

**AVIS DE SANTÉ PUBLIQUE RELATIVEMENT À
L'EXPOSITION DE LA POPULATION AUX ÉMISSIONS DE
L'USINE BARONET INC. DE SAINTE-MARIE**

**Agence de la santé
et des services
sociaux de Chaudière-
Appalaches**

Québec



Avis de santé publique relativement à
l'exposition de la population aux émissions de
l'usine Baronet inc. de Sainte-Marie

**Direction de santé publique et de l'évaluation
de Chaudière-Appalaches**

12 mars 2007

Le genre masculin utilisé dans ce document désigne aussi bien les femmes que les hommes.

Dépôt légal
Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2007
Bibliothèque et Archives Canada, 2007

ISBN 978-2-89548-417-2 (version imprimée)
ISBN 978-2-89548-418-9 (version PDF)

Document déposé à Santécom (<http://www.santecom.qc.ca>)

Toute reproduction partielle ou intégrale de ce document est autorisée et conditionnelle à la mention de la source.

© Agence de la santé et des services sociaux de Chaudière-Appalaches, 2007

RÉALISATION

RÉDACTION

Benoît Gingras, M.D., M.Sc.
Équipe santé et environnement
Direction de santé publique et de l'évaluation

Pierre Lainesse, biologiste, M.Sc.Env.
Équipe santé et environnement
Direction de santé publique et de l'évaluation

André Morasse, géographe
Équipe santé et environnement
Direction de santé publique et de l'évaluation

René Veillette, M.D., M.Sc., CSPQ
Équipe santé et environnement
Direction de santé publique et de l'évaluation

COLLABORATION ET RÉVISION

Pierre Deshaies, M.D., M.Sc., CSPQ, FRCPC
Équipe santé au travail
Direction de santé publique et de l'évaluation

Richard Martin, sociologue, M.A.
Équipe santé au travail
Direction de santé publique et de l'évaluation

PERSONNES CONSULTÉES

André Audet, Inspecteur en bâtiment et environnement
Service d'urbanisme municipalité de Sainte-Marie

Caroline Talbot
Centre local de développement de La Nouvelle-Beauce

RÉSUMÉ

Cet avis de santé publique est rédigé à la demande du ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), et des citoyens du quartier résidentiel autour de l'usine Baronet inc. La demande faite au Directeur de santé publique (DSP) est d'évaluer l'impact des odeurs et des bruits émis par l'usine Baronet inc. sur la santé des citoyens. Cet avis se base sur diverses études effectuées en 2003, 2004 et 2005.

L'exposition à des odeurs incommodantes est susceptible d'entraîner des problèmes de santé de nature physiologique et psychologique. Les niveaux d'odeurs auxquels sont soumis les résidents vivant dans le voisinage de l'usine Baronet sont suffisants pour causer ce type d'effet chez une proportion indéterminée de citoyens.

La réduction d'émission des odeurs qui serait la plus susceptible de prévenir ces effets serait de limiter la concentration à un niveau de 1 unité d'odeur/m³ à la limite de la propriété de l'entreprise. Pour ce faire, des mesures olfactométriques devraient être effectuées afin d'évaluer les concentrations d'odeurs actuellement émises par l'usine et de déterminer adéquatement les objectifs de réduction.

D'un point de vue toxicologique, le risque d'effets chroniques à la santé pour les personnes exposées semble faible selon les données disponibles. Cependant, les citoyens éprouvent des symptômes d'irritation des membranes muqueuses au niveau des yeux et des voies respiratoires. Il est plausible que ces symptômes puissent être liés à des dépassements occasionnels des seuils de référence de certaines substances comme l'acétone. De plus, l'effet additif probable de plusieurs des produits identifiés et diverses interactions possibles entre certaines substances pourraient aussi expliquer ces effets.

Ainsi, la Direction de santé publique est d'avis que les émissions atmosphériques de l'usine devraient être réduites significativement si l'on vise l'amélioration de la qualité de l'environnement des citoyens et la réduction des risques de développer des problèmes de santé pouvant y être associés. Une caractérisation plus complète aurait permis de déterminer plus précisément les objectifs de réduction.

