rempli qu'auparavant.	Accroître la puissance de réfrigération à mesure que le volume de produits entreposés augmente. Bien évaluer la puissance du système pour réduire les coûts.
	Produits entrant dans l'entrepôt à une température plus élevée que lors des années précédentes.	Savoir que les variétés plus hâtives et la fluctuation des conditions météorologiques peuvent amener une élévation de la température des produits, exigeant une plus grande puissance de réfrigération qu'auparavant.
	Perte d'étanchéité du bâtiment ou ouverture des portes plus fréquentes.	S'assurer que le bâtiment conserve son étanchéité, puisque celle-ci diminue au fil du temps. Installer des rideaux protecteurs sur les portes d'accès.
	Serpentins d'évaporateur ou serpentins du condenseur sales (sur les unités extérieures).	Nettoyer les serpentins d'évaporateur ou les serpentins du condenseur.
	Mauvais fonctionnement de l'équipement de réfrigération.	Faire effectuer l'entretien du matériel par un spécialiste de la réfrigération au fait des exigences propres à l'entreposage de produits agricoles.

## RÉSUMÉ

Maintenir la structure de l'entrepôt frigorifique et le système de refroidissement en condition optimale aidera à garantir une bonne qualité des produits et à respecter la demande des entreprises de transformation des viandes et des détaillants sur des périodes plus longues. Certaines anomalies peuvent être réglées à l'aide de techniques d'entreposage, alors que d'autres nécessiteront l'intervention d'un entrepreneur qualifié.

## RESSOURCES

*Systèmes de refroidissement par air forcé après la récolte de fruits et légumes frais*

La version anglaise de la présente fiche technique a été révisée par Kevin Baines, ingénieur, serriculture et horticulture, MAAAO. Cette fiche technique a été originalement préparée par John Warbick, ingénieur, cultures horticoles, MAAAO et a été relue par Hugh W. Fraser, OTB Farm Solutions et Dennis Bering, Penn Refrigeration, St. Catharines.

Publié par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de l'Agroentreprise  
© Imprimeur du Roi pour l'Ontario, 2024  
ISSN 1198-7138  
Also available in English (Factsheet 24-051)

**Centre d'information agricole :**  
1 877 424-1300  
1 855 696-2811 (ATS)  
**Courriel :** ag.info.omafa@ontario.ca  
**ontario.ca/maao**

Le présent guide est publié à titre informatif seulement. La province de l'Ontario, représentée par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de l'Agroentreprise (MAAAO), ne fait aucune garantie expresse ou tacite en lien avec l'utilisation de ce guide, à savoir son contenu ainsi que tout lien menant à des sources ou des sites de tiers et tout contenu de ces sources et sites, ce qui comprend, sans limitation, les garanties d'absence de contrefaçon ou d'adaptation à un usage particulier.