

**Évaluation comparative de la gestion intensive des parasites,  
des traitements thermiques et des fumigants  
comme solutions de rechange au bromure de méthyle  
pour le contrôle antiparasitaire des produits en réserve  
dans les minoteries canadiennes**

**Association canadienne des minoteries de farine de blé  
Ottawa, Canada**

**Mars 2007**

## **Remerciements aux commanditaires et aux participants à l'étude**

L'Association canadienne des minoteries de farine de blé (CNMA) remercie le ministère canadien de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire du Canada (AAC) de son appui financier (par le biais de l'accord de contribution du Programme pour l'avancement du secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire [PASCAA]) et non financier pour la réalisation des essais de contrôle antiparasitaire menés dans le cadre de cette étude d'évaluation. Les lignes directrices du PASCAA, de même que le soutien offert par l'agent de projet du programme conviennent tout à fait à une telle démarche coopérative de recherche et développement appliqués. Nous tenons à exprimer notre gratitude envers la Division de l'adaptation de l'AAC pour ses précieux conseils et son soutien administratif.

Nous remercions notamment le D<sup>r</sup> Paul Fields, du Centre de recherches sur les céréales de l'AAC, ainsi que son adjointe à la recherche, Mme Tannis Mayert. Le D<sup>r</sup> Fields s'est déplacé à maintes reprises pour assister aux essais sur place à titre d'observateur et a consacré plusieurs jours à collationner les données présentées en annexe à cette étude descriptive des défis liés à la lutte antiparasitaire et des résultats des méthodes de contrôle testées en entreprise.

La CNMA tient en outre à exprimer sa reconnaissance envers les fournisseurs de technologies et de services de gestion des parasites qui ont contribué à cette étude en offrant de l'assistance technique et leur appui non financier à la réalisation des essais menés en 2005 et en 2006 en vertu de l'accord de contribution du PASCAA.

L'Association remercie enfin les minoteries membres qui nous ont accueillis dans leurs installations afin de réaliser les essais et contribuer à la réussite de ce projet de recherche coopératif grâce à leur appui financier et à d'autres ressources non financières. Les résultats de la série d'essais réalisés dans le cadre de cette étude sont d'une valeur significative non seulement pour les minoteries de farine du blé participantes, mais aussi pour l'ensemble des minoteries de grains et de leurs fournisseurs de services de gestion des parasites.

---

### **Avis au lecteur**

Le lecteur doit prendre note que les points de vue dans ce rapport d'évaluation sont ceux de la CNMA, lesquels ne sont pas forcément appuyés par Agriculture et Agroalimentaire Canada et par Environnement Canada.

Le rapport sur les données d'efficacité annexées au rapport (Annexe 1 – Résumé technique) préparé par le D<sup>r</sup> Paul Fields doit être considéré tel un rapport de recherche offrant un juste aperçu des données et observations recueillies au cours des essais des méthodes de contrôle des parasites. Les opinions exprimées par le D<sup>r</sup> Fields sont celles de l'auteur. Le rapport du D<sup>r</sup> Fields a été évalué par des pairs. À la suite d'une analyse exhaustive du rapport préparé par le Dr Fields, la CNMA considère que les données d'efficacité présentées dans ce rapport donnent un juste aperçu des observations recueillies par les entreprises participantes.

Les versions intégrales du rapport de 2004 de la CNMA et du résumé technique du Dr Fields sur l'évaluation comparative des solutions de rechange au bromure de méthyle peuvent être consultées sur le site Web ci-dessous :

[www.canadianmillers.ca](http://www.canadianmillers.ca)

## Table des matières

<u>Section</u>	<u>Numéro de page</u>
<b>I Introduction – Vue d’ensemble du projet</b>	<b>1</b>
<b>II La nécessité de solutions de rechange au bromure de méthyle pour la lutte antiparasitaire dans les minoteries de grains</b>	<b>2</b>
L’élimination progressive du bromure de méthyle – Règlement sur les SACO	2
L’industrie canadienne de la minoterie des grains	2
Les espèces parasites recensées dans les minoteries de grains au Canada	3
Le contrôle des parasites dans les minoteries de grains : une haute priorité	4
Le rôle important joué par le bromure de méthyle dans la lutte antiparasitaire	5
Les caractéristiques souhaitées pour les solutions de rechange au bromure de méthyle	7
Les méthodes de lutte antiparasitaires utilisées dans les installations des minoteries de grains en 2006	7
<b>III Mise en marché et production commerciale de solutions de rechange au méthyle de bromure pour l’agriculture de précision au Canada</b>	<b>8</b>
Phosphine, CO <sub>2</sub> et traitement par la chaleur	8
Fluorure de sulfuryle	9
Technologies de traitement par la chaleur	10
Évaluation des solutions de rechange propres aux installations	11
Coûts des solutions de rechange	12
<b>IV Essais sur les solutions de rechange – Études de cas</b>	<b>14</b>
Minoterie 1 – Traitement par la chaleur	14
Minoterie 3 – Analyse comparative du traitement par la chaleur et du bromure de méthyle	20
Minoterie 4 – Essai de fumigation au fluorure de sulfuryle	25
Minoterie 5 – Essai sur la fumigation au Profume (SF) – Nouveau programme de lutte antiparasitaire intégrée	30
Minoterie 6 – Phosphine, fumigation au dioxyde de carbone et traitement par la chaleur	36
Minoterie 7 – Analyse comparative du traitement par la chaleur et du bromure de méthyle (MB) de référence	39
Minoterie 8 – Essai de fumigation au fluorure de sulfuryle	43

**Annexe 1 :**

**Évaluation des données d'efficacité**

**Annexe 2 :**

**Le contrôle antiparasitaire des produits en réserve dans les installations canadiennes des minoteries de grains**

## **I Introduction – Vue d’ensemble du projet**

L’industrie canadienne de la minoterie des grains regroupe des entreprises de transformation primaire du blé, de l’avoine, du maïs et d’autres céréales à grain. Les produits de l’industrie de la minoterie sont utilisés principalement en tant qu’ingrédients alimentaires. Certains sous-produits de minoterie sont également utilisés dans les produits alimentaires destinés aux animaux familiers et au bétail, et dans d’autres produits industriels non alimentaires.

Les minoteries de grains sont des environnements naturellement propices à l’infestation par des espèces d’insectes indigènes non seulement au Canada, mais également dans la plupart des autres régions à climat tempéré. Dans les minoteries de grains, la restriction des populations d’insectes fait l’objet d’une lutte constante.

Toutefois, des modifications apportées à la réglementation canadienne ont un effet limitatif sur les produits et technologies antiparasitaires admissibles. Parmi les technologies que nous utilisons aujourd’hui, certaines, dont le bromure de méthyle (ou bromure de méthyle, également appelé MBr ou MB dans certains documents de référence), ne seront plus disponibles à l’avenir. L’usage de certaines technologies commercialisées, autorisé et réglementé dans d’autres pays, ne l’est pas encore au Canada. D’autres technologies sont toujours en cours d’évaluation préalable à la mise en marché.

L’Association canadienne des minoteries de farine de blé (CNMA) a invité ses entreprises membres à participer à des essais visant à évaluer les solutions de rechange au bromure de méthyle. En 2005 et en 2006, avec l’appui financier d’Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) et l’aide du D<sup>r</sup> Paul Fields, de l’équipe scientifique du Centre de recherches sur les céréales de l’AAC, plusieurs entreprises membres de la CNMA des essais sur les solutions de rechange au bromure de méthyle. Les résultats de ces essais font l’objet du présent rapport, dans lequel le lecteur retrouvera notamment de l’information contextuelle et une série d’étude de cas mettant en évidence les résultats en question.

Le rapport sur les données d’efficacité (mortalité des insectes) préparé par le D<sup>r</sup> Fields, ainsi qu’un extrait d’un rapport dans le cadre d’une démarche similaire, réalisée en 2004, figurent en annexe.

## **II La nécessité de solutions de rechange au bromure de méthyle pour la lutte antiparasitaire dans les minoteries de grains**

Ce chapitre introduit le lecteur au cadre contextuel utilisé pour le projet de recherche coopérative et les études de cas faisant l'objet de ce rapport. Les résultats obtenus, soit les données d'efficacité, figurent dans l'Annexe A. Pour plus de détails sur les sujets abordés dans ce rapport, le lecteur est invité à consulter les documents de référence dont les titres figurent à l'Annexe 2.

### **L'élimination progressive du bromure de méthyle**

Le bromure de méthyle est commercialisé au Canada et dans plusieurs autres pays comme produit de fumigation. Ses applications sont les suivantes :

- contrôle des agents pathogènes terricoles des plantes pouvant causer des dommages aux cultures horticoles;
- fumigation des installations portuaires avant l'exportation ou la mainlevée des marchandises d'exportation pour prévenir des parasites et pathogènes du pays exportateur vers le pays importateur (traitements en quarantaine et traitements préalables à l'expédition);
- fumigation des cales et, dans des circonstances rares, des avions commerciaux;
- contrôle de la vermine et des maladies fongiques dans les immeubles à valeur historique;
- contrôle des insectes et des acariens dans certaines installations de produits non transformés ou semi-transformés; et
- fumigation des installations de minoterie de grains et de fabrication de pâtes alimentaires.

Au Canada, l'utilisation du bromure de méthyle pour la fumigation en quarantaine et la fumigation préalable à l'expédition est interdite en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement de 1999* et de son *Règlement sur les produits contenant des substances appauvrissant la couche d'ozone*. Il existe toutefois deux types d'exemptions à cette interdiction : l'exemption pour utilisation critique et l'exemption en cas d'urgence. Le ministère de l'Environnement du Canada est responsable de l'application de cette loi et du règlement relié.

En 2007, approximativement 80 % des traitements conventionnels de fumigation au bromure de méthyle autorisés en vertu des exemptions pour utilisation critique ont été effectués dans des minoteries de grains et des installations de fabrication de pâtes alimentaires. Le nombre de permis d'utilisation critique accordés et(ou) recommandés en 2008 et en 2009 sera significativement réduit. Par conséquent, les installations de minoterie de grains et de fabrication de pâtes alimentaires devront se doter, dès 2007, de solutions de contrôle antiparasitaire de rechange pour parer à la réduction graduelle des quantités de bromure de méthyle réglementée par Environnement Canada.

### **L'industrie canadienne de la minoterie des grains**

La mouture du grain est un procédé de fabrication visant à fractionner, moudre et séparer les grains céréaliers (blé, avoine, maïs, seigle, triticales, orge) en différents composants. Les composants ainsi obtenus sont principalement utilisés comme ingrédients alimentaires dans les

produits de boulangerie, les biscuits, les céréales pour petit déjeuner, les pâtes alimentaires, les aliments-collations et de nombreux autres aliments préparés. Certains produits de mouture du grain sont également utilisés comme ingrédients dans les aliments destinés au bétail et aux animaux familiers. Une petite partie des produits de mouture est également utilisée pour la fabrication de produits de soins personnels (cosmétiques et soins de beauté) et d'autres produits non alimentaires.

Aucun des essais de contrôle antiparasitaire décrits dans ce rapport n'a été mené dans des établissements de mouture humide. Les grains traités au moyen de la méthode de mouture humide sont broyés, mais une fois qu'ils sont mis en suspension dans de grandes quantités d'eau, où ils se transforment en une pâte épaisse (*slurry*). La production de l'amidon, du gluten (protéines) et de l'éthanol utilise généralement la méthode de mouture humide.

Les installations dont il est fait mention dans ce rapport utilisent toutes la méthode de mouture sèche. Au début du processus de mouture des grains de blé, on ajuste leur taux d'humidité en ajoutant de très petites quantités d'eau. À certains stades de la mouture de l'avoine et du maïs, on utilisera plutôt des jets de vapeur pour parvenir à la teneur en eau requise.

Les minoteries de grains (par mouture sèche) industrielles canadiennes, au nombre de sept, sont réparties dans sept provinces (de la Colombie-Britannique à la Nouvelle-Écosse). Quelques quarante minoteries industrielles canadiennes sont équipées d'installations de mouture sèche. La majorité de ces établissements (32) se consacrent à la transformation du blé; elles produisent de la farine de blé, de la semoule (farine granulée utilisée pour la fabrication des pâtes), du son de qualité alimentaire et d'autres sous-produits. Outre le blé, les autres céréales traitées par les grandes minoteries industrielles au Canada sont l'avoine (six établissements) et le maïs (deux établissements.) La plupart des grandes minoteries canadiennes (31 établissements) appartiennent à des entreprises membres de l'Association canadienne des minoteries de farine de blé.

### **Les espèces parasites recensées dans les minoteries de grains au Canada**

Les grains et produits céréaliers sont des denrées de base du régime alimentaire de la plupart des Canadiens et des populations du monde. Malheureusement, ils font également partie des aliments recherchés par de multiples organismes couramment désignés en tant que parasites des produits de réserve. Dans les faits, pour les établissements de minoterie des grains, le contrôle des populations des parasites dans les produits de réserve constitue un défi imposant et permanent. Les processus visant à contrôler la prolifération des parasites sont généralement désignés sous le nom de « programmes de lutte antiparasitaire ».

Les principales espèces de parasites menaçant les produits de réserve des minoteries de grains au Canada sont les suivantes :

- le tribolium brun de la farine (*Tribolium confusatum*);
- le tribolium rouge de la farine (*Tribolium castaneum*);
- le cucujide roux (*Cryptolestes ferrugineus*); et l'antrène des tapis (*Trogoderma variable*).

Ces insectes parasites sont de très petite taille. Ils peuvent trouver refuge dans presque toutes les aires des minoteries de grains. Une minuscule quantité de grains constitue pour ces parasites un environnement propice à la survie et à la reproduction. Les grains non moulus, l'équipement de mouture, les compartiments à grains, les fissures, interstices et espaces morts des murs et planchers, et les résidus de grains et de farine sur les éléments de structure des minoteries constituent des lieux propices à l'infestation.

Il arrive également, bien que moins couramment, que l'on retrouve les espèces ci-dessous dans les grains en réserves et structures de mouture du grain :

- le cucujide longicorne (*Cryptolestes turcicus*);
- les charançons des grains (*Sitophilus*); et
- la pyrale indienne de la farine (*Plodia interpunctella*).

Les infestations par le charançon et la pyrale de la farine sont plus courantes dans les compartiments de grains de réserve et les aires de stockage des grains que dans les aires de traitement des minoteries.

Les minoteries doivent également se protéger contre les rongeurs (rats et souris). Toutefois, la taille et la mobilité prévisible des rongeurs facilitent leur piégeage et leur élimination.

### **Le contrôle des parasites dans les minoteries de grains : une haute priorité**

La lutte antiparasitaire efficace dans les minoteries de grains est une haute priorité. Elle permet de maintenir la salubrité de l'environnement de fabrication et la prévisibilité du calendrier d'exploitation et de production.

- **La salubrité des installations de minoterie est une exigence réglementaire.**

En vertu des dispositions des articles 4 et 7 de la *Loi sur les aliments et drogues*, toutes les installations de transformation des aliments, y compris les minoteries de grains, doivent être maintenues propres et dans un état hygiénique en tout temps. Cette exigence se reflète dans la *Loi* et le *Règlement sur les grains du Canada*, qui interdisent le transfert et la vente de grains contaminés. Toutefois, ces dispositions ne constituent pas une garantie contre l'infestation des grains livrés dans les minoteries. Veuillez noter que Santé Canada n'a jamais considéré la présence d'insectes dans les minoteries comme une cause de préoccupation relativement à la sécurité alimentaire. En fait, le cadre de réglementation actuel définit des seuils de tolérance quant à la présence de fragments d'insectes dans les grains et produits de minoterie.

- **Pour les transformateurs et détaillants qui forment la clientèle des minoteries de grains, la salubrité et l'existence d'un programme de lutte antiparasitaire efficace ne sont pas que de simples attentes, mais bien des critères d'agrément (non réglementé).**

La plupart des clients de l'industrie de la minoterie des grains (transformateurs de second cycle, établissements de restauration et épicerie de détail) exigent de la part des minoteries

qu'un programme de lutte antiparasitaire à l'efficacité démontrée soit intégré à leurs systèmes de contrôle de la qualité, d'assurance de la qualité et de sécurité alimentaire. Au Canada, la plupart des minoteries de grains doivent, chaque année, démontrer à nouveau leur admissibilité à l'agrément des grandes entreprises clientes en se soumettant à un processus de vérification continu géré par une tierce partie. Parmi les organismes qui proposent de tels services de vérification indépendante, on retrouve l'*American Institute of Baking* et la *Food Processors Association* des É.-U. Les clients peuvent toutefois s'adresser à plusieurs autres organisations et fournisseurs de services de vérification externe. Dans ce secteur, il arrive couramment que les minoteries de grains à clientèle diversifiée soient assujetties à des vérifications effectuées par des tierces parties, ceci se produisant une fois par mois en moyenne. En fait, il coûte plus cher aujourd'hui de se conformer aux exigences commerciales non réglementaires de la clientèle sur la lutte antiparasitaire qu'aux exigences réglementaires.

- **La lutte antiparasitaire efficace augmente la productivité des établissements de minoterie des grains.**

Généralement, les établissements canadiens de minoterie des grains sont en service 24 heures par jour, de six à sept jours par semaine, et satisfont aux besoins de leur clientèle par le biais d'un système de livraison juste à temps. Leur rentabilité dépend donc de leur aptitude à maintenir un très haut niveau d'utilisation de la capacité. De plus, leurs entreprises clientes n'accumulent pas de stocks d'ingrédients, exigent des livraisons fréquentes et prévisibles, et leur calendrier de production ne permet rarement ou même jamais d'utiliser les ingrédients livrés tardivement. Dans de telles conditions, les minoteries de grains doivent absolument compter sur un programme de lutte antiparasitaire non seulement pour se protéger contre l'infestation, mais également pour éviter les arrêts d'exploitation associés aux traitements antiparasitaires.

- **Les minoteries ne peuvent se fier uniquement aux mesures de lutte antiparasitaire prises dans le secteur de la manutention et du transport des grains pour protéger leurs installations contre l'infestation. La chaîne d'approvisionnement des grains céréaliers non moulus est naturellement liée au risque de réinfestation.**

Les parasites observés dans les produits de réserve sont indigènes (naturellement présents dans l'environnement au Canada) et capables de migrer (en rampant et en volant) d'un environnement donné vers d'autres environnements propices à leur survie, dont les aires de stockage des grains, l'équipement de transport des grains et les installations de mouture. Les grains livrés dans les minoteries peuvent contenir des insectes vivants, particulièrement pendant la saison chaude.

### **Le rôle important joué par le bromure de méthyle dans la lutte antiparasitaire**

Tel que mentionné ci-dessous, les établissements de mouture du grain et, plus particulièrement, les minoteries de farine de blé, constituent des environnements idéaux pour le tribolium de la farine et le cucujide roux.

- Les réglages de température généralement utilisés dans les établissements de mouture facilitent leur développement.
- L'équipement et les éléments de structure des minoteries de mouture offrent de multiples endroits propices à la colonisation et à la reproduction des insectes nuisibles.
- De plus, ils disposent d'une source d'alimentation abondante avec les particules fines de grains libérées pendant le processus de traitement des grains, mais non éliminées par l'équipement de captage des poussières.

En d'autres mots, ces insectes peuvent vivre et se reproduire dans des parties de l'équipement de transformation et des éléments de structure difficiles d'accès, voire même inaccessibles aux fins de nettoyage manuel.