Par ailleurs, les niveaux de bruit communautaire auxquels sont exposées les personnes vivant dans la zone résidentielle voisine de l'usine Baronet constituent de toute évidence une nuisance à leur repos, à leur confort et à leur bien-être. De tels niveaux de bruit sont suffisamment élevés pour porter atteinte à leur qualité de vie ainsi qu'à leur santé. Ces niveaux de bruit peuvent notamment entraîner une gêne sérieuse selon les activités des personnes, une augmentation de leur niveau de stress ainsi qu'une perturbation de leur sommeil, avec toutes les conséquences qui en découlent (ex : communications interpersonnelles plus difficiles, difficultés d'apprentissage, irritabilité, baisse de performance, effets sur la santé cardio-vasculaire, survenue d'accidents).

Les recommandations relatives au bruit sont principalement de poursuivre les efforts de réduction à la source. Secondairement, ces efforts pourraient être complétés par diverses techniques d'aménagement comme par exemple : l'implantation d'écrans

acoustiques, l'augmentation du couvert végétal et l'amélioration de l'insonorisation des maisons.

Pour les particules, nous ne disposons d'aucune donnée nous permettant d'évaluer le risque à la santé pour les citoyens de ce secteur. Considérant les impacts potentiels à la santé, il est souhaitable de procéder à des mesures des particules dans l'air ambiant. Entre-temps, des interventions visant la réduction des émissions des particules dans l'air ambiant devraient se poursuivre.

Les plaintes acheminées à plusieurs reprises au DSP indiquent que la frustration et l'intolérance de bon nombre de citoyens face aux nuisances observées sont bien présentes et que les attentes du milieu sont très grandes quant à l'importance de réduire l'ensemble des émissions de cette usine juxtaposant un secteur résidentiel.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	v
TABLE DES MATIÈRES	vii
LISTE DES TABLEAUX	x
LISTE DES ABRÉVIATIONS	xi
1. INTRODUCTION.....	1
1.1 Origine des plaintes des citoyens.....	1
1.2 À propos de l'usine.....	1
1.3 L'avis de santé publique.....	2
1.3.1 Demande du MDDEP	2
1.3.2 L'évaluation et la gestion des risques pour la santé.....	3
1.3.3 Présentation du document.....	3
2. MÉTHODE	5
2.1 Généralités.....	5
2.1.1 Description de la zone à l'étude	6
2.1.2 Particularité.....	8
2.2 Méthode relative aux odeurs.....	8
2.2.1 Retour sur le rapport du CEAEQ	8
2.2.2 Retour sur le rapport de la DSEE	9
2.3 Méthode relative aux risques toxicologiques	9
2.3.1 Retour sur le rapport du CEAEQ	9
2.3.2 Retour sur le rapport de la DSEE	9
2.3.2.1 Détermination des concentrations extrapolées.....	9
2.3.2.2 Détermination des seuils de référence	10
2.3.2.3 Indice concentration/seuil	10
2.4 Méthode relative au bruit.....	10
2.5 Méthode relative aux particules	11
3. RÉSULTATS.....	13
3.1 Généralités.....	13
3.2 Résultats relatifs aux odeurs.....	13
3.2.1 Évaluation des odeurs	13
3.2.2 Résultats des Indices de pouvoir olfactifs (Ipo)	14
3.2.3 Relation Ipo – évaluation des odeurs	14
3.3 Résultats relatifs au risque toxicologique	14

TABLE DES MATIÈRES

(Suite)