La courte durée du cycle évolutif des populations d'insectes dans les minoteries de grains contribue également à améliorer leur taux de survie. Le tribolium de la farine parvient à maturité en moins de 30 jours après la ponte. Une fois parvenu à maturité, le tribolium de la farine peut pondre des centaines d'œufs en un laps de temps très court. Par conséquent, si les méthodes d'entretien et(ou) de contrôle antiparasitaire utilisées dans les minoteries ne permettent pas d'éliminer physiquement les œufs et les larves du tribolium, leurs effets sur la réduction des populations d'insectes sont de très courte durée et ce, dans la plupart des établissements de mouture du grain.

Pendant des dizaines d'années, le bromure de méthyle a fait partie des principaux outils de lutte antiparasitaire. Utilisé comme agent fumigant, le méthyle de bromure pénètre profondément dans les éléments de structure des minoteries (fissures, crevasses, etc.), les résidus de farine et de grain, les grains non moulus et les produits de mouture du grain. Le méthyle de bromure élimine les insectes parasites à tout stade de développement (œufs, larves et insectes matures) dans les lieux où ils se dissimulent et se reproduisent, et, par conséquent, interrompt le cycle évolutif des populations d'insectes. La formation de nouvelles populations ne peut se faire qu'avec l'introduction de nouveaux insectes matures. Les insectes peuvent s'introduire dans les minoteries par migration à partir d'une zone avoisinante ou par leur transport dans les grains livrés. Le méthyle de bromure ne constitue pas de ce fait une méthode permanente d'interruption du cycle évolutif. Toutefois, la fumigation au méthyle de bromure élimine efficacement les insectes à tous les stades de développement et retarde de manière significative la formation de nouvelles populations d'insectes, particulièrement lorsqu'elle est associée à un programme intégré et systématique de lutte antiparasitaire comportant d'autres méthodes de contrôle et agents pesticides. Le rapport d'évaluation de l'efficacité en fait la démonstration (Annexe A).

La fumigation au méthyle de bromure dans les minoteries de grains s'effectue de plus dans un laps de temps relativement court. Dans la plupart des minoteries de grains du Canada, il faut moins de 72 heures pour exécuter le processus de fumigation au bromure de méthyle, incluant les étapes du démantèlement, du nettoyage et du réassemblage de l'équipement de mouture.

L'enregistrement du méthyle de bromure à titre de produit antiparasitaire autorise le contact de cet agent chimique avec les grains non moulus et les produits de minoterie. Le bromure de

méthyle n'adhère pas aux grains ni aux produits du grain et, de ce fait, ne laisse aucun résidu pesticide détectable.

Le dernier avantage du bromure de méthyle comme agent de fumigation, mais non le moindre, est son coût abordable. Le bromure de méthyle, un sous-produit de fabrication d'autres substances chimiques, est offert depuis plusieurs années aux fournisseurs de services de lutte antiparasitaire à un coût relativement modeste.

### **Les caractéristiques souhaitées pour les solutions de rechange au bromure de méthyle**

À partir du portrait de la situation brossé ci-dessus, voici la liste des caractéristiques souhaitables des solutions de rechange au bromure de méthyle pour l'industrie de la minoterie des grains.

- Des technologies et des services disponibles d'un bout à l'autre du Canada.
- Des traitements permettant d'éliminer efficacement les insectes dans toutes les aires des minoteries, y compris les fissures et crevasses, et toutes les parties de l'équipement de transformation et d'entreposage.
- Des traitements permettant d'éliminer efficacement les insectes à tous les stades de développement (œufs, larves, nymphes et insectes matures).
- Des traitements pouvant être exécutés en un délai de 72 heures ou moins, incluant la préparation, le nettoyage et le réassemblage de l'équipement de la minoterie.
- Des traitements ne nécessitant pas le retrait de tous les grains non moulus et produits de minoterie. Des traitements ne laissant aucun résidu pesticide ou, du moins, une faible quantité de résidus respectant un seuil limite prévisible et atteignable lors des applications commerciales.
- Des traitements réalisables dans des minoteries de tailles et de configurations diversifiées.
- Des traitements abordables en fonction de la structure des coûts traditionnels dans l'industrie canadienne de la minoterie des grains et par rapport aux coûts imposés à l'industrie américaine de la minoterie des grains. Des traitements concurrentiels et offerts aussi bien aux minoteries canadiennes qu'aux minoteries américaines selon le principe du libre échange sur le marché nord-américain.

### **Les méthodes de lutte antiparasitaires utilisées dans les installations des minoteries de grains en 2006**

Le premier rapport de la CNMA sur l'évaluation comparative des traitements thermiques et des traitements conventionnels par fumigation au bromure de méthyle présente, dans la Section II, une vue d'ensemble des pratiques de lutte antiparasitaire actuelles. Le contenu de cette Section, mis à jour et modifié, a été joint à ce document (voir l'Annexe C – Le contrôle des parasites dans les produits en réserve dans les installations canadiennes des minoteries de grains).

### **III Mise en marché et production commerciale de solutions de rechange au méthyle de bromure pour l'agriculture de précision au Canada pour pour l'agriculture de précision au Canada**

Le sujet abordé dans cette section revêt une importance considérable en ce qui a trait à l'admissibilité des Parties signataires du Protocole de Montréal à des exemptions pour utilisation critique. Lors de l'évaluation des nominations, les membres du Comité des choix techniques pour le bromure de méthyle (CCTBM) et du Groupe de l'évaluation technique et économique (GETE) du Protocole de Montréal vérifient d'abord si des solutions de rechange au bromure de méthyle sont disponibles dans le pays présentateur. Pour être qualifiée de disponible, une telle solution de rechange doit :

1. avoir obtenu l'approbation réglementaire;
2. avoir été lancée sur le marché à des fins commerciales;
3. être disponible sur le marché à l'échelle commerciale (largement mise à la disposition de l'industrie) dans le pays présentateur.

Depuis la publication du rapport de 2004 de la CNMA sur l'évaluation comparative des méthodes de lutte antiparasitaire, des progrès considérables ont été accomplis relativement à l'introduction et au déploiement de marché de solutions de rechange. Un aperçu de ces progrès est fourni ci-dessous à titre d'information contextuelle supplémentaire sur les études de cas et essais présentés en annexe.

#### **Phosphine, CO<sub>2</sub> et traitement par la chaleur**

La société Cytec Canada propose un gaz fumigant, consistant un mélange de phosphine et de gaz carbonique, pour la fumigation des éléments de structure des minoteries de grains, commercialisé sous le nom de ECO<sub>2</sub>FUME. Enregistré auprès de l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) du Canada, ce produit est offert aux fournisseurs de services de lutte antiparasitaires de toutes les provinces canadiennes.

Toutefois, l'étiquette du produit (sur laquelle figurent les directives d'utilisation et les doses unitaires autorisées par l'ARLA) ne mentionne pas actuellement que la fumigation par ECO<sub>2</sub>FUME peut être combinée à un traitement thermique dans le bâtiment à traiter, soit la méthode recommandée par Cytec et par les fournisseurs de services de lutte antiparasitaire possédant le plus d'expérience de ce produit à ce jour. Ayant démontré la faisabilité et l'efficacité de cette méthode de fumigation combinée avec le fournisseur en question, Cytec prévoit la soumettre à l'ARLA au début de 2007.

L'un des problèmes que soulève ECO<sub>2</sub>FUME auprès des utilisateurs finals (les établissements de mouture du grain) a trait à la phosphine présente dans le produit, qui peut provoquer la corrosion des métaux conducteurs dans l'équipement électrique, électronique et micro-électronique. Selon les expériences réalisées dans l'industrie, bien que la phosphine permette d'éliminer efficacement les insectes parasites, elle est toutefois associée à un risque de corrosion et de dommages et défaillances de l'équipement. De plus, la recherche en laboratoire menée par le

Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET) à la demande du Groupe de travail industrie/gouvernement sur le bromure de méthyle a révélé que le risque de corrosion est associé à une large gamme de taux de concentration et d'humidité relative. (Brigham, 1998, 1999.)

Dans le but de vaincre les appréhensions de l'industrie de la minoterie, la dose unitaire recommandée par Cytec (100 ppm à peine) est significativement réduite comparativement aux niveaux historiques atteints avec le phosphore d'aluminium et(ou) de magnésium. De plus, les fournisseurs de services de lutte antiparasitaires procèdent à l'isolation de sécurité de l'équipement potentiellement sensible lors de la préparation des installations de la minoterie et au cours de la fumigation. L'équipement sensible est entièrement enveloppé et scellé, et soumis à la pression positive provenant d'une alimentation continue en CO<sub>2</sub> ou en air tout au long du processus de fumigation, jusqu'à ce que l'ECO<sub>2</sub>FUME soit entièrement éliminé de la minoterie. Les minoteries qui ont procédé aux essais sur cette méthode de fumigation, en respectant la dose unitaire et le temps d'exposition recommandés, n'ont signalé aucun dommage à l'équipement résultant de l'exposition à la phosphine contenue dans ECO<sub>2</sub>FUME.

Si Cytec obtient l'autorisation de modifier l'étiquette du produit ECO<sub>2</sub>FUME en y indiquant expressément les directives d'utilisation combinée avec un traitement thermique (de tout type) pour la fumigation des bâtiments, les services de fumigation à ECO<sub>2</sub>FUME pourraient être commercialisés à grande échelle au Canada dès 2008, à temps pour la saison habituelle d'utilisation de ces services dans les minoteries (d'avril à novembre).

### **Fluorure de sulfuryle**

Le fluorure de sulfuryle (FS) a été homologué par l'ARLA comme agent de fumigation des installations des minoteries canadiennes. Il est produit par Dow AgroSciences sous le nom commercial ProFume. L'homologation relativement récente (début de 2006) de ProFume a facilité le déroulement des essais sur le fluorure de sulfuryle de 2006 dans les établissements de mouture du grain.

Même si ProFume est homologué au Canada, il est indiqué sur son étiquette que le contact n'est pas autorisé entre ce produit et les grains non moulus, les produits de minoterie et les agents d'enrichissement et additifs à la farine présents dans la minoterie pendant la fumigation au méthyle de bromure, ce que permet la *Environmental Protection Agency* des É.-U. En fait, on compte plus de 40 produits de base pour lesquels une limite maximale des résidus (LMR) a été définie aux É.-U.

Aucune LMR n'étant définie au Canada, il faut, pour procéder à la fumigation avec ProFume, retirer entièrement les installations de minoterie du bâtiment à traiter (y compris l'équipement et toutes les cellules de stockage des grains moulus ou non) ou encore, isoler (sceller) les cellules de stockage ou toutes les aires de stockage des grains ou des produits de minoterie dans le bâtiment. Cette seconde approche a été utilisée lors d'un essai sur le FS réalisé au Canada en 2006, lequel s'est révélé non concluant. Toutefois, un second essai, pour lequel les cellules de stockage avaient été scellées, a permis d'obtenir des résultats satisfaisants. Par conséquent, les

minoteries et les fournisseurs de services de lutte antiparasitaire attendent avec impatience que les conditions d'homologation du FS soient élargies par l'ajout de LMR sur l'étiquette.

En décembre 2006, Dow AgroSciences venait de soumettre à l'ARLA une demande de modification des directives d'utilisation de ProFume visant à autoriser le contact entre cet agent fumigant et les grains et produits de minoterie au Canada sous réserve de LMR prédéfinies. L'ARLA étudie actuellement les LMR en vigueur aux É.-U. pour vérifier leur admissibilité au Canada. Au terme de cette évaluation, on s'attend à ce que ProFume soit commercialisé à vaste échelle dans les régions céréalières du Canada et à ce que les fournisseurs de services et utilisateurs finals bénéficient d'une formation appropriée sur son utilisation.

### **Technologies de traitement par la chaleur**

Au Canada, trois fournisseurs de technologies proposent aux fournisseurs de services de lutte antiparasitaire l'équipement requis pour procéder au traitement thermique des minoteries.

Un système portatif de traitement thermique à la vapeur élaboré récemment par **Armstrong International Inc.** a fait l'objet d'essais en 2006. Adaptée du système monté à demeure déjà offert par cette société, chaque unité du nouveau système portatif consiste en un échangeur thermique doté d'un ventilateur de recirculation intégré et monté sur roues. La vapeur est acheminée dans l'unité à partir d'un collecteur adapté à la chaudière permanente de la minoterie (le cas échéant) ou à une chaudière à vapeur mobile. Le retour d'eau de condensation de chaque unité utilise le même principe. L'encombrement (surface de plancher occupée) de chaque unité est de 150 cm x 120 cm (5 pi x 4 pi) approximativement.

**RooCan** fabrique également des systèmes de traitement thermique à la vapeur portatifs. Chaque échangeur thermique, également équipé d'un ventilateur de recirculation intégrale, est monté sur un châssis roulant inclinable à deux roues. Chaque unité est alimentée par une amenée de vapeur indépendante et dotée d'un collecteur de retour des condensats. La surface d'encombrement de l'unité, en position horizontale et lors de l'utilisation, est de 105 cm x 180 cm (3,5 pi x 6 pi) approximativement. Lorsqu'elle est positionnée à la verticale pour être rangée, l'unité occupe une surface de plancher de 105 cm x 105 cm (3,5 pi x 3,5 pi) environ.

Les échangeurs de chaleur de RooCan et d'Armstrong ont été conçus pour être utilisés en milieu scellé (ce qui minimise la perte de chaleur) et à la pression atmosphérique pour conserver la chaleur à l'intérieur du bâtiment traité. Ces technologies conviennent particulièrement aux minoteries possédant déjà une chaudière, désireuses d'acheter ou de se procurer par location-acquisition l'équipement de traitement thermique requis. La fréquence d'utilisation de l'équipement peut alors augmenter, puisque leur propre personnel et non des fournisseurs de services externes s'en chargent. Au moins trois minoteries canadiennes ont opté pour cette solution. Toutes trois ont augmenté la fréquence des traitements thermiques dans leurs installations dans le cadre de leur programme de lutte antiparasitaire intégrée. Selon les expériences vécues dans ces trois minoteries, il apparaît toutefois que des infestations échappent occasionnellement à leur contrôle, ce qui crée un besoin à long terme pour un agent de fumigation chimique commercialement accessible tel qu'ECO<sub>2</sub>FUME ou ProFume, dont le principe actif est semblable à celui du bromure de méthyle.

**Le réchauffeur proposé par Temp-Air n'est pas un échangeur de chaleur.** Il s'agit plutôt d'une unité de chauffe directe à très haut pouvoir calorifique alimentée au gaz naturel ou au propane. La chaleur est éjectée de l'unité au moyen d'un ventilateur à volume élevé dans une canalisation de distribution faite d'un matériau souple, ces deux éléments étant reliés sur le site pour distribuer la chaleur vers les emplacements d'évacuation. Une certaine quantité de chaleur s'échappe de la canalisation avant d'atteindre la zone à traiter. Toutefois, il est possible de sectionner la canalisation souple pour disperser une certaine quantité de chaleur vers des endroits précis situés le long de la canalisation, ce qui contribue à uniformiser la diffusion thermique. La distribution de la chaleur fournie par la canalisation souple est également améliorée au moyen d'un ventilateur de recirculation de 10 volts, dont le diamètre est habituellement de 36 po. L'unité thermique utilise une source d'alimentation électrique de 220 volts.

Le ventilateur de sortie de l'unité fonctionne en continu pour maintenir la pression positive dans l'ensemble des éléments de structure de la minoterie. Ainsi, l'air chaud pénètre dans toutes les fissures et crevasses des éléments de structure et à travers les murs extérieurs, ce qui permet d'obtenir et de maintenir une température élevée dans tous les espaces morts où les insectes pourraient se réfugier pendant la durée du traitement thermique. Si les insectes présents dans les murs extérieurs et les espaces morts des murs de séparation ne sont pas convenablement éliminés, la réinfestation peut survenir. Tout au long de la durée du traitement thermique, l'unité Temp-Air utilise plusieurs téledétecteurs thermiques pour effectuer le contrôle continu de la température dans toutes les aires de la minoterie, celle-ci devant être maintenue à l'intérieur d'une plage précise pendant une période minimale prédéfinie pour éliminer les insectes parasites.

## **Évaluation des solutions de rechange propres aux installations**

Le concept de l'évaluation, de l'adaptation et de l'adoption de solutions de rechange au bromure de méthyle « propre aux installations » a été proposé par CNMA aux organismes de réglementation (Environnement Canada et l'ARLA), aux fournisseurs de services de lutte antiparasitaire et au CCTBM comme cadre de travail pour l'évaluation des nominations d'exemption pour utilisation critique. Tel qu'illustré dans les études de cas qui suivent dans ce rapport et dont les résultats des données d'efficacité figurent dans l'Annexe A, l'adoption de solutions de rechange efficaces au bromure de méthyle repose sur l'évaluation de ce qui fonctionne et de ce qui ne fonctionne pas dans chaque minoterie.

Cette approche se justifie aisément. Ainsi, dans le cas des traitements thermiques, il faut tenir compte de ce qui suit.

- Aucune minoterie canadienne n'est semblable à une autre. Chaque minoterie possède des caractéristiques structurelles, des bâtiments et de l'équipement qui lui sont propres. Ces caractéristiques contribuent à créer des « zones à risque », c'est-à-dire des aires plus propices que d'autres à l'infestation par les insectes parasites dans la minoterie.
- Il existe très peu de minoteries dotées d'une chaudière à vapeur. Certaines de ces chaudières ne servent qu'à chauffer les locaux; elles ne peuvent produire la quantité de vapeur requise pour les traitements thermiques.

- La plupart des minoteries sont équipées de systèmes de protection contre l'incendie conçus pour résister aux traitements thermiques. Il faut au minimum intégrer à ces systèmes existants des sprinklers à haute tolérance thermique. En vertu des dispositions des codes de prévention contre l'incendie, certaines minoteries ne peuvent pas remplacer uniquement les têtes de sprinkler existantes; il leur faut remplacer la totalité du réseau de sprinklers.
- Les systèmes d'alimentation et de distribution de 220 et de 110 volts présents dans la plupart des minoteries ne sont pas suffisants pour le nombre d'unités thermiques et de ventilateurs de recirculation généralement requis pour l'exécution des traitements thermiques décrits ci-dessus. Il faut généralement modifier les systèmes (pour augmenter la capacité du transformateur permanent ou portatif) et ajouter des prises de 100 volts pour permettre l'exécution des traitements thermiques.
- Le choix des emplacements des unités thermiques et de l'équipement de distribution permettant d'atteindre et de maintenir les températures requises est un processus d'essais et d'erreurs. La probabilité qu'une minoterie parvienne à un résultat optimal dès la première tentative est très faible. Tel que mentionné dans le rapport de 2004 de la CNMA et dans le présent rapport, la température appliquée à des aires données dans les minoteries est souvent trop basse ou trop élevée lors des premiers essais de traitement thermique.

En ce qui a trait à la fumigation au moyen d'agents de rechange, les expériences antérieures nous ont appris ce qui suit.

- Les fournisseurs de services doivent poursuivre leurs essais pour déterminer avec précision les volumes gazeux requis.
- La température ambiante, de même que la configuration et l'étanchéité aux gaz de la minoterie peuvent avoir une influence significative sur la rétention de gaz et, par conséquent, sur le volume du fumigant et l'étendue des travaux de scellage requis.
- Du gaz peut pénétrer dans les aires de la minoterie qui ne doivent pas subir la fumigation.

Pour conclure, l'efficacité des solutions de rechange dépend en grande partie de la mise en œuvre de plusieurs mesures supplémentaires, dont les modifications aux éléments de structure, à la configuration de l'équipement, aux pratiques d'exploitation et au programme de maintien de la salubrité de la minoterie, toutes conditions applicables en continu d'une grande intervention antiparasitaire à une autre. Nous savons d'expérience que ces mesures supplémentaires exigent une évaluation sérieuse en raison de leurs coûts élevés et de leurs longs délais de mise en œuvre, particulièrement lorsqu'elles nécessitent l'embauche et la formation de nouveaux employés. À ce jour, les représentants de la plupart des minoteries canadiennes s'entendent à dire que l'élimination du recours au bromure de méthyle ne pourra se faire sans embaucher de nouveaux employés et définir un nouveau cadre de responsabilité relativement à la salubrité.

### **Un dernier point à considérer à propos des coûts des solutions de rechange**

Les coûts associés à la lutte antiparasitaire dans les minoteries de grains du Canada ont subi une énorme augmentation entre 2002 et 2006, avec la mise en œuvre du programme de retrait progressif du bromure de méthyle et du processus de nomination d'exemption pour utilisation critique. Le rapport de 2004 de la CNMA a fait mention de cette hausse des coûts. Trois années

plus tard, nous comprenons mieux ce qui a provoqué cette augmentation spectaculaire. Toutefois, nous ne savons pas encore jusqu' où ira l'augmentation des coûts de la lutte antiparasitaire, avec les réductions significatives des quantités de bromure de méthyle prévues en 2007. Nous avons ajouté aux études de cas qui suivent quelques données de comparaison des coûts, avec l'autorisation des entreprises participantes aux essais.

## **IV Essais sur les solutions de rechange – Études de cas**

Chacune des études de cas présentée dans cette section résulte du travail d'évaluation des solutions de rechange effectué par l'une ou l'autre des entreprises qui ont bénéficié pour ce faire d'un financement dans le cadre de l'accord de contribution entre la CNMA et l'AAC. Ces études de cas ne reflètent pas l'ensemble des efforts réalisés par l'industrie de la minoterie de grains pour se doter de nouveaux programmes de lutte antiparasitaire ne dépendant plus des traitements conventionnels de fumigation au bromure de méthyle. Afin de protéger le secret des affaires des entreprises participantes, les minoteries sont désignées au moyen d'un numéro. Ce numéro correspond à celui qui leur a été assigné dans l'évaluation des données d'efficacité présentées à l'Annexe A.

### **Minoterie 1 – Traitement par la chaleur**

L'essai de traitement par la chaleur a eu lieu dans cette minoterie pendant l'été 2006. Bien que semblable, dans les grandes lignes, au traitement thermique appliqué dans la minoterie en 2003, cette nouvelle procédure intégrait des modifications tirées des observations faites lors du premier essai de 2003. Ainsi, on a pu procéder à une comparaison des données d'efficacité obtenues lors des deux traitements, laquelle figure dans l'Annexe 1 de ce rapport.

#### **Situation, configuration et structure de la minoterie**

De petite capacité selon les normes canadiennes, cette minoterie de farine de blé produit moins de 5 000 quintaux de farine par journée de 24 heures. La minoterie occupe le site actuel et est en exploitation depuis plus de 50 ans. Il s'agit de la seule propriété industrielle dans les environs immédiats de la municipalité. Toutes les propriétés adjacentes sont résidentielles. Plusieurs résidences sont situées dans un rayon de moins de 75 mètres de la minoterie.

Comme bien d'autres minoteries canadiennes, de nombreux ajouts et modifications ont été apportés à la construction de l'établissement au fil des années. La plupart des installations actuelles ont été construites pendant les vingt dernières années. Toutefois, les aires de déchargement et de stockage du grain sont beaucoup moins récentes. Leur construction se prête moins bien à l'exécution des travaux d'entretien et procédures de lutte antiparasitaire. Les principaux matériaux de construction de la minoterie sont l'acier et le béton coulé. Tous les murs extérieurs sont garnis de revêtement métallique. Bien que cela n'ait pas été pris en considération lors des différentes phases de modernisation des installations, la situation et l'orientation des quais de chargement conviennent très bien au positionnement des générateurs de chaleur extérieurs servant à l'exécution des traitements thermiques.

En raison de la capacité de stockage limitée de la minoterie, le taux de rotation des stocks est passablement élevé. Tout le blé entrant à la minoterie est transporté par camion. La fréquence et le faible volume des livraisons de blé contribuent à augmenter les risques de réinfestation. L'entreprise a longtemps traité les livraisons directes des producteurs. Toutefois, cela se produit rarement aujourd'hui. Actuellement, la plupart des grains proviennent des compagnies céréalières.

La plus grande partie des produits de minoterie est expédiée en vrac, bien que la minoterie dispose également d'installations d'ensachage. Malgré sa petite taille, la minoterie compte de grands transformateurs de produits alimentaires parmi sa clientèle et utilise le système de livraison juste à temps et ce, sept jours sur sept.

### **Équipement de transformation**

Les principales pièces d'équipement de transformation datent de diverses époques. Toutefois, plusieurs goulottes et transporteurs sont facilement accessibles et peuvent être désassemblés pour permettre l'exécution des traitements thermiques.

Entre les deux traitements thermiques exécutés en 2003 et en 2006, on a apporté de nombreuses modifications à l'équipement et à la structure de la minoterie, dont :

- la modification des systèmes de chargement de la farine en vrac pour assurer la salubrité et le scellage efficace des produits finis lors de la manutention;
- le remplacement de nombreuses pièces d'équipement, y compris les transporteurs et les goulottes dans le but d'améliorer la salubrité et l'efficacité du programme de lutte antiparasitaire intégrée;
- d'importantes mises à niveau de l'équipement de la salle de commande et du système d'alimentation électrique.

### **Défis liés à la lutte antiparasitaire et mesures prises de 2004 à 2006**

En 2003, la minoterie a entrepris de remanier en profondeur son programme de salubrité et de lutte antiparasitaire. Dans le cadre de ce programme amélioré, toutes ses installations ont été soumises pour la première fois, à l'été 2003, à un traitement antiparasitaire par la chaleur. Pour cette procédure, on a choisi les unités et services de traitement thermique Temp-Air, sous la supervision du personnel du fournisseur de services de lutte antiparasitaire PCO.

Avant 2003, la minoterie ne disposait pas d'un programme de lutte antiparasitaire intégrée comme ceux offerts aujourd'hui par les fournisseurs de services de contrôle des parasites. Le fournisseur de services de lutte antiparasitaire s'est servi d'insecticides par contact. Certaines aires de la minoterie situées à proximité de propriétés résidentielles ne peuvent être traitées par la fumigation et, de ce fait, sont plus propices à l'infestation par le tribolium de la farine et le cucujide. Toutefois, des désinfecteurs et des bluteaux sont intégrés à l'équipement de nettoyage et de transformation, ce qui permet à la minoterie de se conformer aux normes de qualité des ingrédients exigées pour la fabrication des produits alimentaires.

De 2004 à 2006, la minoterie a apporté de nombreux changements à son programme de lutte antiparasitaire pour mieux prévenir les risques d'infestation. Un programme de lutte antiparasitaire intégrée exhaustif a été mis en œuvre. Dans le cadre de ce programme amélioré, on a embauché du personnel d'entretien et de maintien de la salubrité et intégré de nouvelles mesures spécifiques avec le soutien de fournisseurs externes.

La minoterie étant située dans une zone résidentielle, il était impossible de recourir au bromure de méthyle avant 2003. Toutefois, une fumigation au bromure de méthyle a été achevée avec succès dans la minoterie en 2005.

Malgré sa petite taille, cette minoterie, avec son large éventail de matériaux et d'éléments structuraux, comporte plusieurs interfaces structurales et refuges potentiels pour les insectes parasites. Pendant les trois dernières années, certaines zones d'infestation potentielle ont été scellées. Toutefois, d'autres aires à risque, qui sont liées à la structure même de la minoterie, ainsi qu'aux interfaces entre les éléments de structure et l'équipement, ne peuvent être éliminées entièrement, à moins de procéder à des réaménagements coûteux.

Certaines pièces d'équipement de minoterie, dont les broyeurs à cylindres, peuvent atteindre une durée de vie utile considérable avec un entretien adéquat. Dans plusieurs minoteries canadiennes, des broyeurs à cylindres fabriqués avant 1970 sont toujours en service. Toutefois, il est plus difficile de nettoyer manuellement et de désassembler les broyeurs moins récents. Ces broyeurs anciens produisent une plus grande quantité de résidus de farine et de poussières, ce qui accroît les risques d'infestation. Dans la minoterie à l'étude, plusieurs broyeurs à cylindres correspondent à cette description.

En raison des courts délais de livraison en vrac imposés à la minoterie, il est impératif de prévoir plusieurs semaines à l'avance les arrêts d'exploitation requis pour l'exécution des traitements antiparasitaires majeurs. De plus, la fréquence et durée de tels arrêts doivent être minimales. Cela s'est révélé d'autant plus important pour les traitements par la chaleur (Temp-Air) effectués en 2003 et en 2006. En effet, l'équipement requis pour de tels traitements est rare au Canada et les sociétés qui le possèdent sont très exigeantes quant au choix des entreprises de camionnage chargées de transporter leur précieux équipement.

Grâce à la mise en œuvre de toutes ses nouvelles mesures, la minoterie a obtenu la certification *American Institute of Baking* (AIB) en 2006.

### **Essai de traitement thermique de 2003**

Pendant l'été 2003, l'ensemble des installations de la minoterie a été soumis à un traitement thermique, la chaleur étant fournie par des unités Temp-Air. L'air chaud provenant des unités thermiques a été expulsé au moyen de ventilateurs à haute vitesse d'un diamètre approximatif de 90 cm (36 po). Sept unités thermiques ont été utilisées. La chaleur s'est propagée dans diverses aires de la minoterie au moyen d'un système de canalisations souples raccordées d'un diamètre approximatif de 90 cm (36 po). De plus, on a disposé 30 ventilateurs rotatifs d'un diamètre de 90 cm (36 po) pour distribuer et faire circuler la chaleur à différents endroits dans la minoterie. Les réchauffeurs extérieurs nécessitent une tension d'alimentation de 220 volts. Les 30 ventilateurs de recirculation requièrent une tension d'alimentation de 110 volts. Pour atteindre la capacité d'alimentation requise par tous les éléments de l'équipement de traitement thermique, un transformateur de location a été adjoint au système électrique de la minoterie.

Les réchauffeurs nécessitant un volume de propane élevé, on a également amené sur le site deux gros réservoirs à propane liquide, lesquels ont été installés dans une aire du stationnement

généralement réservée au chargement de la farine ensachée dans les camions. Le propane doit être vaporisé et réchauffé avant d'être introduit dans les réchauffeurs. Pour ce faire, on a monté et assemblé un collecteur et trois vaporisateurs, ainsi que la tuyauterie métallique requise pour l'alimentation des sept réchauffeurs. La réception et l'assemblage de l'équipement, ainsi que l'installation des réchauffeurs, des canalisations souples et des ventilateurs de recirculation ont nécessité une douzaine d'heures de travail. Pendant ce laps de temps, les employés de la minoterie, aidés par des travailleurs intérimaires, ont nettoyé l'équipement et les éléments de structure de la minoterie en procédant du haut vers le bas. Les travaux de nettoyage ont débuté à 7 h, le vendredi matin précédant une fin de semaine de trois jours (dont un jour férié).

Les petites pièces d'équipement et les matériaux d'emballage jugés sensibles à la chaleur (associés à un risque de dommage sous l'effet de la chaleur) ont été retirés de la minoterie et entreposés dans des remorques standards de 40 pi. Demeurant sur le site, les remorques en question ont été scellées et traitées au bromure de méthyle, selon la procédure utilisée dans les installations portuaires pour la fumigation en quarantaine et la fumigation préalable à l'expédition. Utilisé en très faibles doses, le bromure de méthyle n'était associé à aucun risque significatif pour les travailleurs et les occupants des bâtiments adjacents. L'équipement et les matériaux d'emballage ont été réintroduits dans la minoterie pendant la période de refroidissement et de réassemblage.

Les puits d'escalier et les ouvertures de services d'étage situées le long des murs extérieurs ont été vaporisés au moyen d'insecticide de contact pour prévenir la migration des insectes adultes pendant la durée du traitement thermique.

La durée des travaux de nettoyage et d'assemblage de l'équipement de traitement thermique ayant été plus longue que prévue, l'allumage des réchauffeurs n'a eu lieu que le samedi matin, vers 7 h. Des flacons contenant des spécimens du tribolium matures et à l'état de larve (provenant du laboratoire ou recueillis pendant le nettoyage du site) ont été disposés à différents endroits dans la minoterie aux fins de dénombrement des insectes éliminés, ce qui a été effectué à des intervalles de deux heures. On a également réparti cent télécapturs thermiques sans fil dans la minoterie pour surveiller et enregistrer les températures atteintes tout au long du traitement.

Le traitement thermique de 2003, incluant la préparation et le réassemblage de l'équipement de la minoterie, a été effectué en 72 heures.

### **Les conclusions et observations tirées du traitement thermique mené en 2003 figurent ci-dessous.**

1. Il est essentiel de procéder à une planification préliminaire détaillée. Le personnel de production et de direction de la minoterie doit connaître à l'avance et avec précision les superficies de surface requises (aire de stationnement et surface de production) pour tout l'équipement de traitement thermique amené sur le site. Cette information est essentielle pour s'assurer que la livraison de l'équipement ne gêne pas les activités de chargement et d'expédition de la farine et des produits de minoterie, qui se poursuivent pendant les travaux de préparation, voire même tout au long du traitement thermique.

2. Les employés de production de la minoterie doivent identifier et faire la liste de toutes les pièces d'équipement et matériaux sensibles à la chaleur devant être retirés de la minoterie avant le traitement. Cela peut inclure les matériaux d'emballage et d'étiquetage, de même que les distributeurs d'aliments et de boissons, ainsi que leur contenu.
3. Il faut également penser à déplacer les réfrigérateurs et congélateurs du laboratoire d'essai pour prévenir tout risque de défaillance en raison de l'exposition à des températures élevées pendant une période de 24 heures, ce qui entraînerait l'altération des ingrédients et échantillons de farine et de grains qui y sont entreposés.
4. Il peut être nécessaire d'équiper les locaux électriques d'un système d'aération supplémentaire pour prévenir la surchauffe et la défaillance de l'équipement pendant le traitement thermique.
5. Veuillez noter que les employés de production et d'entretien de la minoterie n'étaient pas en nombre suffisant pour exécuter l'ensemble des travaux de nettoyage et de désassemblage requis dans le délai prévu à cette fin. Il a fallu embaucher des travailleurs intérimaires pour exécuter ces travaux. Ce renseignement peut être utile aux autres minoteries qui envisagent de recourir à un traitement thermique de ce genre, mais dont l'expérience du désassemblage et du réassemblage rapides est limitée et ce, particulièrement si elles n'ont pas effectué de fumigation récente.
6. Il est possible que certains plastiques, dont ceux qui sont présents dans les tuyaux à air et les circuits d'alimentation d'agent enrichissant, ne puissent supporter les hautes températures requises pour l'élimination des insectes parasites. Ces matériaux ne doivent pas être mis sous pression pendant le traitement thermique. Si cela est impossible, il faut les enlever avant de procéder au traitement thermique.
7. L'exécution d'un premier traitement thermique constitue une expérience d'apprentissage. Chaque minoterie possédant des caractéristiques et une configuration unique, il est conseillé de se laisser une certaine marge de manœuvre lors de la planification du temps d'arrêt d'exploitation, ce qui facilitera, par exemple, le réglage de la hausse graduelle de la température et l'atteinte d'une température uniforme dans les différentes aires de la minoterie. Le temps d'exécution supplémentaire pourra également être utilisé pour déplacer les canalisations de distribution et les ventilateurs de recirculation et identifier les endroits qui assurent une distribution optimale de la chaleur dans le but d'atteindre des résultats plus prévisibles et efficaces lors des traitements thermiques subséquents.
8. Le traitement thermique est une procédure coûteuse. Le traitement thermique d'essai mené dans cette petite minoterie a coûté plus de 75 000 \$ CA. Ce montant n'équivaut même pas à la véritable valeur marchande d'un tel traitement, puisqu'une partie des coûts de main-d'œuvre et de transport ont été assumés par les fournisseurs de services de lutte antiparasitaire à titre de contribution à la recherche. La valeur marchande de ce traitement thermique atteindrait en fait quelque 90 000 \$ ou, approximativement, le triple du coût d'une fumigation au bromure de méthyle pour une minoterie de taille comparable en 2003.

9. Le traitement thermique requiert une quantité d'énergie considérable (le propane dans ce cas).
10. Le nettoyage des résidus laissés sur l'équipement doit être effectué avec soin. Ces résidus peuvent cuire pendant le traitement thermique et, le cas échéant, sont très difficiles à éliminer au moment du réassemblage de l'équipement et de la reprise des activités de la minoterie.

### **Traitement thermique de 2006**

On a effectué les mêmes travaux de préparation de la minoterie en 2006 qu'en 2003. À l'intérieur de la minoterie, les surfaces des éléments de structure, de l'équipement et de support ont été nettoyées et passées à l'aspirateur. Le désassemblage et le nettoyage, effectué du haut vers le bas, ont nécessité une dizaine d'heures, pendant lesquelles on a procédé à l'installation de l'équipement de traitement thermique et au raccordement au gaz.

Les compartiments de chargement n'ont pas été vidés. Comme en 2003, leur contenu a servi à poursuivre les livraisons à la clientèle pendant une partie de la fin de semaine d'exécution du traitement thermique.

En se fondant sur l'expérience de 2003, les modifications ci-dessous ont été apportées au déroulement du traitement thermique de 2006.

- La préparation de la minoterie a débuté plusieurs journées d'avance pour permettre un nettoyage manuel plus approfondi.
- Certains matériaux ont été retirés de la minoterie, dont les matériaux d'étiquetage et d'emballage.
- Des prises de 120 volts supplémentaires ont été installées, ce qui a permis de réduire le nombre de rallonges électriques requises pour assurer temporairement l'alimentation des ventilateurs de recirculation portatifs.
- Le fournisseur de services a apporté un transformateur portatif supplémentaire, pour assurer la capacité d'alimentation requise pour son équipement de traitement thermique.

### **Utilisation prévue de solutions de rechange au bromure de méthyle**

Compte tenu des résultats satisfaisants obtenus lors des traitements thermiques effectués en 2003 et en 2006 dans ses installations, l'entreprise considère que cette méthode est tout à fait digne de confiance. En dépit du coût élevé du traitement thermique, la minoterie optera probablement pour cette méthode de traitement antiparasitaire intégral lorsque cela sera nécessaire à l'avenir. Il est difficile de prédire à l'avance la fréquence de traitement intégral de la minoterie. Idéalement, avec la mise en œuvre de toutes les mesures du programme de lutte antiparasitaire intégrée, il ne sera pas nécessaire de procéder chaque année au traitement intégral des installations de la minoterie.

## **Minoterie 3 – Analyse comparative du traitement par la chaleur et du bromure de méthyle**

L'étude de cas menée dans cette minoterie présente un très grand intérêt. En effet, celle-ci a participé au projet dirigé par la CNMA en 2003 dans le but de procéder à l'évaluation comparative des résultats de la fumigation au bromure de méthyle dans les minoteries participantes, lesquels devaient par la suite, servir de valeurs de référence pour l'évaluation de l'efficacité des traitements thermiques effectués plus tard dans ces minoteries. L'évaluation du présent essai de traitement thermique a eu lieu à l'été 2006.

### **Situation, configuration et structure de la minoterie**

De capacité moyenne selon les normes canadiennes, cette minoterie de farine de blé produit de 5 000 à 7 500 quintaux de farine par journée de 24 heures. Occupant le même site depuis plus d'un demi-siècle, la minoterie a été entourée peu à peu par des bâtiments à vocations multiples (résidences privées, immeubles commerciaux, entreprises de services alimentaires). Le site est bordé par une route principale à fort achalandage, qu'empruntent les résidents de la localité, les banlieusards et les véhicules à usage commercial et industriel.