3.3.1	Résultats du rapport du CEAEQ.....	14
3.3.2	Résultats du rapport de la DSEE.....	16
3.3.2.1	Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les cétones	17
3.3.2.2	Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les éthers de glycol	17
3.3.2.3	Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les alcools	18
3.3.2.4	Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les esters.....	19
3.3.3	Effets cancérigènes	19
3.4	Résultats relatifs au bruit.....	20
3.4.1	Niveaux du bruit moyen.....	20
3.4.2	Pointes de bruit.....	20
3.4.3	La contribution sonore spécifique à l'usine Baronet inc	21
3.5	Résultats relatifs à l'émission de particules.....	21
4.	DISCUSSION ET ÉVALUATION DU RISQUE.....	23
4.1	Le risque relatif aux odeurs	23
4.1.1	Discussion sur les odeurs.....	23
4.1.1.1	Les effets des odeurs sur la santé.....	23
4.1.1.2	Rappel de la notion de seuil d'odeur	23
4.1.1.3	Limites de l'Ipo.....	24
4.1.1.4	Limites de l'évaluation olfactive	24
4.1.1.5	Absence d'analyse d'impact odeur	26
4.1.2	Évaluation du risque concernant les odeurs.....	26
4.1.2.1	Objectifs de réduction	26
4.2	Le risque toxicologique.....	27
4.2.1	Discussion sur le risque toxicologique.....	27
4.2.1.1	Limites générales de l'analyse de risque toxicologique	27
4.2.1.2	Détermination des concentrations extrapolées.....	27
4.2.1.3	Détermination des seuils de référence	28
4.2.1.4	Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les cétones	29
4.2.1.5	Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les éthers de glycol.....	29
4.2.1.6	Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les alcools.....	30

TABLE DES MATIÈRES (Suite)

4.2.1.7 Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les esters	30
4.2.2 Évaluation du risque toxicologique	31
4.3 Le risque relatif au bruit.....	32
4.3.1 Discussion sur le bruit	32
4.3.1.1 Le bruit communautaire	32
4.3.1.2 Les effets du bruit sur la santé.....	32
4.3.1.3 Contexte réglementaire et normatif	35
4.3.2 Évaluation du risque pour le bruit	37
4.4 Le risque relatif aux particules.....	38
4.4.1 Discussion sur les particules	38
4.4.2 Évaluation du risque pour les particules.....	38
4.5 Autres considérations.....	39
4.5.1 Aspects psychosociaux	39
4.5.2 Exposition à des contaminants multiples.....	40
5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	41
5.1 Conclusion et recommandations sur les odeurs	41
5.1.1 Conclusion sur les odeurs	41
5.1.2 Recommandations sur les odeurs	41
5.2 Conclusion et recommandations sur les risques toxicologiques	42
5.2.1 Conclusion sur les risques toxicologiques.....	42
5.2.2 Recommandations sur les risques toxicologiques.....	43
5.3 Conclusion et recommandations sur le bruit	44
5.3.1 Conclusion sur le bruit.....	44
5.3.2 Recommandations sur le bruit.....	44
5.4 Conclusion et recommandations sur les particules.....	46
5.4.1 Conclusion sur les particules.....	46
5.4.2 Recommandations sur les particules.....	46
5.5 Conclusion sur d'autres considérations	47
ANNEXE 1	
Synthèse des principes directeurs de gestion des risques pour la santé	49
ANNEXE 2	
Courbes des relations entre l'Ipo et l'évaluation des odeurs.....	51
ANNEXE 3	
Effets sur la santé reliés à des odeurs environnementales.....	55
6. LISTE DES RÉFÉRENCES	73

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU I :	Localisation de l'industrie Baronet inc., des stations d'échantillonnage et de la zone à l'étude.....	7
TABLEAU II :	Concentrations maximales des seize (16) substances mesurées par le TAGA du 5 au 8 juillet 2004 à Sainte-Marie.....	16
TABLEAU III :	Concentrations maximales extrapolées, seuils de références retenus et concentration/seuil pour les cétones pour une période court et long terme	17
TABLEAU IV :	Concentrations maximales extrapolées, seuils de références retenus et concentration/seuil pour les éthers de glycol pour une période court et long terme	18
TABLEAU V :	Concentrations maximales extrapolées, seuils de références retenus et concentration/seuil pour les alcools pour une période court et long terme	18
TABLEAU VI :	Concentrations maximales extrapolées, seuils de références retenus et concentration/seuil pour les esters pour une période court et long terme	19
TABLEAU VII :	Résultats en dBA des mesures acoustiques effectuées par le MDDEP les 1 ^{er} septembre, 28 octobre et 3 novembre 2004	20
TABLEAU VIII :	Sommaire des principaux effets à la santé pouvant être attribuables aux odeurs	23
TABLEAU IX :	Effets critiques sur la santé associés au bruit dans les collectivités selon les niveaux et en fonction de l'environnement récepteur	33
TABLEAU X :	Résumé des critères de limitation du bruit selon la note d'instruction 98-01 du MDDEP.....	36