La minoterie a connu plusieurs phases de construction et d'aménagement depuis son entrée en service. Bien que l'équipement de transformation et de contrôle ait été considérablement modernisé dans les parties les plus anciennes de la minoterie, plusieurs de ses éléments de structure datent de plus de 50 ans. Le bois, la maçonnerie, le béton et l'acier cohabitent dans ces parties de la minoterie, illustrant tous les stades de la reconstruction et de la mise à niveau graduelle de la structure et de l'équipement. En revanche, la minoterie comporte également des installations récentes, dont une nouvelle unité de mouture moderne érigée au cours des dix dernières années. La conception de cette unité, alliant l'acier et le béton, avait pour objectif prioritaire la qualité de la salubrité.

Comme dans la majorité des minoteries de mouture du grain au Canada, l'équipement de déchargement et de nettoyage des grains est intégré à la structure centrale du moulin. En raison de la capacité de stockage limitée de la minoterie, le taux de rotation des stocks est passablement élevé. Des cellules de stockage prolongé sont réservées à certaines classes de blé à mélanger à d'autres stocks de blé plus volumineux. Généralement, la minoterie ne traite pas les livraisons directes (amenées par les producteurs). Les stocks entrants sont pratiquement tous livrés par camion et déchargés au moyen de silos-élévateurs.

La minoterie expédie ses produits en vrac ou ensachés et fonctionne selon le principe du système de livraison juste à temps pour pratiquement tous ses clients. Un volume très réduit de produits finis est conservé en entrepôt pendant plus de deux ou trois jours.

### **Équipement de transformation**

Depuis 2003, la minoterie a réaménagé une certaine partie de ses éléments de structure et de son équipement. Voici la liste des travaux réalisés :

- modification du réseau de sprinklers du système de protection contre l'incendie afin de permettre l'exécution du traitement;
- modification mineure apportée à la chaudière à vapeur pour alimenter l'équipement de traitement;
- autres modifications et réaménagements apportés à l'équipement de transformation.

### **Défis liés à la lutte antiparasitaire et mesures prises de 2004 à 2006**

La minoterie a élaboré un programme de lutte antiparasitaire intégrée, dont la mise en oeuvre remonte à plus de cinq ans.

- Le programme de lutte antiparasitaire est fondé principalement sur le maintien de la salubrité et le nettoyage continu des installations dans le but de limiter l'accumulation des poussières de grain et de farine.
- Chaque fois que les temps de fabrication le permettent, les principales pièces d'équipement sont ouvertes, désassemblées et nettoyées.
- D'autres travaux de nettoyage et d'entretien sont exécutés chaque fois qu'un arrêt d'exploitation imprévu survient (en raison d'un étranglement ou pour l'exécution d'une réparation).
- Presque tous les employés de production participent à l'entretien de la minoterie.
- Certains d'entre eux sont affectés à plein temps au nettoyage de l'équipement de mouture du grain et des éléments de structure des bâtiments.
- Les populations d'insectes font l'objet de procédures de surveillance rigoureuses, dont l'inspection visuelle régulière des aires propices à l'infestation, l'utilisation de pièges sexuels et divers services d'entretien assurés par un fournisseur de services de lutte antiparasitaires.
- Le fournisseur de services se sert d'insecticides par contact à effet rémanent partout où cela est possible pour prévenir la migration d'insectes matures pendant et entre les traitements de fumigation.
- Les bâtiments et installations de minoterie ont été traités par fumigation au bromure de méthyle chaque année, pendant la saison estivale, pour réduire au maximum les populations d'insectes dans toutes les aires de la minoterie où l'utilisation de cet agent est permise.

La construction et la configuration extérieure de certains silos à grains permettent l'utilisation d'agents de fumigation dans l'éventualité d'une infestation. Toutefois, cela s'est rarement produit.

La prévention de l'introduction des insectes parasites dans les passages des produits s'effectue au moyen de procédures rigoureuses d'entretien et d'ajustement de l'équipement, de plusieurs désinfecteurs et du nettoyage fréquent des transporteurs à vis et pièces d'équipement les plus propices à laisser s'accumuler de petites quantités de produits de mouture du grain.

La raison de la proximité des bâtiments adjacents et de la route principale, et en vertu de la réglementation environnementale en vigueur dans la province, l'utilisation d'agents de fumigation, tel que le bromure de méthyle, est interdite dans certaines parties de la minoterie. II

est impossible de remédier à cette situation. La reconstruction des installations de mouture à une distance suffisante de la route et des bâtiments adjacents serait beaucoup trop coûteuse.

De plus, la construction et la conception des installations à étages multiples de la minoterie pour lesquelles il est impossible d'obtenir un permis ne permettent pas de procéder au traitement thermique. Toutefois, l'entreprise, qui dispose déjà de la capacité d'alimentation de vapeur requise pour le traitement thermique, s'intéresse vivement à cette méthode de traitement intégral, comme le démontre la tenue de cet essai, mené en 2006.

La diversité des méthodes et matériaux de construction (maçonnerie, béton, bois, placage de métal) donne lieu à de multiples interfaces structurales et refuges potentiels pour les insectes parasites.

Chaque fois que sont apportées des modifications à la structure, à l'équipement ou à l'infrastructure de support de l'équipement de la minoterie, on tient compte des objectifs de lutte antiparasitaire en éliminant les zones les plus propices à l'infestation ou trop difficiles à entretenir.

Depuis plusieurs années, on assiste à une tendance grandissante vers le principe de livraison juste à temps des ingrédients et des matériaux d'emballage dans le secteur de la transformation des aliments. La réduction des stocks d'ingrédients et des matériaux d'emballage peut entraîner une baisse significative des dépenses d'exploitation et des frais d'entreposage.

La minoterie fonctionne à capacité maximale et ce, 24 heures par jour et plus de 300 jours par année (avec une moyenne de six jours de livraisons par semaine), ce qui exige une planification rigoureuse et le respect d'arrangements précis en ce qui a trait aux livraisons des produits en vrac à la clientèle. L'entreprise veut que ses arrêts d'exploitation aux fins de traitement antiparasitaire durent au plus 48 heures.

### **Fumigation de référence effectuée en 2003**

Suivant la procédure courante pour la fumigation, la minoterie a cessé toute activité dès le vendredi matin, à l'exception de l'emballage, de l'entreposage et du chargement, pour permettre le désassemblage et le nettoyage de tous les appareils à cylindres, tamiseurs et autres composants d'équipement pouvant être ouverts, nettoyés à la main et passés à l'aspirateur. Toutes les surfaces des éléments de structure et de l'équipement de la minoterie ont été nettoyées manuellement et passées à l'aspirateur et ce, du haut vers le bas dans la mesure du possible. Il faut compter de dix à 12 heures environ pour effectuer les travaux de nettoyage préalables à la fumigation.

Quelques heures avant la fin des travaux de nettoyage préalables à la fumigation, les employés du fournisseur de services de lutte antiparasitaire sont arrivés sur les lieux et ont commencé à préparer les installations pour la fumigation avec l'aide des employés de la minoterie. Lors de la préparation, on doit notamment sceller toutes les aires de la minoterie non visées par la fumigation (au moyen de bâches, de film plastique, de ruban et de calfeutrant), de même que les fenêtres extérieures, portes et orifices d'évacuation d'air passive et mécanique dès que la

ventilation et l'accès ne sont plus nécessaires. Le but de ces travaux d'isolation et de scellage est de rendre les aires contenant les éléments de structure et l'équipement à traiter aussi étanches aux gaz que possibles, ce qui permet d'utiliser la quantité minimale précise de bromure de méthyle et d'atteindre la concentration de gaz requise pour l'élimination des insectes parasites où qu'ils se trouvent dans les aires traitées.

Avant la fumigation, le fournisseur de services de lutte antiparasitaire a installé les tuyaux d'alimentation du bromure de méthyle et l'équipement de surveillance aux endroits habituels. Il s'assure ainsi que la concentration du bromure de méthyle injecté dans le bâtiment soit uniforme pendant la période de temps minimale requise. Lors de cette procédure de fumigation, l'objectif consistait à atteindre et maintenir la concentration requise de bromure de méthyle (soit 3,2 grammes/m<sup>3</sup>) pendant une période approximative de 24 heures.

Une fois que les travaux de nettoyage et de scellage ont été achevés et avant que le bromure de méthyle soit injecté dans les aires à traiter, tous les employés de production et tous les membres du personnel d'entretien ont été évacués du moulin. On a injecté du bromure de méthyle jusqu'à ce que la concentration désirée soit atteinte.

Généralement, le personnel du fournisseur de services de lutte antiparasitaire dispose plusieurs fioles contenant des insectes à l'intérieur du bâtiment à traiter, ce qui leur permet, après la fumigation, de s'assurer que les populations d'insectes non visibles ont bien été éliminées. Dans le cas de cette fumigation, en plus des fioles contenant les insectes résidents recueillis par les employés, on a disposé plusieurs fioles d'insectes supplémentaires fournies par le Centre de recherches sur les céréales de l'AAC. À la fin de la fumigation, le taux de mortalité pour tous les spécimens d'insectes placés dans les fioles était de 100 %.

À la fin de la période de traitement requise, soit 24 heures, les employés des services de lutte antiparasitaire ont pénétré dans la minoterie pour ouvrir les portes, fenêtres et trappes de toit, et retirer les matériaux de scellage, permettant ainsi l'évacuation graduelle du bromure de méthyle vers l'extérieur. L'évacuation a été faite principalement par les ouvertures du toit et de l'arrière du bâtiment, à l'écart de la route et des immeubles adjacents. Cette étape de la procédure a habituellement lieu la nuit, alors que la circulation routière et piétonnière atteint un niveau minimal. Cela a également été le cas lors de cette procédure de fumigation.

Dès que le personnel des services antiparasitaires a confirmé que le processus de ventilation était terminé, les employés de la minoterie ont réintégré les lieux et ont procédé au réassemblage de tout l'équipement démonté avant la fumigation. Cela nécessite généralement moins de temps que les travaux de préparation à la fumigation. Le lundi, en soirée, soit environ 84 heures après l'arrêt d'exploitation, le vendredi matin, et quelque huit heures suivant l'achèvement de l'aération, la minoterie a repris ses activités.

Pendant la période de suivi, soit une durée de six semaines après la fumigation, les niveaux de populations d'insectes étaient de moins de 10 % des niveaux observés pendant les six semaines précédant la fumigation. Selon les résultats obtenus, le personnel de direction de la minoterie a jugé que l'efficacité de cette fumigation était similaire à celle des fumigations au bromure de méthyle précédentes.

Les conclusions et observations tirées de la fumigation de référence menée en 2003 figurent ci-dessous.

1. Le bromure de méthyle permet de réduire de manière prévisible et efficace les populations d'insectes dans toutes les aires de la minoterie pouvant être traitées par fumigation en vertu des exigences réglementaires en vigueur dans la province.
2. L'installation de plusieurs désinfecteurs et l'ajout de nouveaux bluteaux dans les nouvelles installations de la minoterie ont permis d'éliminer toute présence d'insecte dans les produits de mouture du blé finis.
3. Malgré la mise en œuvre de procédures rigoureuses de maintien de la salubrité et d'un programme de lutte antiparasitaire intégrée, il demeure nécessaire de procéder, une fois par année au moins, à une fumigation chimique ou à un autre type de traitement intégral pour arriver à contrôler les populations d'insectes dans la minoterie.

### **Essai de traitement thermique de 2006**

Cet essai de traitement thermique devait avoir lieu en 2005, mais a dû être reporté à l'été 2006 en raison de contraintes opérationnelles. La technologie choisie, élaborée par Armstrong, repose sur des échangeurs thermiques à la vapeur portatifs. Certaines modifications ont dû être apportées à la chaudière à vapeur existante, soit l'ajout d'un collecteur pouvant être raccordés aux amenées de vapeur et aux conduits de retour des condensats des unités portatives. On a également installé des ventilateurs de recirculation supplémentaires pour distribuer la chaleur.

Les travaux de préparation et de nettoyage préliminaires au traitement thermique étaient semblables à ceux qui sont généralement effectués avant la fumigation au bromure de méthyle. Le désassemblage et le nettoyage de l'équipement ont été effectués selon les procédures habituelles. L'équipement a été laissé ouvert pendant toute la durée du traitement thermique dans le but de faciliter la circulation d'air et la dispersion de la chaleur.

La température requise pour le traitement thermique (de 45 à 50 degrés Celsius) a été maintenue dans la minoterie pendant huit heures approximativement. Cette température a été atteinte et maintenue dans pratiquement toutes les aires de la minoterie pendant une période de 16 heures, ce qui était inférieur à la durée prévue.

Dans certaines aires de la minoterie, toutefois peu nombreuses, il a été impossible d'atteindre et de maintenir la température souhaitable. Cette aire à structure de béton coulé dense était située à l'étage inférieur et on y avait installé récemment de nouvelles pièces d'équipement. Dans les bâtiments de minoterie récemment construits ou réaménagés à partir de béton coulé, il arrive couramment que certaines zones agissent tel un puits thermique. La présente installation ne fait pas exception à la règle. Par conséquent, la capacité d'échange thermique disponible n'a pas permis d'atteindre la température idéale pendant le temps d'exécution alloué au traitement thermique. Il est possible que cela soit lié au fait que l'espace situé sous le plancher n'ait pas été chauffé pendant le traitement. Par conséquent, le taux de mortalité des insectes disposés dans les fioles de contrôle de l'efficacité n'a pas atteint les 100 pour cent dans l'aire en question.

Toutefois, le traitement thermique a permis d'éliminer à 100 % les spécimens d'insectes dans toutes les aires de la minoterie. Les données d'évaluation et de comparaison sont présentées dans l'Annexe 1.

### **Utilisation prévue de solutions de rechange au bromure de méthyle**

Encouragée par la réussite partielle du traitement thermique mené en 2006, l'entreprise a l'intention de soumettre ses installations à un second essai en 2007. Elle prévoit toutefois utiliser une autre technologie de traitement thermique. L'entreprise est intéressée à recourir à la méthode du traitement thermique à long terme. Elle considère que cette méthode, à la condition d'être mise en œuvre convenablement, permet d'atteindre un taux de mortalité satisfaisant et offre plus de flexibilité sur le plan de l'exploitation et du choix du moment lorsque l'infestation survient en dépit de la mise en œuvre du plan de lutte antiparasitaire intégrée.

### **Minoterie 4 – Essai de fumigation au fluorure de sulfuryle (ProFume)**

L'étude de cas menée dans cette minoterie est intéressante à plusieurs égards. Le site comporte deux bâtiments. L'un de ces bâtiments a été construit il y a plusieurs dizaines d'années, alors que l'autre, très récent, date de l'an 2000 à peine et a été soumis à des fumigations au bromure de méthyle en 2003. Les données de mortalité des insectes parasites ont été recueillies à la suite de ces fumigations. Deux fumigations au fluorure de sulfuryle (ProFume) ont été effectuées dans la minoterie en décembre 2004 et en novembre 2005 respectivement. Des doses unitaires de l'agent fumigant ont été utilisées à ces deux occasions. Une quantité considérable de données de surveillance, présentées dans l'Annexe 1, ont été recueillies avant et après les traitements.

### **Situation, configuration et structure de la minoterie**

De capacité moyenne selon les normes canadiennes, cette minoterie de farine de blé produit de 5 000 à 7 500 quintaux de farine par journée de 24 heures. La minoterie comporte deux moulins logés dans des bâtiments adjacents sur le site. Des entreprises de restauration de commerce et de détail occupent les propriétés adjacentes. La minoterie est située dans une zone semi-industrielle et commerciale, entre deux voies empruntées principalement par des véhicules commerciaux.

La structure du moulin le plus ancien, qui occupe le site depuis plus de cinquante ans, est faite de toute une série de matériaux de construction, dont du bois (poutres et planchers), de la maçonnerie, du béton et de l'acier. Pour le bâtiment le plus récent, on a opté pour une structure et une conception moderne, alliant l'acier et le béton.

Comme dans la majorité des minoteries de mouture du grain au Canada, l'équipement de déchargement et de nettoyage des grains est intégré à la structure centrale du moulin. Cet établissement de mouture du grain possède une capacité de stockage relativement élevée et traite le blé livré directement par les producteurs (exploitants agricoles), ainsi que les livraisons des grains en provenance des silos intérieurs, qui lui sont livrés par camion ou par train.

La minoterie expédie ses produits en vrac ou ensachés et fonctionne selon le principe du système de livraison juste à temps pour pratiquement tous ses clients. Toutefois, un pourcentage élevé de

ses clients se trouvent à bonne distance de la minoterie, ce qui l'oblige à utiliser divers modes de distribution, dont les camions, le transport intermodal et le transport ferroviaire.

### **Équipement de transformation**

L'équipement présent dans les deux bâtiments du site date de plusieurs époques, certaines pièces étant en place depuis moins de dix ans et d'autres, depuis plus de 50 ans. On y retrouve tout l'équipement caractéristique des établissements de mouture du grain, dont des broyeurs à cylindres, des tamiseurs, des sasseurs et des nettoyeurs de grains.

Dans le bâtiment le plus ancien, l'équipement d'aspiration et de dépoussiérage a été soumis à d'importants travaux de modernisation et de mise à niveau.

### **Défis liés à la lutte antiparasitaire et mesures prises de 2004 à 2006**

La minoterie exporte ses produits vers les États-Unis et les marchés étrangers et, de ce fait, doit se conformer aux exigences de certification phytosanitaire. De plus, ses clients la soumettent régulièrement à des inspections régies par des tierces parties. La limite de tolérance quant à la présence d'insectes vivants sur le site de la minoterie est très basse et ce, même si on ne retrouve aucune trace d'insecte dans les produits finals et farines de passage.

Les principales caractéristiques du programme de lutte antiparasitaire en œuvre depuis 2000 sont énoncées ci-dessous.

- Le programme de lutte antiparasitaire est fondé principalement sur le maintien de la salubrité et le nettoyage continu des installations dans le but de limiter l'accumulation des poussières de grain et de farine.
- Chaque fois que les temps de fabrication le permettent, les principales pièces d'équipement sont ouvertes, désassemblées et nettoyées.
- D'autres travaux de nettoyage et d'entretien sont exécutés chaque fois qu'un arrêt d'exploitation imprévu survient (en raison d'un étranglement ou pour l'exécution d'une réparation).
- Presque tous les employés de production participent à l'entretien de la minoterie.
- Certains d'entre eux sont affectés à plein temps au nettoyage de l'équipement de mouture du grain et des éléments de structure des bâtiments.
- Les populations d'insectes font l'objet de procédures de surveillance rigoureuses, dont l'inspection visuelle régulière des aires propices à l'infestation, l'utilisation de pièges sexuels et divers services d'entretien assurés par un fournisseur de services de lutte antiparasitaire et les employés de la minoterie.
- Le fournisseur de services se sert d'insecticides par contact à effet rémanent partout où cela est possible pour prévenir la migration d'insectes matures pendant et entre les traitements de fumigation.
- Les bâtiments et installations de minoterie ont été traités par fumigation au bromure de méthyle deux fois par année pour réduire au maximum les populations d'insectes dans toutes les aires de la minoterie où l'utilisation de cet agent est permise. La totalité des grains et

produits de mouture ont été retirés de la minoterie avant l'exécution des fumigations, ce qui a permis de nettoyer à fond et de traiter toutes les cellules de stockage. Pour utiliser ProFume, il fallait retirer tous les grains et produits de mouture de la minoterie. En effet, ProFume n'est pas associé à une limite maximale des résidus (LMR) homologuée, ce qui interdit tout contact de cet agent de fumigation avec le blé non moulu et les produits de mouture du blé.

Les mesures de précaution qui ont été prises en vue des fumigations au bromure de méthyle sont similaires à celles qui ont été utilisées lors des deux essais avec ProFume réalisés en 2004 et en 2005, respectivement.

La diversité des méthodes et matériaux de construction (maçonnerie, béton, bois, placage de métal) du bâtiment le plus ancien donne lieu à de multiples interfaces structurales et refuges potentiels pour les insectes parasites. Pour que des traitements thermiques antiparasitaires soient efficaces dans ce genre de bâtiment, il faudrait procéder à des travaux de réaménagement extrêmement coûteux. Jusqu'à maintenant, les traitements au bromure de méthyle dans ce bâtiment ont obtenu d'excellents résultats.

Les modifications ci-dessous ont été apportées à l'équipement et aux éléments de structure du bâtiment.

- Les portes et fenêtres non utilisées ont été scellées au moyen de matériaux de maçonnerie.
- Toutes les ouvertures du plafond donnant accès à la toiture ont été éliminées.
- Les cyclones ont été reemplacés à l'intérieur du bâtiment pour faciliter leur entretien et réduire l'usure liée au froid.
- Trois nouvelles pièces d'équipement ont été installées dans le moulin pour accroître l'efficacité du nettoyage des grains et prévenir les infestations associées aux livraisons de grains.

Conformément aux spécifications définies par la clientèle, une partie des produits traités par cette minoterie ne passe pas à travers les désinfecteurs, qui servent à éliminer les insectes parasites à tous les stades de développement (y compris les œufs) pouvant être présents dans l'équipement de transformation ou dans le blé non moulu. L'impossibilité de compter sur l'action antiparasitaire des désinfecteurs pour cette partie des produits rend les mesures de lutte antiparasitaire encore plus importantes dans toutes les aires de la minoterie. À cela s'ajoute le défi posé par les livraisons parcourant de longues distances en train.

### **Fumigation au bromure de méthyle (MB) – essai de référence de 2003**

Suivant la procédure courante pour la fumigation, la minoterie a cessé toute activité pour permettre le désassemblage et le nettoyage de tous les appareils à cylindres, tamiseurs et autres composants d'équipement pouvant être ouverts, nettoyés à la main et passés à l'aspirateur. Toutes les surfaces des éléments de structure et de l'équipement de la minoterie ont été nettoyées manuellement et passées à l'aspirateur et ce, du haut vers le bas dans la mesure du possible. Il faut compter environ 48 heures pour effectuer les travaux de nettoyage préalables à la fumigation.

Tous les travaux de nettoyage et de préparation de la minoterie ont été effectués par les employés de l'entreprise. Lors de la préparation, on doit notamment sceller toutes les aires de la minoterie non visées par la fumigation, de même que les fenêtres extérieures, portes et orifices d'évacuation d'air passive et mécanique dès que la ventilation et l'accès ne sont plus nécessaires. Le but de ces travaux d'isolation et de scellage est de rendre les aires contenant les éléments de structure et l'équipement à traiter aussi étanches aux gaz que possibles, de sorte que le gaz libéré pendant la fumigation soit suffisamment concentré pour éliminer les insectes parasites où qu'ils se trouvent dans les aires traitées.

Une fois que les travaux de nettoyage et de scellage ont été achevés et avant que le bromure de méthyle soit injecté dans les aires à traiter, tous les employés de production et tous les membres du personnel d'entretien ont été évacués du moulin. Les bureaux d'affaires de l'entreprise étant situés dans la minoterie même, les membres du personnel de bureau et de la direction ont également été évacués pendant toute la durée de la fumigation. Pour limiter les heures de travail perdues, la fumigation a habituellement lieu lors d'une fin de semaine de trois jours.

Avant la fumigation, le fournisseur de services de lutte antiparasitaire a installé les tuyaux d'alimentation du bromure de méthyle et l'équipement de surveillance aux endroits habituels. Il s'assure ainsi que la concentration du bromure de méthyle injecté dans le bâtiment soit uniforme pendant la période de temps minimale requise. Lors de cette procédure de fumigation, l'objectif consistait à maintenir la concentration requise de bromure de méthyle pendant une période approximative de 24 heures. On a injecté du bromure de méthyle jusqu'à ce que la concentration désirée soit atteinte.

Généralement, le personnel de la minoterie dispose plusieurs fioles contenant des insectes à l'intérieur du bâtiment à traiter, ce qui leur permet, après la fumigation, de s'assurer que les populations d'insectes non visibles ont bien été éliminées. Dans le cas de cette fumigation, en plus des fioles contenant les insectes résidents recueillis par les employés, on a disposé plusieurs autres fioles d'insectes fournies par le Centre de recherches sur les céréales de l'AAC. À la fin de la fumigation, le taux de mortalité des insectes adultes contenus dans toutes les fioles disposées dans la minoterie était de 100 %.

À la fin de la période de traitement requise, soit 24 heures, les employés des services de lutte antiparasitaire ont pénétré dans la minoterie pour ouvrir les portes, fenêtres et trappes de toit, et retirer les matériaux de scellage, permettant ainsi l'évacuation graduelle du bromure de méthyle vers l'extérieur. Cette étape de la procédure a habituellement lieu la nuit, alors que la circulation routière et piétonnière atteint un niveau minimal. Cela a également été le cas lors de cette procédure de fumigation.

Dès que le personnel des services antiparasitaires a confirmé que le processus de ventilation était terminé, les employés de la minoterie ont réintégré les lieux et ont procédé au réassemblage de tout l'équipement démonté avant la fumigation. Cela nécessite généralement moins de temps que les travaux de préparation à la fumigation. Le lundi, en soirée, au bout de 96 heures environ d'arrêt d'exploitation et quelque huit heures après l'achèvement de l'aération, la minoterie a repris ses activités.

Les conclusions et observations tirées de la fumigation au MBr effectuée en 2003 figurent ci-dessous.

1. Selon les résultats obtenus, le personnel de direction de la minoterie a jugé que l'efficacité de cette fumigation était similaire à celle des fumigations au bromure de méthyle précédentes.
2. Toutefois, ils ont été surpris de constater que le bâtiment le plus récent de la minoterie était moins étanche aux gaz que le bâtiment ancien. Un semi-temps de perte de 7,0 heures a été enregistré dans le bâtiment ancien, par rapport à 0,6 heures dans le bâtiment le plus récent.

### **Essais de fumigation avec ProFume (fluorure de sulfuryle) – 2004 et 2005**

Sur invitation, Dow AgroSciences a accepté de procéder à un essai de fumigation avec ProFume dans une minoterie canadienne. L'essai en question a eu lieu dans cette minoterie en 2004. Puisque ProFume n'était pas homologué à cette époque, on a demandé et obtenu un permis de recherche de l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA).

L'essai de fumigation de 2004 devait avoir lieu vers la fin de novembre ou le début de décembre. Il s'agissait de la période à laquelle la seconde fumigation annuelle au bromure de méthyle avait lieu généralement. Toutefois, les conditions météorologiques ne convenaient pas pour l'essai de fumigation avec ProFume à la période prévue. La température de l'air extérieur était basse. Les aires à traiter dans les bâtiments de la minoterie n'atteignaient pas la température optimale. De plus, Dow a opté pour une basse concentration de gaz pendant une période de temps trop courte pour éliminer les insectes parasites à tous les stades de développement (y compris les œufs), tel qu'il a été démontré lors des expériences de fumigation de minoterie menées aux États-Unis. Lors des contrôles effectués après la fumigation, on a observé le rétablissement significatif des populations d'insectes dans la minoterie et ce, après un laps de temps relativement court, par rapport aux procédures de fumigation au bromure de méthyle.

Devant ces résultats non satisfaisants, Dow et la minoterie ont convenu de procéder à un second essai de fumigation en novembre 2005. Lors de cet essai, les températures extérieure et intérieure étaient plus élevées. De plus, on a augmenté la concentration de gaz jusqu'à un degré considéré comme élevé. Le taux de mortalité atteint à la suite de cette seconde fumigation a été très satisfaisant. Les données d'efficacité recueillies sont présentées dans l'Annexe 1.

Il est à noter que les deux essais menés dans cette minoterie ont eu lieu une fois que tous les grains non moulus, produits de mouture et additifs ont été retirés des bâtiments. Dans la plupart des minoteries, on procède habituellement à de tels traitements sans retirer au préalable la totalité des grains non moulus et produits de mouture. Quelques cellules de stockage ne sont pas vidées. Par conséquent, la définition de la limite maximale de résidus (LMR) applicable aux grains céréaliers non moulus et aux produits de mouture par l'ARLA prend une importance accrue.

### **Utilisation prévue de solutions de rechange au bromure de méthyle**

Au moment de la rédaction de ce rapport, la minoterie 4 pouvait importer et utiliser le bromure de méthyle en 2007 et en 2008 grâce à l'exemption pour utilisation critique accordée par Environnement Canada. Toutefois, les quantités de bromure de méthyle disponibles ne suffisent pas à exécuter son programme de fumigation annuel actuel dans l'ensemble de ses installations.

Par conséquent, la minoterie envisage de procéder à deux fumigations complètes au bromure de méthyle dans son bâtiment le plus ancien, soit en 2007 et en 2008. Dans le nouveau bâtiment, elle prévoit mettre en œuvre un programme de lutte antiparasitaire intégrée et de procéder une fois par année à la fumigation au moyen d'un agent fumigant de rechange, lequel sera probablement ProFume.

L'entreprise a également l'intention de procéder à l'évaluation du traitement thermique. Son choix d'une solution de rechange à la fumigation sera fondé sur le coût et la sécurité par rapport à la fumigation.

### **Minoterie 5 – Essai sur la fumigation avec Profume associé au nouveau Programme de programme de lutte antiparasitaire intégrée**

Cette minoterie a opté pour une approche dynamique vers les solutions de rechange au bromure de méthyle, comprenant la participation à un essai de traitement thermique dans une partie de ses installations en 2003, la mise en œuvre d'un programme rigoureux de lutte antiparasitaire intégrée (LAI) à la fin de 2005 et la réalisation d'un essai de fumigation au fluorure de sulfuryle (ProFume) à l'été 2006.

### **Situation, configuration et structure de la minoterie**

De capacité moyenne selon les normes canadiennes, cette minoterie de farine de blé produit approximativement 10 000 quintaux de farine par journée de 24 heures. La minoterie occupe le même site depuis plus de 50 ans. Des immeubles résidentiels occupent des terrains adjacents. La voie d'accès à la minoterie, située à 25 mètres (75 pieds) des installations, sert aussi bien au trafic commercial qu'aux résidents de la région.

Les fondations et les sous-sols sont faits de béton coulé. Pour la plupart en bois, les planchers de la minoterie sont soutenus par des poteaux et poutres en bois et en acier. Quelques-uns des murs intérieurs et extérieurs sont en briques de maçonnerie. On a revêtu certaines parties des murs de briques extérieurs de placage de métal.

Les installations de déchargement et de nettoyage des grains sont intégrées à la structure de la minoterie. Toutefois, elles sont isolées de l'aire de production principale par un mur de maçonnerie. Ceci facilite le contrôle de la circulation d'air et le dépoussiérage. Néanmoins, des insectes parasites peuvent trouver refuge dans les interstices du mur de maçonnerie.

La minoterie produit principalement de la farine de blé, livrée en vrac par camion-citerne ou ensachée, selon le cas. L'établissement produit également des produits de grains mélangés et emballés destinés au commerce de détail. Par conséquent, le contrôle des parasites dans l'aire d'emballage revêt une importance considérable. C'est d'ailleurs la raison qui a incité la minoterie à réaliser des essais de méthodes de lutte antiparasitaire de rechange, soit le traitement thermique et la fumigation au fluorure de sulfuryle, et à mettre en œuvre un programme rigoureux de lutte antiparasitaire intégrée (LAI).

### **Équipement de transformation**

L'équipement de transformation de la minoterie ne présente aucune caractéristique particulière. Les pièces datent de diverses époques. Certaines comptent cinq ans de service ou moins, d'autres sont utilisées depuis plus de 50 ans. Pendant les dernières années, l'établissement a procédé à divers travaux d'agrandissement, dont la construction d'une nouvelle unité de mouture indépendante.

La minoterie est équipée d'un système central d'aspiration et de systèmes intégrés de dépoussiérage. Les systèmes de captage des poussières et de ventilation ont été modernisés au cours des récentes années dans le but de réduire le nombre de surfaces à nettoyer manuellement et de lieux de refuge possibles pour les insectes parasites.

### **Défis liés à la lutte antiparasitaire et mesures prises de 2004 à 2006**

Avant 2003, l'établissement avait déjà implanté diverses mesures de lutte antiparasitaire :

- ouverture, désassemblage et nettoyage des principales pièces d'équipement sur une base régulière;
- participation de la quasi-totalité des employés de production aux travaux de nettoyage de la minoterie;
- fumigation annuelle (à l'été) au bromure de méthyle pour éradiquer les populations d'insectes résistantes aux autres mesures de contrôle antiparasitaire.

L'établissement a mis en œuvre un rigoureux programme de LAI au dernier trimestre de 2005, embauchant notamment deux employés affectés exclusivement à la gestion des procédures de maintien de la salubrité et de contrôle des parasites. Les principales caractéristiques de ce Programme de LAI sont les suivantes :

- embauche de deux nouveaux employés affectés exclusivement à la gestion des activités de LAI;
- surveillance étroite des populations d'insectes par inspections visuelles et suivi hebdomadaire documenté des données de surveillance par un fournisseur de services de lutte antiparasitaire;
- utilisation beaucoup plus répandue de pièges sexuels, répartis stratégiquement dans les aires moins récentes de la minoterie où la présence d'insectes adultes est signalée;
- application d'insecticides par contact à effet rémanent par le fournisseur de services antiparasitaires dans tous les endroits accessibles pour prévenir la migration d'insectes matures pendant et entre les traitements de fumigation.

Les défis associés à la lutte antiparasitaire et les moyens mis en œuvre par la minoterie pour relever ces défis sont décrits ci-dessous.

L'établissement produisant notamment des produits de grains mélangés et des produits emballés destinés à la vente au détail, des mesures de contrôle spéciales sont appliquées dans les aires de traitement de ces produits, dont la majorité, mais non la totalité, sont isolées de la zone de production principale. Les aires de transformation des produits mélangés sont plus propices aux infestations. Leur protection contre les parasites par des fumigations régulières au bromure de méthyle ou à d'autres insecticides chimiques à haut risque pour la santé des travailleurs perturberait l'ensemble des activités d'exploitation de la minoterie. L'emploi de moyens de lutte antiparasitaire à faible toxicité est préférable.

Les traitements antérieurs au bromure de méthyle ont permis d'obtenir d'excellents résultats et ce, malgré l'ancienneté et la configuration des installations. Depuis 1990, de vastes travaux de réaménagement ont été entrepris dans la minoterie pour satisfaire à la demande accrue pour les produits emballés et remplacer les installations de déchargement et d'expédition sur rails par l'équipement requis pour la livraison par camion-citerne. Lors de la planification de ces travaux, on n'envisageait pas le traitement thermique comme méthode de lutte antiparasitaire éventuelle. Il faudrait investir des sommes considérables pour réaménager ces installations de sorte qu'elles atteignent la capacité de rétention de chaleur requise par le traitement thermique. Par conséquent, la direction de la minoterie s'est plutôt intéressée aux agents de fumigation de rechange, ce qui l'a menée à réaliser, en 2006, l'essai de fumigation avec ProFume présenté dans cette étude de cas.

### **Les solutions de rechange possibles – Essai de traitement thermique de 2003**

L'essai de traitement thermique décrit ci-dessous a été réalisé en 2003, au début de l'été, sous la direction d'un fournisseur de services de lutte antiparasitaire qualifié. Ce fournisseur connaissait déjà la configuration des lieux, les ayant fumigés au bromure de méthyle pendant plusieurs années, en plus de les traiter au moyen d'autres insecticides. Le traitement thermique a été appliqué uniquement aux aires de la minoterie réservées à l'emballage et à la préparation des produits en vrac aux fins d'expédition.

Bien que le traitement ait été limité aux aires d'emballage et de préparation aux fins d'expédition en vrac, l'établissement a choisi une fin de semaine de trois jours pour son exécution. Ainsi, elle s'est assurée de bénéficier d'un délai suffisant pour le nettoyage et le désassemblage des lignes d'emballage, des surfaces intérieures et des interfaces structurales (joints, fissures, passages des tuyaux de plomberie, câbles électriques et composants mécaniques dans les murs et les planchers). Les cellules de stockage des ingrédients alimentant les lignes d'emballage ont été vidées et nettoyées.

Les aires à traiter ont été isolées des autres aires de la minoterie. Plusieurs encadrements de portes ont été scellés au moyen de film de polyéthylène et de ruban pour contrôler la circulation d'air et prévenir la perte de chaleur. Aucune bâche ni aucun matériau isolant spécial n'ont été utilisés.

La chaleur était fournie par des unités thermiques portatives alimentées au propane, semblables à celles qu'on utilise sur les chantiers de construction pour accélérer le séchage du béton, de la peinture et des mélanges de plâtre. Il ne s'agissait pas de générateurs ou d'échangeurs de chaleur spécialement conçus ou adaptés aux fins d'un traitement thermique. Les aires visées ont été soumises au traitement thermique pendant une période approximative de 16 heures. Toutefois, on ne s'est pas servi de dispositifs évolués de surveillance de la température pour s'assurer de maintenir une température prédéfinie et uniforme à la grandeur des aires à traiter. Plusieurs ventilateurs à 110 volts ont été répartis à divers endroits pour diffuser la chaleur.

Après avoir été soumises au traitement thermique, les aires traitées ont été refroidies par ventilation passive. L'équipement a été réassemblé. Les lignes d'emballage et les installations de préparation pour l'expédition en vrac étaient prêtes à être remises en service au bout de 48 heures environ.

Avant le traitement thermique, la minoterie n'avait pas effectué la surveillance à long terme (six semaines) des populations d'insectes. À la date de l'essai thermique réalisé dans cette minoterie, le protocole de surveillance de l'AAC pour les essais comparatifs de traitement thermique et de fumigation au bromure de méthyle n'avait pas encore été publié.

Toutefois, le fournisseur de services antiparasitaires a procédé à l'inspection visuelle des lieux avant de procéder au traitement. Lors de cette inspection, il a découvert des insectes adultes dans certaines parties des murs extérieurs de l'aire d'emballage et dans des espaces morts à l'intérieur de l'aire de préparation des produits pour l'expédition en vrac. Aucun insecte adulte n'a été découvert dans les ingrédients ni dans les cellules de stockage aux fins d'expédition ou autres pièces d'équipement de convoyage ou de transport. Cela est attribuable aux procédures de désinfection, d'aspiration et de blutage associées à la mouture des produits, qui suffisent généralement à éliminer tous les insectes adultes et larves pouvant être présents dans les grains non moulus.

À la suite du traitement, le fournisseur de services antiparasitaires a observé des signes visibles de mortalité (présence d'insectes adultes morts sur les planchers). Toutefois, le personnel de la minoterie et les employés du fournisseur ont signalé la présence d'adultes insectes dans les aires traitées moins de quatre semaines après l'essai de traitement thermique.

Les conclusions et observations tirées du traitement thermique mené en 2003 figurent ci-dessous.