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACGIH	American Conference of Governmental and Industrial Hygienists
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
CEAEQ	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
COV	Composé organique volatil
CPE	Centre de la petite enfance
dBA	Décibel pondéré A
DSP	Directeur de santé publique
DSEE	Direction du suivi de l'état de l'environnement
EGBE	Le 2-butoxy éthanol
EPA	Environmental Protection Agency
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
IPO	Indice de pouvoir olfactif
MDDEP	Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs
MPO	Molécules potentiellement odorantes
OMS	Organisation mondiale de la santé
PGME	L'éther monométhyle de propylène glycol
PGMEA	L'acétate de propylène glycol monométhyl éther
SCHL	Société canadienne d'hypothèque et de logement
TAGA	Trace Atmospheric Gas Analyser (Analyseur de gaz atmosphériques à l'état de traces)

1. INTRODUCTION

1.1 ORIGINE DES PLAINTES DES CITOYENS

En 1999, des citoyens demeurant au voisinage de l'usine Baronet à Sainte-Marie et regroupés au sein d'un comité ont déposé une pétition de plus de 60 noms à la Direction régionale de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches du MDDEP puis à la municipalité de Sainte-Marie. Selon les signataires, la « suie », les odeurs, et le bruit émis par l'entreprise Baronet inc., une usine de fabrication de meubles, causeraient des préjudices au bien-être et à la santé des résidents. Le dépôt de cette pétition faisait suite aux plaintes répétées que les citoyens formulaient auprès du MDDEP et de la municipalité depuis les années 90. Les plaignants demandaient essentiellement aux autorités concernées d'intervenir pour que cessent ces nuisances. Par la suite, de nombreuses plaintes ont suivi, interpellant le MDDEP ainsi que la municipalité afin qu'ils interviennent en fonction de leurs champs de compétences respectifs. En septembre 2000, le comité de citoyens s'adressait pour une première fois à la Direction de santé publique de Chaudière-Appalaches relativement à cette problématique.

Les malaises qui découleraient de l'exposition aux contaminants qui sont alors signalés par les citoyens sont nombreux et diversifiés. Ils se plaignent notamment d'irritation des yeux et des voies respiratoires supérieures, de même que de maux de tête. Ces problèmes sont associés par la population à la présence d'odeurs de solvants. Les citoyens font aussi état de malaises induits par la perception de bruits décrits comme intenses et dérangeants. On rapporte, entre autres, un sommeil perturbé, de la fatigue et de l'irritabilité.

Devant ces plaintes répétées et après constat de la situation, le MDDEP est intervenu auprès de l'entreprise afin d'exiger des correctifs visant le respect de la réglementation en vigueur. À cette époque, Baronet a connu une croissance importante passant de deux à trois quarts de travail entre 1999 et 2000. En mai 2001, le MDDEP émettait un certificat d'autorisation qui permettait à l'entreprise d'exploiter l'usine, 24 heures sur 24, 5 jours par semaine. Le certificat d'autorisation dictait, entre autres, les conditions particulières d'opération auxquelles elle était soumise. L'entreprise prenait alors des engagements précis de réaliser des aménagements visant le contrôle des nuisances identifiées.

1.2 À PROPOS DE L'USINE

Fondée en 1942, l'entreprise Baronet inc. fabrique des meubles en bois. En comptant le personnel d'entretien, de bureau et d'encadrement ce sont plus de 300 personnes qui y travaillaient au début des années 2000. En 2005, l'entreprise employait 263 personnes (Talbot 2006 – communication personnelle).

Certaines activités de l'usine Baronet sont susceptibles d'émettre des contaminants dans l'atmosphère. Pour la finition des meubles, l'entreprise utilise divers produits tels des peintures, vernis, solvants et catalyseurs qui émettent près d'une trentaine de substances dans l'air ambiant (CEAEQ, 2004). Ces substances, qui produisent des odeurs, sont diffusées par des sources directes (cheminées) et par des sources diffuses (portes et fenêtres). L'intensité des odeurs perçues varie selon les substances émises et les conditions météorologiques.