1. La température de traitement et(ou) sa période de maintien n'ont pas permis d'éliminer les insectes parasites présents dans certaines zones de refuge des aires traitées et des murs extérieurs.
2. Il semble que les insectes adultes aient migré vers les aires traitées depuis d'autres aires de la minoterie peu de temps après le traitement thermique.
3. Les unités thermiques utilisées sur les chantiers de construction n'ont pas la capacité requise pour l'exécution d'un traitement thermique dans une minoterie.

## **Essai de fumigation avec ProFume en 2006**

ProFume ayant été homologué (sans LMR) au préalable, la minoterie a pu utiliser cet agent chimique lors de l'essai de fumigation réalisé en 2006. Les travaux préalables à l'essai de fumigation (nettoyage des éléments de structure, désassemblage et nettoyage de l'équipement) ont été effectués de la même façon que pour les fumigations au bromure de méthyle réalisées auparavant dans la minoterie. En plus des procédures de routine, on a toutefois retiré entièrement des aires à traiter les grains non transformés, les produits de grains moulus et les mélanges d'additifs. Certaines des cellules de stockage ont été scellées et non soumises à la fumigation.

La description de l'organisation et de l'installation de l'équipement de fumigation, accompagnée de photographies, figure dans l'Annexe 1. L'agent ProFume a été livré en rangées (groupes) de cylindres. Les cylindres étaient munis d'un collecteur étalonné spécifiquement conçu pour la diffusion du gaz fumigant. Les conduites de gaz, réparties à travers les aires de la minoterie, aboutissaient à proximité d'un ventilateur visant à uniformiser la diffusion de l'agent fumigant. Les concentrations de gaz diffusé étaient surveillées en continu au moyen de télécapturs, stratégiquement répartis dans les installations de la minoterie avant le traitement par fumigation. Grâce à ce réseau de capteurs, les opérateurs ont été à même de contrôler en tout temps les concentrations de gaz, augmentant au moment et à l'endroit appropriés la quantité de gaz injecté tout au long du processus de fumigation.

Les températures externes et internes au moment de la fumigation étaient caractéristiques de la région à cette période de l'année, ce qui a contribué à l'efficacité du traitement. La dose unitaire de fluorure de sulfuryle utilisée était proche du maximum autorisé en vertu de la réglementation courante. Les concentrations de gaz aux périmètres extérieurs des installations ont également été surveillées pendant la fumigation.

On a obtenu un excellent résultat sur le plan de la mortalité des insectes. Selon les données de surveillance des populations d'insectes après la fumigation, cet essai s'est révélé une réussite significative. Toutefois, soulignons que l'application rigoureuse du programme de lutte antiparasitaire intégrée dans cette minoterie a, selon toute probabilité, contribué considérablement au succès de cet essai de fumigation. Il reste à savoir si ce programme de LAI pourrait suffire à prévenir les infestations sans qu'il soit nécessaire de soumettre chaque année l'ensemble des installations de la minoterie au traitement par la fumigation. La minoterie demeure autorisée à recourir au bromure de méthyle en vertu d'une exemption pour utilisation critique du bromure de méthyle en 2007 et en 2008. Elle peut toutefois reporter cette exemption plus tard au cours de l'année et, entre-temps, vérifier l'efficacité de son programme de LAI pour le contrôle des insectes parasites.

## **L'efficacité du Programme de LAI**

Le nouveau Programme de LAI est opérationnel depuis 14 mois. La direction de la minoterie affirme que la mise en œuvre du Programme de LAI a transformé en profondeur la perception de la lutte antiparasitaire dans ses installations, procurant des avantages tels que :

- la sensibilisation de tous les employés de production et de maintenance à l'importance du maintien de la salubrité de l'équipement de transformation et des éléments de structure, renforcée notamment par la documentation requise dans le cadre du nouveau Programme de LAI;
- des recommandations plus fréquentes de la part des employés dans le but d'améliorer la salubrité et le contrôle des parasites, portant particulièrement sur de simples mesures préventives liées aux éléments de structure et aux interfaces structure-equipement (scellage des fissures et des crevasses);
- la collaboration accrue entre les représentants du fournisseur de services antiparasitaires et le personnel de la minoterie;
- la facilitation du respect des exigences des tierces parties et des vérificateurs externes de la clientèle;
- l'optimisation des procédures de maintien de la salubrité et de la lutte antiparasitaire.

En résumé, le respect des mesures prévues dans le Programme de LAI de la minoterie est essentiel.

Toutefois, la direction de la minoterie souligne que les coûts de mise en œuvre d'un tel programme de lutte antiparasitaire intégrée sont considérables, atteignant quelque 100 000 \$ par année. De plus, il n'a pas été démontré que le Programme de LAI élimine la nécessité de soumettre les installations de la minoterie à la fumigation annuelle. L'investissement requis pour la mise en œuvre du Programme de LAI, auquel s'ajoute le coût important du traitement par fumigation au fluorure de sulfuryle (ou du traitement thermique) (soit 50 % de plus que le traitement par fumigation du bromure de méthyle), représente un pourcentage important du total des coûts de fabrication et, par conséquent, augmente significativement les coûts d'exploitation annuels.

### **Utilisation prévue de solutions de rechange au bromure de méthyle**

L'homologation de ProFume a permis de procéder à un essai de fumigation de ce produit en 2006. Cette décision réglementaire est venue à point, la minoterie devant justement procéder à une fumigation, alors qu'elle n'avait pas droit à l'exemption pour utilisation critique du bromure de méthyle en 2006. À ce jour, la direction de la minoterie est satisfaite des résultats obtenus. Toutefois, elle fait remarquer que les coûts de la fumigation avec ProFume sont significativement supérieurs à ceux d'un traitement similaire au bromure de méthyle. Par conséquent, l'établissement a décidé de se prévaloir de son exemption pour utilisation critique du bromure de méthyle en 2007 pour une partie de ses installations; il en profitera pour évaluer l'efficacité de l'association de ce traitement aux procédures de son nouveau Programme de LAI.

L'exemption pour utilisation critique autorisée en 2008 porte sur une quantité moindre de BM. Par conséquent, l'établissement devra se tourner vers un agent fumigant de rechange pour l'exécution des traitements par fumigation. Se fondant sur les résultats publiés à la suite des essais de traitement avec ECO<sub>2</sub>Fume, il est possible que l'établissement envisage la tenue d'un essai de fumigation avec ce produit dans des aires sélectionnées de ses installations présentant moins de risques de corrosion d'équipement électrique.

En mettant de côté la question de l'augmentation des coûts, le degré de précision accru et l'efficacité des résultats du traitement de la fumigation avec ProFume obtenus à ce jour indiquent que la fumigation avec ProFume est aussi, voire même, plus efficace que la fumigation type au bromure de méthyle.

La minoterie n'élimine pas le recours éventuel au traitement antiparasitaire par la chaleur. Toutefois, elle considère que l'application de cette méthode à l'ensemble de ces installations serait aussi complexe que coûteuse, compte tenu de la structure et de la configuration actuelles de ses installations.

Quelles que soient les solutions de rechange qui seront mises en œuvre dans la minoterie, celle-ci entend maintenir et améliorer son Programme de LAI.

### **Minoterie 6 – ECO<sub>2</sub>Fume, dioxyde de carbone et traitement thermique en association**

Les essais de solutions de rechange menés dans cette minoterie sont d'un grand intérêt. Leurs résultats ont pu être comparés à ceux des fumigations récentes au bromure de méthyle récemment exécutées dans les installations de la minoterie. L'étude de cas qui en découle est très pertinente. Deux aires de la minoterie ont été traitées tour à tour avec ECO<sub>2</sub>Fume (en association avec le dioxyde de carbone et le traitement thermique) et au bromure de méthyle, ce qui a permis de réaliser l'évaluation comparative directe des données d'efficacité des traitements et donnant lieu à une comparaison directe des données de l'efficacité et des exigences opérationnelles liées à ces traitements.

#### **Situation, configuration et structure de la minoterie**

Comme plusieurs autres établissements du genre au Canada, la minoterie a vu son environnement se transformer avec la construction ou le réaménagement des immeubles occupant les sites adjacents. Sa marge de retrait, c'est-à-dire la distance entre les installations de minoterie et les propriétés adjacentes, dont des bâtiments commerciaux et résidentiels, a diminué avec les années. Il a fallu, par conséquent, investir dans de vastes travaux de réaménagement visant à réduire le bruit et à contrôler les poussières.

Avec ses installations modernisées, la minoterie dispose d'une capacité d'exploitation accrue, bien qu'elle ait conservé ses fondations et ses murs de briques originaux, érigés avant 1950. Pendant les dernières années, les éléments de structure ont subi de vastes travaux de réaménagement, dont :

- remplacement des fenêtres extérieures;
- amélioration des systèmes de câblage et d'éclairage;
- remplacement des composants d'infrastructure en bois par des composants en acier et en béton armé.

Toutefois, la minoterie a conservé la plus grande partie de ses éléments de structure originaux, ce qui ne lui permet pas d'éliminer l'ensemble des refuges éventuels des insectes parasites que présentent ces éléments.

La minoterie dispose d'installations d'expédition en vrac et d'ensachage, activités auxquelles elle se livre plus de 310 jours par année (soit 24 heures sur 24, six jours par semaine, en moyenne). La minoterie est configurée de telle manière que les installations d'ensachage sont complètement isolées des autres aires de production. Ainsi, cet établissement présente les conditions idéales pour procéder à l'évaluation comparative des solutions de rechange au bromure de méthyle.

### **Équipement de transformation**

Une partie de l'équipement utilisé dans la minoterie date d'avant 1950, mais comme dans plusieurs autres établissements du même type, les pièces d'équipement moins récentes sont toujours productives grâce à leur intégration aux installations d'exploitation récentes à commande électronique. Toutefois, le désassemblage et le nettoyage des pièces d'équipement anciennes nécessitent plus de temps et d'efforts que les pièces récentes. L'ancien équipement, notamment les broyeurs à cylindres, présente des rebords et des cavités propices à l'accumulation de grains fractionnés et, par conséquent, des endroits favorisant le développement et la survie des triboliums de la farine. Ce désavantage est caractéristique de l'équipement de mouture non récent.

D'un autre côté, la minoterie a considérablement investi dans ses systèmes de dépoussiérage et d'air d'appoint. Hautement sophistiqués, les nouveaux systèmes de dépoussiérage et d'aspiration contribuent au maintien d'un degré de salubrité élevé.

Par rapport à la moyenne de l'industrie canadienne, cette minoterie possède une grande capacité de transformation. Elle dispose également d'installations plus vastes pour ce qui est du volume, de la hauteur et de la superficie.

### **Défis liés à la lutte antiparasitaire et mesures prises de 2004 à 2006**

L'établissement a pris plusieurs mesures pour réduire le nombre d'endroits propices à l'infestation. Ainsi, on a accru la capacité d'accès aux surfaces des éléments de structure et de l'équipement pour en faciliter le nettoyage manuel et l'élimination des résidus de farine et de poussières de grains. Plusieurs fissures et interstices ont été remplis et scellés dans le cadre d'un programme de LAI amélioré avec le soutien continu de fournisseurs de services de lutte antiparasitaires. Les murs extérieurs et les plafonds ont été enduits de peinture époxy, ce qui facilite leur nettoyage. Les périmètres des planchers et les rebords des interfaces structurales des murs extérieurs ont été biseautés. La minoterie a également intensifié les procédures de maintien et de contrôle de la salubrité des installations dans le but d'optimiser ses investissements dans le système de dépoussiérage et les transformations apportées aux éléments de structure.

Avec la croissance urbaine et le rezonage, le voisinage immédiat de la minoterie, comme bien d'autres établissements du genre au Canada, est beaucoup achalandé aujourd'hui qu'il y a vingt ans. Dans les faits, de nombreuses minoteries sont devenues non-conformes à la réglementation

sur le zonage et aux conditions connexes sur l'usage du sol. Pour remédier à la situation et assumer leurs responsabilités sociales au sein de la collectivité, elles ont investi des sommes considérables dans des dispositifs et mesures réglementaires de réduction du bruit et de contrôle des poussières. Les minoteries doivent également être « salubres », les grains et produits de grains moulus pouvant constituer des substances dangereuses dans d'autres industries de fabrication. Pour être autorisée à demeurer en exploitation dans une zone urbaine ayant déjà toléré d'autres types d'installations industrielles, la minoterie doit s'adapter et se conformer aux normes réglementaires sur le maintien de la salubrité.

### **Les solutions de rechange possibles à la fumigation au MBr**

En tenant compte de toutes les exigences d'exploitation, l'établissement a soumis l'ensemble de ses installations à deux traitements par fumigation en 2006, un avec ECO<sub>2</sub>Fume et l'autre au bromure de méthyle, ce qui lui a permis de réaliser une étude comparative de l'efficacité de ces deux agents. Pendant le deuxième semestre de 2005, elle a également appliqué un traitement partiel avec ECO<sub>2</sub>Fume (aire d'emballage seulement). L'analyse comparative des données d'efficacité de ces traitements figure dans l'Annexe 1.

Le site pourrait en outre être soumis à des essais de traitement avec ProFume (fluorure de sulfuryle) à la condition que les LMR en vigueur autorisent le contact avec les grains et les produits de minoterie. Toutefois, la configuration et l'encombrement de l'équipement de la minoterie (espaces restreints) font du traitement thermique une solution peu pratique pour le moment. Pour qu'un tel traitement puisse être envisagé, il faudrait disposer de système d'application intégré (composants d'équipement fixes et installés en permanence). Les coûts d'installation permanente de l'équipement de traitement thermique seraient imposants.

### **Observations tirées des essais de fumigation avec ECO<sub>2</sub>Fume en 2005 et en 2006**

Du point de vue expérimental, les essais de fumigation avec ECO<sub>2</sub>Fume réalisés dans cette minoterie sont particulièrement intéressants. En effet, de très faibles concentrations de gaz ont été utilisées (phosphine à 100 parties par million), grâce à l'ajout de dioxyde de carbone (5 %) et à l'utilisation de la chaleur pendant la fumigation, ces deux procédures visant à accélérer le rythme respiratoire des insectes parasites. L'accélération du rythme respiratoire des insectes augmente leur sensibilité à la phosphine. La quantité de dioxyde de carbone contenue dans ECO<sub>2</sub>Fume n'est pas biologiquement active. Pendant la fumigation, la concentration de dioxyde de carbone dans la minoterie n'augmente que de 0,1 % environ. Le dioxyde de carbone est ajouté à partir de cylindres séparés.

Les essais ont démontré l'efficacité de la phosphine à faibles doses unitaires. Selon le fabricant et les opérateurs des services de fumigation, les doses réduites élimineraient les risques de défaillance de l'équipement électrique et électronique associés à l'action corrosive de la phosphine. Pour prévenir la corrosion, les opérateurs ont soigneusement enveloppé et scellé l'équipement électronique sensible, qui a de plus été soumis à la pression positive au moyen de petits conduits d'alimentation d'air. Après avoir nettoyé à fond les aires contenant l'équipement en question, on y a disposé de petites quantités de terre de diatomées.

Malgré ces précautions et les faibles concentrations de phosphine utilisées, les bandes-échantillons appliquées sur les métaux conducteurs laissés à nu pendant les fumigations ont révélé des signes de corrosion mineurs. Selon les expériences menées par l'établissement, il semble que les contacts des dispositifs d'éclairage et les contacts électriques peuvent subir de légers dommages s'ils sont laissés à nu pendant la période d'exposition à la phosphine. Néanmoins, le nombre de traitements exécutés jusqu'à maintenant au moyen de la phosphine ne suffit pas à formuler une conclusion définitive à cet égard. Les essais en laboratoire dirigés par Ressources naturelles Canada (Brigham, 1998, 1999) ont démontré que la corrosion résultant de l'exposition à la phosphine est associée à une large plage d'humidité relative, de très faible à très élevée. L'humidité relative ou la température élevée pourraient être des facteurs d'augmentation du risque de corrosion lors des essais menés avec ECO<sub>2</sub>Fume dans cette minoterie.

### **Utilisation prévue de solutions de rechange au bromure de méthyle**

La minoterie bénéficie d'une exemption pour utilisation critique d'une quantité de bromure de méthyle suffisante pour procéder à la fumigation d'une partie de ses installations en 2007 et en 2008. Selon toute probabilité, la minoterie devra recourir à des solutions de contrôle antiparasitaire de rechange du reste de ses installations. Compte tenu des résultats d'efficacité obtenus avec ECO<sub>2</sub>Fume à ce jour sur le plan de la dispersion active et de la capacité de pénétration, la fumigation au moyen de ce produit sera probablement la solution retenue à court terme.

L'établissement a souligné que la fumigation avec ECO<sub>2</sub>Fume combinée au dioxyde de carbone et à un traitement thermique nécessite un arrêt d'exploitation plus long que la fumigation au bromure de méthyle (2,5-3 jours, par rapport à 1,5-2 jours). De ce fait, la fumigation au moyen de ce produit se révèle plus coûteuse, tant sur les plans du temps d'exécution, de la main-d'œuvre et des services, que du coût du produit lui-même. Toutefois, considérant la faible dose unitaire de phosphine utilisée par la minoterie, il ressort que cette méthode pose beaucoup moins de risques pour l'environnement. De plus, la marge d'erreur associée à cet agent fumigant est réduite par rapport à celle du bromure de méthyle, ce qui pose un risque accru sur le plan commercial.

En conclusion, compte tenu de toutes les considérations liées à l'exploitation et à l'efficacité, y compris la mise en œuvre des procédures du Programme de LAI entre les fumigations, l'exécution annuelle de deux fumigations avec ECO<sub>2</sub>Fume constitue une solution de rechange positive aux applications à répétitions de traitements localisés et de nébulisations.

### **Minoterie 7 – Fumigation au MBr et traitement thermique : évaluation comparative**

L'essai de traitement thermique mené dans cette minoterie en 2006 a permis de faire l'évaluation comparative de son efficacité avec celle des fumigations au bromure de méthyle réalisées auparavant.

## **Situation, configuration et structure de la minoterie**

Au contraire de nombreuses autres minoteries, celle-ci n'est pas située à proximité de propriétés résidentielles, mais dans un quartier industriel, ce qui atténue les risques liés à la fumigation chimique des bâtiments et à l'émission de gaz pendant et après la fumigation.

Avec moins de cinquante ans d'existence, cette minoterie relativement récente a procédé à d'importants travaux de réaménagement de ses installations, dont la construction d'une seconde installation de minoterie reliée au bâtiment d'origine. La structure à étages multiples, caractéristique de l'industrie, occupe une superficie trop vaste pour permettre son isolation temporaire. Le nombre de fenêtres extérieures est réduit, ce qui contribue à diminuer la perte de gaz sans toutefois l'éliminer entièrement.

La minoterie comprend aussi une installation qui effectue le mélange de farine, de produits de minoterie, de sucre et d'autres ingrédients pour produire des prémélanges secs utilisés par les boulangeries intégrées et autres établissements de vente de produits de boulangerie en gros et au détail pour la préparation de toute une gamme de produits de boulangerie. L'existence de cette installation de mélange et de l'équipement relié exige des mesures de lutte antiparasitaire très rigoureuses. Après s'être longtemps fiée sur le bromure de méthyle comme méthode de traitement, la minoterie est parvenue à des résultats assez satisfaisants en intensifiant ses procédures de maintien de la salubrité et de lutte antiparasitaire intégrée (LAI).

Au fil des années, de nombreux ajouts et aménagements ont été apportés à la minoterie, comme dans tous les établissements qui ont participé à cette étude et bien d'autres au Canada. Les méthodes et matériaux de construction sont variés. On retrouve de nombreuses interfaces structure-équipement ainsi que plusieurs surfaces de mur intérieur et éléments de structures. Toutes ces interfaces constituent des endroits propices à la survie et au développement des insectes parasites (tribolium de la farine et cucujide).

## **Équipement de transformation**

De capacité moyenne selon les normes canadiennes, cette minoterie produit approximativement de 5 000 à 10 000 quintaux de farine par jour. L'âge de l'équipement varie d'un composant à un autre (broyeurs, bluteaux, sasseurs et équipement de nettoyage), mais pas autant que dans les autres minoteries, où l'on retrouve de l'équipement ancien ne pouvant être nettoyé par aspiration. Des améliorations de taille ont été apportées aux systèmes de dépoussiérage et d'aspiration dans l'ensemble des installations.

En plus de l'équipement de mélange, on retrouve dans la minoterie des aires d'entreposage pour les ingrédients de mélange et des lignes d'emballage pour les mélanges et autres produits de minoterie. Le contrôle des parasites dans les aires de mélange et d'emballage est hautement prioritaire.

Parmi les modifications apportées aux installations dans le cadre du programme de LAI, l'ajout de moustiquaires aux portes menant à l'aire de chargement et aux portes d'accès du personnel s'est révélé très utile, particulièrement en été, pour prévenir la migration des insectes parasites

vers les produits de réserve. On a également installé des dispositifs empêchant les oiseaux de pénétrer les installations de la minoterie et de se percher sur la structure.

### **Défis liés à la lutte antiparasitaire et mesures prises de 2004 à 2006**

La minoterie s'adresse aux marchés canadiens. Elle exporte également une partie de ses produits à l'étranger. Pour conserver son statut de fournisseur agréé auprès des entreprises clientes et chaînes d'approvisionnement qu'elle dessert, la minoterie doit se plier à de nombreuses vérifications externes annuelles. Cette situation est tout à fait courante. À titre de fournisseurs d'ingrédients alimentaires destinés aux transformateurs de second cycle, les minoteries canadiennes doivent démontrer leur conformité constante aux normes de qualité imposées par leurs organisations clientes en se soumettant régulièrement aux vérifications.

La minoterie exporte une partie de ses produits vers des pays étrangers. Pour satisfaire aux exigences réglementaires de certains de ces pays, elle doit présenter des certificats phytosanitaires, lesquels sont accordés, après inspection, par l'ACIA.

Le maintien de la salubrité est hautement prioritaire. Chaque pièce d'équipement de transformation et de transfert est démontée et nettoyée à fond au moins une fois par mois et même chaque jour dans certains cas. Les murs sont également nettoyés et inspectés régulièrement. Ces procédures sont conformes aux lignes directrices de l'AIB sur l'agrément permanent.

Pour optimiser l'efficacité du programme intégré de maintien de la salubrité, un système central d'aspiration couvrant l'ensemble des installations a été installé il y a cinq ans.

Chaque semaine, le fournisseur de services de lutte antiparasitaire de la minoterie se rend sur le site pour relever les pièges en dôme et inspecter les éléments de structure et l'équipement. Il met en œuvre toutes les mesures requises pour assurer un niveau de service optimal.

### **Les solutions de rechange possibles à la fumigation au MBr**

La structure de la nouvelle partie de la minoterie est plus ouverte, tant sur le plan horizontal que vertical. Le traitement thermique est plus facile à appliquer à une telle structure. Des fumigations exécutées sur une base régulière conviennent mieux dans le bâtiment original de la minoterie. Les bâtiments étant indépendants l'un de l'autre, le recours au traitement thermique partiel des installations semble un choix logique. C'est l'approche que l'on a adoptée pour l'essai de 2006, en soumettant uniquement l'installation de mélange des produits de boulangerie au traitement thermique.

### **Essai de traitement thermique de 2006**

Pour son essai de traitement thermique, la minoterie a utilisé les unités thermiques au propane à débit élevé fabriquées par Temp-Air. Tout l'équipement de traitement thermique de Temp-Air est entreposé en Ontario. La minoterie étant située dans une autre province, la planification et la

logistique de l'opération ont nécessité une attention particulière. L'équipement de Temp-Air est coûteux et rare; des exigences précises sont liées à sa manutention et à son transport. Par exemple, une seule entreprise de camionnage est autorisée à transporter le matériel de Temp-Air.

Compte tenu de la vaste superficie et des aires de production multiples de la minoterie, il aurait été difficile de soumettre l'ensemble des installations au traitement thermique. Par conséquent, ce premier essai a été limité à l'installation de mélange, où la prévention de l'infestation est absolument prioritaire. L'une des étapes de la planification consistait à identifier les aires devant être scellées partiellement du reste des installations de la minoterie. Les aires à sceller n'étaient pas nombreuses. Pendant le traitement Temp-Air, la chaleur doit être diffusée à travers les murs extérieurs et les murs de séparation pour éliminer les insectes qui ont trouvé refuge dans les espaces morts des murs, ce qui se produit couramment dans les minoteries, y compris celle-ci.

L'aire à traiter a été nettoyée à fond avant l'exécution du traitement thermique. Les ingrédients de mélange, ensachés ou en cellule de stockage, ont été retirés des lieux. Toutes les pièces d'équipement qui pouvaient l'être ont été ouvertes pour faciliter la pénétration de la chaleur. Lorsque cela était possible, elles ont été démontées partiellement.

Compte tenu de la configuration de cette partie de la minoterie, il fallait placer les unités thermiques au-dessus du niveau du sol. Pour les installer temporairement aux endroits sélectionnés à l'extérieur du bâtiment et les retirer à la suite du traitement, on a eu recours à du matériel de levage spécial (grue). Les unités thermiques étant placées en hauteur, on a eu besoin de canalisations supplémentaires pour acheminer le gaz vers les brûleurs. La citerne à propane amenée sur le site pour le traitement thermique a été protégée au moyen de murets californiens. L'équipement d'alimentation et de distribution du propane était peu encombrant, l'aire à traiter, soit l'installation de mélange, étant elle-même de faibles dimensions.

Pendant le traitement thermique, on a utilisé des ventilateurs 36 po à volume élevé (intégrés aux unités thermiques) pour forcer l'air chaud à travers des canalisations souples, disposées et raccordées pour optimiser l'exposition de plusieurs éléments de structure à une chaleur élevée. Des ventilateurs portatifs pouvant être déplacés au besoin ont également été utilisés pour mieux diffuser et distribuer la chaleur. Ils ont également contribué à maintenir des températures relativement uniformes dans la structure à traiter. Le choix des sites d'installation des canalisations de distribution de chaleur et des ventilateurs requis pour le traitement thermique, particulièrement lorsqu'il s'agit d'une première tentative, est un processus d'essais et d'erreurs. Malgré toute la rigueur apportée à la planification du traitement, il demeure difficile de localiser avec précision les éléments structuraux à forte capacité d'absorption thermique (puits de chaleur).

L'installation de mélange a été maintenue à une température approximative de 55 °C pendant 24 heures. Pendant le traitement, des flacons de spécimens du tribolium de la farine (répartis dans l'aire à traiter avant le traitement) ont été inspectés périodiquement aux fins d'évaluation des taux de mortalité. Lors du présent essai, les spécimens adultes contenus dans tous les flacons sont morts dans un délai approximatif de 5,5 heures.

Selon les inspections de contrôle effectuées après le traitement, on est parvenu à un degré élevé de contrôle des parasites. Les résultats des inspections post-traitement suggéraient toutefois que

des insectes adultes avaient réussi à migrer vers les parties non traitées de la minoterie. On a conclu que l'application du traitement thermique à l'ensemble des installations de la minoterie serait plus avantageuse en ce qui a trait au taux de mortalité des insectes parasites, bien que cette approche nécessite plus de temps de préparation et de main-d'œuvre, en plus de poser certains défis logistiques. Il faudrait compter de 48 à 72 heures pour soumettre l'ensemble des installations au traitement thermique. Les défis logistiques à relever incluent la détermination du nombre d'unités thermiques requises et leurs modalités de transport et d'installation. De plus, la quantité de propane requise serait significativement plus grande, ce qui augmenterait la surface d'encombrement des citernes.

### **Utilisation prévue de solutions de rechange au bromure de méthyle**

La minoterie s'est donnée comme objectif idéal d'éliminer le recours à la fumigation au moyen d'agents chimiques par le biais d'un programme de lutte antiparasitaire intégrée (LAI) rigoureux et de l'application du traitement thermique fondée sur les besoins. Le traitement thermique s'avère toutefois plus coûteux que la fumigation. La structure de la minoterie est imposante. Son exploitation englobe cinq grandes activités, dont la mouture (deux aires), le mélange de produits de boulangerie, l'emballage, l'entreposage des ingrédients de mélange et l'expédition des produits ensachés. La gestion de l'exploitation est par conséquent plus complexe que pour une minoterie effectuant uniquement l'expédition de farine en vrac, par exemple. Il faudra plusieurs années pour évaluer avec précision l'efficacité et les coûts du traitement thermique intégral des installations de la minoterie, ce qui inclut l'analyse comparative du système Temp-Air et des autres technologies antiparasitaires disponibles. Le coût est une considération majeure. Selon les données de l'essai de 2006, la minoterie estime que les coûts annuels de traitement de ses installations, par rapport aux coûts actuels, pourraient tripler, voire même quadrupler.

La minoterie s'intéresse notamment à ProFume. Toutefois, elle n'envisagera un essai avec ProFume qu'à partir du moment où l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) aura achevé la seconde évaluation du produit et défini les limites maximales de résidus (LMR) applicables. Actuellement, l'usage homologué de ProFume, qui exige le retrait de tous les grains et produits de minoterie des installations à traiter, ne constitue pas une approche pratique pour la minoterie.

### **Minoterie 8 – Essai de fumigation au fluorure de sulfuryle (ProFume)**

#### **Situation, configuration et structure de la minoterie**

Cette minoterie de farine de blé est en exploitation depuis quelque 70 ans. Elle est située dans un quartier affecté à l'industrie légère et donne sur une route principale très achalandée, empruntée aussi bien par des véhicules commerciaux que personnels. Un retrait de moins de 20 mètres sépare les installations de transformation et de chargement de la minoterie de la route principale et d'une rue adjacente. Une grande partie de la structure de la minoterie longe directement la limite de propriété ou y est immédiatement attenante. Avec une capacité de production quotidienne de moins de 5 000 quintaux de farine, la minoterie occupe une superficie de terrain relativement restreinte. La superficie totale de la propriété est également limitée. Une fois que

l'on en soustrait la partie du terrain occupée par les installations et les bureaux de la minoterie, il reste très peu d'espace non construit.

Comme pour la plupart des minoteries datant de la même époque, l'établissement a été agrandi et réaménagé à maintes occasions pour augmenter sa capacité de production et moderniser ses installations. La structure actuelle présente un large éventail de matériaux et de méthodes de construction.

- Dans les parties les plus anciennes de la minoterie, on retrouve des murs de maçonnerie (brique à double assise avec espaces morts), des surfaces en béton, et des poutres et planchers en bois.
- Les parties plus récentes présentent une superstructure et une structure de support en acier.
- Les murs extérieurs, anciens et récents, sont revêtus de placage de métal.
- L'installation la plus récente repose sur des fondations en béton. Elle comporte un plancher en béton, une structure de soutien en acier et du revêtement métallique isolant.
- Les fenêtres originales ont été remplacées par des fenêtres modernes.
- On a injecté de la mousse isolante dans les murs de maçonnerie à double assise originaux pour augmenter l'efficacité énergétique de la structure et éliminer des refuges potentiels pour les insectes parasites.
- À l'étage supérieur, on retrouve quelques planchers en treillis de fil d'acier. La sous-face de certains des planchers en bois est plaquée de métal. D'autres planchers en bois ont été revêtus de contreplaqué pour éliminer les fissures et les surfaces inégales.
- Les bureaux des services d'administration, de vente et d'autres activités non liées à la production sont contigus (adjacents) aux aires de transformation.
- Le laboratoire de la minoterie est intégré aux installations de transformation.
- La minoterie compte deux aires de chargement en vrac.
- L'entrepôt des produits ensachés et des fournitures d'intrant, fait de bois en grande partie, n'est pas chauffé.
- La minoterie est dotée de deux chaudières à la vapeur à basse pression pour la sintérisation des produits et le chauffage des bâtiments.
- Le silo-élévateur et l'aire d'entreposage des grains ont une ossature de bois et sont protégés par un placage métallique.

### **Équipement de transformation**

Les broyeurs à cylindres, sasseurs et nettoyeurs de grains de la minoterie datent de diverses époques, ce qui est courant dans les établissements de cet âge. En raison de la superficie restreinte des installations, la surface d'encombrement de l'équipement sur chaque étage est importante. De manière générale, l'espace est assez confiné, sauf dans les aires de nettoyage des grains, où il est facile de circuler pendant les activités d'exploitation et de nettoyage.

Le transport des grains et produits de minoterie s'effectue au moyen d'équipement conventionnel : élévateurs à godets, goulottes par gravité, transporteurs à vis et goulottes pneumatiques. Le dépoussiérage des aires et de l'équipement de transformation est assuré par un

dispositif d'aspiration. Les niveaux de poussières en suspension sont relativement bas dans certaines parties de la minoterie.

L'établissement dispose d'équipement d'emballage pour les produits ensachés destinés au commerce. On y retrouve aussi un moulin à meules et une machine à agglomérer pour la sintérisation des sous-produits de meunerie. Des cellules de chargement entrant et sortant récentes sont utilisées pour des produits spéciaux destinés à l'alimentation. Le système de commandes comporte des composantes électriques et microélectroniques.

### **Défis liés à la lutte antiparasitaire et mesures prises de 2004 à 2006**

La minoterie a longtemps compté sur la fumigation au bromure de méthyle comme principale méthode d'éradication des populations d'insectes parasites dans ses éléments de structure. Outre les fumigations annuelles, son programme de lutte antiparasitaire comprend les procédures ci-dessous :

- nettoyage régulier des installations;
- traitements localisés au moyen d'insecticides de contact;
- nébulisations occasionnelles par insecticide.

Certaines aires de la minoterie sont aux prises avec des infestations fréquentes, d'autres sont rarement touchées.

- En raison de la diversité des matériaux et des époques de construction, la structure de la minoterie présente plusieurs joints et interfaces entre les surfaces de la structure, les éléments de support de l'équipement et l'équipement lui-même.
- Certaines pièces d'équipement anciennes sont plus difficiles à nettoyer que le matériel récent, plus facilement accessible et présentant moins de joints internes, de rebords et d'espaces propices à l'accumulation des résidus.
- En raison de l'espace restreint autour des installations, le nettoyage manuel des goulottes, de la structure et des éléments de support des cellules de stockage se révèle une tâche complexe et fastidieuse.
- Grâce au programme de maintien de la salubrité, les surfaces intérieures de la minoterie (planchers, murs et équipement) sont bien entretenues, mais les insectes parasites peuvent quand même trouver refuge dans des espaces morts des murs de maçonnerie à double assise
- et ce, même s'ils ont été remplis de mousse. Ces espaces morts sont très difficiles à traiter par un autre moyen que la fumigation chimique.

L'entrepôt et certaines parties des aires de nettoyage des grains où les planchers de bois ont été recouverts de contreplaqué sont moins propices aux infestations. Il semble que la présence du contreplaqué soit une condition défavorable au développement des populations d'insectes, dont la présence est peu courante dans les aires où l'on retrouve ce matériau. Plutôt que de traiter l'entrepôt et les aires de transformation décrites ci-dessus par fumigation, on a simplement scellé et isolé ces parties de la minoterie pendant l'application des traitements fumigants, se contentant d'y appliquer au besoin des traitements localisés. Cette pratique a contribué à réduire le volume

du bromure de méthyle utilisé pour la fumigation annuelle de la structure de la minoterie. La dernière fumigation au bromure de méthyle a eu lieu en 2005, pendant l'été.

Selon le personnel de la minoterie, il faut procéder à une fumigation au bromure de méthyle par année pour contrôler les insectes parasites. Pendant quelques années, la direction de la minoterie a tenu à se passer de la fumigation annuelle au bromure de méthyle. Toutefois, l'efficacité globale de son programme de lutte antiparasitaire a considérablement diminué. Par conséquent, l'établissement a repris les fumigations annuelles au bromure de méthyle jusqu'en 2006, soit l'année où elle a réalisé l'essai de fumigation au fluorure de sulfuryle (ProFume) dans le but d'en comparer l'efficacité avec celle du bromure de méthyle.

Les travaux préalables à l'essai de fumigation ont été effectués de la façon habituelle. Les poussières et les résidus des produits de minoterie ont été éliminés manuellement dans la mesure du possible et l'équipement de transformation et de transport a été démonté. Les pièces d'équipement généralement fermées lors des activités d'exploitation sont demeurées ouvertes pendant la fumigation.

### **Les solutions de rechange possibles à la fumigation au MBr**

La fumigation au bromure de méthyle s'étant révélée efficace pendant de nombreuses années, on s'attendait à obtenir un résultat aussi satisfaisant avec la fumigation au moyen d'un autre agent chimique. La minoterie est configurée de telle sorte qu'il est possible de sceller et de diviser en deux espaces verticaux les aires à fumiger. Ainsi, on peut contrôler séparément le volume et la concentration de gaz acheminé dans chaque espace. En créant deux espaces verticaux clos dans les aires de transformation, on pourrait traiter un seul espace ou les deux en utilisant la chaleur fournie par la chaudière existante. Toutefois, les normes de sécurité et de santé au travail ne permettent pas de traiter simultanément un espace vertical par la chaleur et l'autre par la fumigation.

Disposant de deux aires de chargement en vrac, la minoterie pourrait poursuivre les expéditions pendant le traitement par la chaleur et les premières étapes de la fumigation à la condition de respecter toutes les normes de sécurité et santé au travail applicables. De plus, on pourrait sceller les cellules de stockage des produits finis et ainsi, les isoler des aires à traiter.

### **Les obstacles apparents à l'utilisation des solutions de rechange à la fumigation au MBr**

Comme la plupart des minoteries, cet établissement est assujéti en tout temps aux délais de livraison serrés imposés par sa clientèle, composée de grandes boulangeries et d'autres transformateurs de produits alimentaires. Par conséquent, elle doit réduire au minimum les temps d'arrêt d'exploitation requis pour le nettoyage et la fumigation de ses installations. En raison de la superficie restreinte de la propriété de la minoterie et, de son espace de stationnement et carrossable non construit, il serait peu pratique de recourir à un système de traitement thermique portatif extérieur alimenté au propane ou au gaz. Le système d'alimentation et de distribution électrique de la minoterie ne suffit pas à faire fonctionner le grand nombre de ventilateurs électriques fournissant la capacité d'échange et de circulation de la chaleur élevée appliquée lors du traitement thermique. La minoterie dispose à peine de l'espace nécessaire pour entreposer son

propre équipement de traitement thermique. Le laboratoire et les bureaux sont contigus aux aires de transformation, ce qui nécessite l'évacuation complète du personnel pendant la fumigation chimique. Compte tenu de l'ancienneté des installations, il faudrait procéder à des réaménagements exhaustifs pour satisfaire aux normes actuelles de protection contre l'incendie.

### **Essai de fumigation de 2006**

L'essai de fumigation au fluorure de sulfuryle (ProFume) de 2006 a été réalisé avec le concours et sous la supervision de Dow AgroSciences, en collaboration avec un fournisseur de services de lutte antiparasitaire canadien. L'essai a eu lieu à l'occasion d'une fin de semaine de trois jours pour bénéficier d'un temps d'arrêt d'exploitation suffisant, comme cela aurait été fait pour une fumigation au bromure de méthyle.