En plus de ces substances, l'entreprise émet du bruit par diverses sources fixes ou mobiles. En ce qui concerne les sources fixes, le bruit est émis notamment par le mécanisme d'évacuation des gaz dans les cheminées, par le fonctionnement des dépoussiéreurs et du broyeur ainsi que par le transport des copeaux de bois dans les conduits. La circulation des divers véhicules dans la cour de l'usine et, notamment, le bruit émis par les avertisseurs de recul sont les principales sources mobiles.

Finalement, de la « suie » est émise par le brûlage des copeaux de bois pour le chauffage du bâtiment en période hivernale ainsi que pour le séchage de bois.

Outre le respect des conditions de son certificat d'autorisation, l'usine doit opérer dans le respect des lois et règlements en vigueur au niveau provincial. Ses activités sont notamment encadrées par la Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2) ainsi que par le Règlement sur la qualité de l'atmosphère (R.R.Q., c. Q-2, r. 20). Nous soulignons que le MDDEP a entrepris des poursuites légales contre l'entreprise pour l'émission de contaminants (odeurs et bruits) qui contreviendrait à l'article 20 de la Loi sur la qualité de l'environnement. Ces poursuites étaient toujours instantes en décembre 2006. Finalement au niveau municipal, l'implantation et l'opération d'une telle entreprise doit, entre autres, respecter la réglementation relative au zonage ainsi que celle relative aux nuisances.

1.3 L'AVIS DE SANTÉ PUBLIQUE

1.3.1 Demande du MDDEP

Suite à plusieurs études effectuées en 2003 et 2004 dans le milieu environnant, le MDDEP demandait au DSP d'évaluer si les odeurs et les bruits émis par l'usine Baronet inc. pouvaient avoir un impact sur la santé des citoyens qui résident à proximité. Le MDDEP a joint à sa demande un rapport d'analyse d'air ambiant (CEAEQ 2004), une note d'expertise technique relative à une étude de bruit effectuée en 2003 (Dessureault, 2004), ainsi que deux études de bruit effectuées en 2004 (Pichette, 2004a) (Pichette, 2004b). De plus, en octobre 2005, le MDDEP a transmis au DSP une analyse, réalisée par la Direction du suivi de l'état de l'environnement, des résultats du rapport du laboratoire mobile TAGA réalisée par cette même direction (Walsh, 2005). Ces documents qui serviront à l'évaluation des risques à la santé seront décrits en détail plus loin. En ce qui concerne l'émission de « suie », aucune donnée n'a été transmise au DSP pour interprétation.

Malgré certaines corrections apportées par l'entreprise au cours des années en vue de réduire ses émissions, le comité de citoyens interpelle toujours le MDDEP et le DSP afin que cesse l'émission de la plupart des contaminants initialement signalés. Cet avis de santé publique a pour but d'identifier les impacts sur la santé dus à l'exposition des citoyens aux contaminants produits par l'entreprise Baronet inc. et d'émettre des recommandations pour réduire ces effets.

1.3.2 L'évaluation et la gestion des risques pour la santé

L'évaluation des risques est une démarche qui comprend plusieurs étapes : l'identification du problème, des agresseurs et de leurs effets potentiels sur la santé, la détermination de la relation entre la dose d'exposition et les effets sur la santé, l'estimation de l'exposition de la population et finalement l'estimation du risque. La prise en compte des meilleures connaissances disponibles ne permet pas toujours de quantifier avec exactitude les effets appréhendés sur la santé de la population. Cependant, la présente démarche vise à formuler des recommandations concrètes dans le but de réduire et même éliminer les impacts appréhendés sur les personnes exposées.