Les travaux préalables à l'essai ont été exécutés de la même façon que pour une fumigation au bromure de méthyle. Toutefois, pour se conformer aux dispositions sur l'usage permis de ProFume (sans LMR), on a ajouté aux préparatifs le scellage de quelques cellules de stockage de blé non transformé. Cette exigence ne s'applique pas au MBr.

La fumigation a été réalisée selon la méthode habituelle avec ProFume, en utilisant la dose élevée recommandée pour l'élimination des insectes à tous les stades de développement. Les concentrations de gaz ont été contrôlées au moyen de télécapteurs répartis dans la minoterie. Des flacons contenant des insectes-témoins ont été placés à des endroits présentant des conditions d'exposition idéales à ProFume. Le contrôle des flacons, effectué à des intervalles de quatre heures, a démontré que ProFume, dans des conditions idéales, élimine rapidement et efficacement les insectes parasites.

Toutefois, des insectes adultes sont réapparus dans les résidus des bluteaux dans les deux semaines suivant la fumigation, ce qui constitue un échec de la procédure de fumigation du point de vue de l'exploitation. Cela est peut-être associé au fait que les cellules de stockage de blé et de produits de minoterie n'ont pas été entièrement vidées avant la fumigation. Cette constatation ne pourra être validée qu'en procédant à un second essai après avoir vidé ces cellules de stockage.

### **Utilisation prévue de solutions de rechange au bromure de méthyle**

Bien que ProFume soit prometteur, la minoterie ne prévoit pas l'utiliser à nouveau avant que l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire ait approuvé les LMR applicables au blé et aux produits de minoterie. Le silo-élévateur et les cellules de la minoterie sont difficiles à sceller et à isoler des aires de transformation qui doivent être fumigées au moins une fois par année.

Le recours à ECO<sub>2</sub>Fume sera envisagé à la condition que son fabricant démontre que cet agent ne provoque pas d'effet indésirable à long terme (notamment la corrosion des métaux conducteurs de l'équipement électrique et électronique), de tels effets n'étant pas associés au traitement thermique alimenté par la chaudière à la vapeur existante de la minoterie. Toutefois, la structure de la minoterie pose certains problèmes logistiques qui devront être résolus avant qu'un essai de traitement par la chaleur puisse être envisagé.

**Annexe 1 :**

**Évaluation comparative de la gestion intensive des parasites,  
des traitements thermiques et des fumigants  
comme solutions de rechange au bromure de méthyle  
pour le contrôle antiparasitaire des produits en réserve  
dans les minoteries canadiennes**

**Rapport d'évaluation de l'efficacité**

**Avril 2007**

**Paul Fields  
Chercheur scientifique**

**Centre de recherche sur les céréales  
Agriculture et Agroalimentaire Canada  
195, ch. Dafoe, Winnipeg MB R3T 2M9  
Canada  
pfields@agr.gc.ca**

## Annexe 2 :

### **LA GESTION ANTIPARASITAIRE DES PRODUITS EN RÉSERVE DANS LES MINOTERIES DE GRAINS DU CANADA**

**Avis au lecteur**      **Le contenu de cette annexe reproduit en grande partie l'information présentée dans la section II du rapport d'évaluation comparative des technologies de traitement thermique et de fumigation au bromure de méthyle, publié en mars 2004 par la CNMA.**

Depuis des décennies, on retrouve partout dans le monde de l'équipement de mouture du grain sophistiqué, de même que des installations, des technologies et des compétences de pointe. En 2004, la plus grande partie de l'équipement de minoterie disponible sur le marché était fabriquée dans les pays d'Union européenne et aux États-Unis. Les pièces d'équipement électrique et mécanique utilisées dans les minoteries canadiennes sont facilement accessibles sur l'ensemble du marché nord-américain. Les goulottes ainsi que l'équipement de transfert et de stockage utilisés au Canada sont, pour la plupart, de fabrication canadienne.

Au début des années 90, l'industrie canadienne de la minoterie des grains s'est livrée à de vastes programmes d'expansion et de modernisation, dont :

- la construction de nouveaux moulins;
- l'intégration d'unités de minoterie complètes aux installations existantes;
- l'augmentation de la capacité de production grâce au remplacement de l'équipement de transformation existant ou de l'ajout de nouveaux broyeurs, sasseurs et bluteaux, de même que l'équipement de distribution relié dans les unités de minoterie existantes.

Au cours des 15 dernières années, on a observé des augmentations significativement élevées des taux de production dans les secteurs de la minoterie de farine de blé et d'avoine. De fait, dans l'Ouest canadien seulement, on a construit quatre nouvelles minoteries de farine d'avoine. Dans l'ouest et l'est du Canada, quatre nouvelles minoteries de farine de blé ont été mises en service. La capacité nationale de minoterie de farine de blé a augmenté d'environ 15 % depuis l'an 2000.

Dans le cadre des travaux de réaménagement des installations existantes, on intègre fréquemment du nouvel équipement d'aspiration et de dépoussiérage. Les fonctions assurées par ce type d'équipement sont fondamentales. En voici la liste :

- captage des poussières de farine en suspension à l'intérieur de l'équipement de transformation et retour des poussières vers les passages des produits pour un taux d'extraction (rendement) accru;
- réduction des matières particulaires libérées dans l'environnement externe par évacuation d'air passive et forcée;

- élimination des poussières de grains et de farine en suspension dans l'environnement de la minoterie pour réduire l'exposition des travailleurs aux poussières et l'accumulation des poussières de grains sur les surfaces de l'équipement et des éléments de structure.

Ce dernier point est d'un intérêt critique en ce qui a trait à l'efficacité des programmes de lutte antiparasitaire mis en oeuvre dans les minoteries. Les poussières de grains et de farine accumulées peuvent servir à la fois de garde-manger et de refuge pour les cucujides et les triboliums de la farine. Les accumulations de poussières dans les fissures, crevasses ou espaces confinés non accessibles aux fins de nettoyage et d'aspiration offrent des conditions idéales pour la survie, le développement et la reproduction des cucujides et de triboliums, deux espèces d'insectes indigènes (présents dans la nature). De fait :

1. malgré les meilleures pratiques connues d'hygiène et de lutte antiparasitaire, la présence de petites populations de cucujides et de triboliums dans les éléments de structure (fissures et interfaces) des minoteries est un phénomène normal;
2. les minoteries de grains sont tenues d'utiliser des moyens physiques de contrôle des parasites dans leurs installations pour s'assurer que leurs produits finis ne contiennent pas d'insectes.

### **Méthodes physiques de contrôle des parasites utilisées dans les minoteries de grains**

Les méthodes physiques ou mécaniques visant à éliminer les insectes des passages des grains non moulus et des produits de mouture sont des procédures d'exploitation courantes des installations de minoterie depuis des décennies. Les trois principales méthodes de contrôle mécanique utilisées lors du processus de transformation sont les suivantes :

- tri et séparation mécanique des matières étrangères, y compris les insectes morts ou vivants et parties d'insectes par tamisage et aspiration (suspension par l'air sous pression négative);
- traitement par bluterie centrifuge à haute vitesse (désinfection) des passages des produits de minoterie (fractionnement de la farine);
- blutage final des produits de minoterie avant l'emballage et l'expédition.

Ces trois méthodes sont requises pour éliminer à 100 % des farines céréalieres les insectes (à tout stade de développement) susceptibles d'avoir survécu à l'étape du nettoyage des grains. De plus, en pratiquant un blutage final, on s'assure qu'aucun insecte vivant ne parvient à pénétrer les passages des farines entre la désinfection et la mise en cellule définitive.

Toutefois, on ne peut se servir de désinfecteurs pour la transformation de certains produits de minoterie associés à un calibre de grain minimal, dont les semoules, le son, les flocons et les grains perlés entiers. Par conséquent, il faut recourir aux bonnes pratiques de fabrication, ainsi qu'à d'autres méthodes physiques et chimiques pour s'assurer d'éliminer les insectes parasites

des produits en question avant de les livrer aux établissements de fabrication de produits alimentaires et de transformation de second cycle qui les utilisent.

### **Maintien de la salubrité dans les installations**

La plus importante des bonnes pratiques de fabrication à mettre en œuvre dans le cadre du programme de lutte antiparasitaire intégrée, lequel fait également partie intégrante du programme continu de maintien de la salubrité des installations, a pour but de prévenir l'infestation des passages des produits par les insectes parasites en contrôlant leur présence dans les éléments de structure de la minoterie (planchers, murs, plafonds, infrastructure de support de l'équipement, matériaux d'emballage, pièces de rechange, etc.). Le principal objectif du programme de maintien de la salubrité dans une minoterie de grain est de prévenir l'accumulation des poussières de grains et de farine qui s'échappent de l'équipement de transformation au cours des processus de nettoyage et de mouture des grains. Presque tous les composants de l'équipement de mouture sont dotés d'un dispositif d'aspiration par pression négative, qui capte les particules de poussière en suspension et les achemine vers un système de filtration d'air. Malgré cela, une certaine quantité de poussières trouve inévitablement le moyen d'échapper aux dispositifs d'aspiration présents dans les minoteries. En règle générale, les poussières de grains et de farine ne demeurent pas en suspension. Elles s'accumulent plutôt sur les surfaces des installations et de l'équipement. Non seulement des insectes parasites peuvent-ils trouver à s'alimenter et à survivre aisément dans les poussières de grains et de farine accumulées, mais celles-ci posent également des risques d'incendie et d'explosion. Par conséquent, toutes les surfaces sont régulièrement nettoyées à l'aide de balais et de dispositifs d'aspiration, et, dans des conditions contrôlées (lors des arrêts d'exploitation), de nettoyeurs par jet d'air comprimé.

Plusieurs minoteries fonctionnent 24 heures sur 24, six jours par semaine. Les tâches d'entretien doivent donc être exécutées pendant les heures d'exploitation normales. Pour ce faire, une faible minorité des travailleurs de production de l'industrie de la minoterie de grains se consacrent exclusivement à l'entretien des installations. La majorité des travailleurs de production participent dans une certaine mesure au maintien de la salubrité. Ils procèdent, par exemple, au nettoyage à la suite d'un débordement accidentel, à l'entretien de routine de l'équipement et à d'autres activités de maintenance. Pour faire face à la réduction des quantités disponibles et à la hausse du coût du bromure de méthyle, les minoteries canadiennes ont dû embaucher du personnel supplémentaire pour maintenir la salubrité de leurs installations.

Lors des arrêts d'exploitation planifiés ou non (à la suite d'une défaillance d'équipement ou d'un étranglement, par exemple), l'équipement de transformation et de transfert des produits de minoterie est désassemblé et nettoyé manuellement pour éliminer les résidus susceptibles d'abriter des insectes vivants. Les composants d'équipement de minoterie les plus récents présentent un nombre réduit de cavités et de surfaces favorisant l'accumulation des poussières, ainsi qu'un design plus accessible, ce qui facilite leur nettoyage. De plus, dans les installations récemment construites ou réaménagées, on a remplacé les élévateurs à godets à commande mécanique, les goulottes par gravité et, dans la mesure du possible, les transporteurs à vis par de l'équipement de transport pneumatique. Cela a permis de réduire le nombre de cavités et de surfaces dans ou sur lesquelles les poussières peuvent s'accumuler pendant la transformation des

produits de minoterie, ainsi que les quantités de poussières s'échappant des passages des produits vers le reste des installations.

### **Insecticides par contact**

Les insecticides à faible toxicité pour les mammifères, tels que le malathion et les pyréthrinés, sont utilisés depuis longtemps dans le cadre des programmes de lutte antiparasitaire des minoteries de grains. Leur effet rémanent est particulièrement utile dans les aires de minoterie où l'on ne retrouve pas de passage de produits de mouture.

Depuis quelques années, on se sert aussi de terre de diatomées (un dépôt géologique siliceux composé d'algues unicellulaires de taille microscopique) comme insecticide de contact dans les fissures et cavités des éléments de structure ne pouvant être nettoyées manuellement. La terre de diatomées est un insecticide de contact homologué pour les grains de réserve, ce qui signifie qu'elle peut facilement être éliminée des grains pendant le processus de nettoyage des grains, avant qu'ils soient moulus.

### **Fumigation des grains de réserve**

La rotation (flux de production) du blé et des autres grains céréaliers dans les minoteries des grains s'effectuant en continu, il est rare que l'on procède à la fumigation des cellules de stockage des grains sur place. Toutefois, on peut y recourir en présence de signes manifestes d'une infestation susceptible de s'étendre aux éléments de structure de transformation de la minoterie. Le cas échéant, le MB n'est pas l'agent de fumigant de premier choix. On préférera plutôt utiliser du phosphore d'aluminium ou du magnésium, deux agents libérant du gaz de phosphine. Bien que d'une grande efficacité en ce qui a trait au taux de mortalité des insectes, la phosphine peut avoir un effet corrosif considérable et non prévisible sur les métaux conducteurs de l'équipement électrique et électronique utilisé dans les minoteries. Par conséquent, la phosphine est rarement utilisée pour la fumigation des structures de ces établissements.

### **Fumigation de structure**

Offert sur le marché depuis plus de trente ans et homologué, le bromure de méthyle a longtemps été considéré comme le produit de premier choix pour le contrôle des parasites dans les produits de réserve des installations de minoterie de grains et de fabrication de pâtes alimentaires au Canada. Jusqu'à aujourd'hui, la fumigation au bromure de méthyle était effectuée dans la majorité des installations une ou deux fois par année, pendant la période allant d'avril à novembre.

Tel qu'indiqué ci-dessus, les autres fumigants homologués et commercialisés au Canada sont le phosphore de magnésium et le phosphore d'aluminium, qui produisent tous deux de la phosphine. La phosphine libérée par ces agents de fumigation dans les minoteries canadiennes a toutefois été associée à des effets corrosifs significatifs sur les métaux conducteurs (bornes et circuits) présents dans les composants électriques et électroniques de l'équipement de mouture du grain et de télécommunications (postes téléphoniques, interphones).

Des défaillances matérielles ont été associées à la présence significative de signes de corrosion à la suite d'une fumigation unique, ainsi qu'à une série de fumigations exécutées sur un certain nombre d'années. Selon une étude de recherche en laboratoire (CANMET, Brigham, 1998-1999) menée au Canada, l'effet de corrosion pourrait être associé à une large plage de température et d'humidité relative. Se fondant sur l'expérience pratique et sur les données de recherche existantes sur la phosphine, les minoteries canadiennes utilisent très peu cet agent de lutte antiparasitaire.

### **Traitement par le froid – l'élimination par congélation**

Bien que l'exposition prolongée (de 72 à 96 heures) à des températures inférieures à 0 °C permette d'atteindre un taux de mortalité élevée des parasites dans les produits de réserve, on ne considère pas que le traitement par le froid soit une méthode de lutte antiparasitaire pratique pour les minoteries canadiennes. Toutefois, aucune étude récente n'a été entreprise au Canada à propos de cette méthode.

### **Lutte antiparasitaire intégrée**

La « lutte antiparasitaire intégrée » ou LAI a souvent été préconisée comme solution de rechange optimale à la fumigation chimique. Les fournisseurs de lutte antiparasitaire proposent divers programmes de LAI, dont le nombre augmente au fur et à mesure de l'élimination progressive réglementaire du MB. Les caractéristiques ci-dessous sont toutefois communes à la plupart des programmes de LAI :

1. utilisation de systèmes de dépoussiérage évolués pour la prévention des accumulations de poussières;
2. mise en œuvre d'un programme rigoureux et continu de procédures de maintien de la salubrité, dont le nettoyage fréquent des cellules de stockage et de l'équipement de transformation;
3. élimination des zones propices à la survie (refuge et reproduction) des insectes parasites;
4. utilisation sélective des pesticides de contact;
5. surveillance assidue des populations d'insectes;
6. fumigations ou traitements thermiques périodiques permettant d'atteindre un taux de mortalité suffisant pour interrompre le cycle évolutif des parasites et éliminer temporairement les populations d'insectes présentes dans les aires traitées.

Ces composantes des programmes de LAI correspondent essentiellement aux bonnes pratiques d'exploitation courantes dans les minoteries canadiennes tout au long de la deuxième moitié du vingtième siècle. Toutefois, avec l'élimination progressive réglementée du bromure de méthyle, les cinq premières composantes de la liste ci-dessus, de même que les travaux de recherche et développement pour l'amélioration de l'efficacité des traitements thermiques ont pris une importance accrue.

### **Traitement thermique**

Avant même qu'on pense à intégrer le traitement thermique à un programme de lutte antiparasitaire dans une minoterie du Canada, ce qui s'est produit en 1990, les établissements canadiens de mouture du grain utilisaient déjà cette méthode. Ce fait a été publié dans un rapport antérieur (Solutions de rechange au bromure de méthyle). Études de cas, Agriculture et Agroalimentaire Canada), lequel contient une description du traitement thermique comme solution de rechange à la fumigation chimique. Toutefois, dans l'étude de cas présentée dans ce rapport, le traitement thermique ne remplaçait pas la fumigation chimique, laquelle demeurait la composante essentielle du programme de lutte antiparasitaire intégrée choisi par l'entreprise concernée.

### **Mode d'action du traitement thermique relativement à la mortalité des insectes parasites**

Les insectes parasites généralement observés dans les minoteries canadiennes (triboliums rouges et bruns de la farine) se développent aisément à des températures allant de 16 à 34 degrés Celsius. Toutefois, ils présentent une très faible tolérance à des températures allant de 40 à 60 degrés et maintenues pendant une certaine période de temps, sans que cela risque d'endommager les éléments de structure et l'équipement de la minoterie. Il existe de nombreuses données de recherche, très bien documentées, à propos du mode d'action physiologique du traitement thermique sur les insectes parasites. Ainsi, l'exposition à des températures élevées accélère la fréquence respiratoire et la dessiccation des triboliums. En résumé, la chaleur, comme les pesticides chimiques, altère les fonctions métabolique et respiratoire normales des insectes, bien que d'une manière différente.

À certains égards, le traitement thermique produit un résultat similaire à celui de la fumigation chimique. Dans des conditions idéales, la chaleur est transportée par des gaz (distribués dans l'air ambiant ou forcés dans les installations pendant le traitement thermique), qui se dispersent à travers les installations de minoterie et atteignent la plupart ou la totalité des lieux de refuge possibles des parasites. Le taux d'efficacité du traitement thermique pour l'élimination des insectes parasites est prévisible, à la condition que les températures ambiantes désirées soient atteintes et maintenues dans toutes les aires à traiter. La chaleur est non toxique et ne pose aucun risque pour la santé et la sécurité des employés de la minoterie et du personnel du fournisseur de services antiparasitaires pendant les nombreuses, mais brèves périodes d'exposition à la chaleur requises lors du traitement thermique. En outre, la dispersion de la chaleur dans l'environnement pendant et après le traitement thermique d'une minoterie ne pose aucun risque écologique ni aucun risque pour la santé et la sécurité des mammifères. Compte tenu de ces avantages certains, le traitement thermique semble être la solution de remplacement idéale à la fumigation au bromure de méthyle pour le contrôle des parasites dans les installations des minoteries

canadiennes. En pratique, il est beaucoup plus difficile de parvenir à une distribution uniforme de la chaleur sous forme gazeuse dans toutes les aires de la minoterie qu'avec le bromure de méthyle. Au contraire des agents fumigants tels que le bromure de méthyle, la chaleur est rapidement absorbée en quantités massives par les éléments de structure et d'équipement de transformation de la minoterie (poutres et revêtement d'acier, planchers en béton, murs de maçonnerie, composants et équipement métalliques). Par conséquent, l'élimination des insectes parasites par la méthode de traitement thermique nécessite beaucoup plus d'énergie (selon le volume de combustible fossile requis) que la méthode de fumigation au bromure de méthyle.