Par ailleurs, les principes directeurs qui nous ont guidés dans l'élaboration de cet avis sont ceux généralement proposés dans le réseau de la santé publique au Québec et développées par un groupe de travail de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) (Ricard, S. 2003). Ces principes dont la définition est présentée à l'annexe 1 sont : *l'appropriation de ses pouvoirs*, *l'équité*, *l'ouverture*, *la primauté de la protection de la santé humaine*, *la prudence*, *la rigueur scientifique* et *la transparence*.

1.3.3 Présentation du document

L'avis de santé qui suit évalue d'abord l'impact des odeurs associées aux substances émises par l'usine sur la santé de la population. Par la suite, il évalue le risque toxicologique associé à l'exposition aiguë et chronique de la population aux substances identifiées et mesurées du secteur touché. Puis, l'impact du bruit sur la santé et la sécurité est présenté. De plus, une évaluation théorique du risque à la santé associée à la présence de particules (« suie ») est réalisée. Finalement, le document traite des impacts psychosociaux associés aux émissions de l'usine.

La méthodologie spécifique à chaque section est présentée et les résultats obtenus suivent. Par la suite, nous procédons à une analyse critique (discussion) et une évaluation du risque pour chaque contaminant émis. Finalement, nous concluons sur les objectifs de réduction des émissions d'odeurs, des substances présentes dans l'air, le bruit et les particules (« suie ») et des recommandations de santé publique sont formulées.

2. MÉTHODE

2.1 GÉNÉRALITÉS

Le présent avis de santé publique est basé sur des données recueillies par le MDDEP sur le rapport du laboratoire mobile TAGA du Centre d'expertise et d'analyse environnementale du Québec (CEAEQ) qui a évalué la qualité de l'air ambiant du secteur entourant l'usine Baronet de Sainte-Marie du 5 au 8 juillet 2004 (CEAEQ, 2004), et sur l'analyse des résultats qu'en a faite la Direction du suivi de l'état de l'environnement (DSEE) (Walsh, 2005). L'avis est également basé sur une note d'expertise (Dessureault, 2004) et deux rapports (Pichette, 2004a) (Pichette, 2004b) rédigés par le MDDEP à partir de mesures de bruit ayant été effectuées par ce ministère en 2003 et 2004.

L'objectif principal de la campagne d'analyses du TAGA à l'été 2004 « consistait à identifier, et à quantifier, si possible, les substances responsables des plaintes d'odeur enregistrées par la direction régionale du MDDEP. Cette caractérisation de l'air ambiant visait l'analyse des composés organiques volatils (COV) et de tout autre contaminant susceptible d'être émis lors des opérations de Baronet » (CEAEQ, 2004, p.1). En complément, le CEAEQ a procédé à des évaluations olfactives.

Le laboratoire mobile peut analyser au delà de 7 000 composés chimiques sous forme de gaz dans l'air. Ce laboratoire peut détecter des concentrations variant du microgramme à une centaine de microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) selon la substance mesurée. Par ailleurs, la méthode d'analyse utilisée pour les COV permet l'identification et la quantification d'environ 60 COV avec des limites de détection entre 0,1 à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les analyses ont été effectuées en lectures instantanées (vitesse réduite lors de patrouille) et en position stationnaire (variant de 4 minutes à 1 heure). Les COV ont été mesurés par des stations d'échantillonnage situées à différents endroits en périphérie de l'usine sur des périodes pouvant aller jusqu'à 12 heures consécutives (tableau I et carte 1).

Tableau I
Localisation des stations d'échantillonnage

Numéro de la station	Localisation de la station
COV-1	au 288 rue St-Honoré
COV-2 et 14	entre le 254 et le 266 de la rue Carter (face au 255)
COV-3	au 553 rue Feuiltault
COV-4	au 436 rue Notre-Dame dans la cour arrière bordant l'usine
COV-5	en bordure de la voie ferrée à l'extrémité de la rue Morin
COV-6	sur la rue Carette vis-à-vis la rue St-Roch
COV-7	au 238 rue St-Honoré
COV-8	au 255 rue Carter
COV-9, 11 et 13	au 255 rue St-Honoré, dans la cour arrière enclavée par l'usine
COV-10	au 254 rue Morin, dans la cour arrière de la garderie en milieu familial
COV-12	à côté du 270 rue St-Cyrille, après le poteau électrique près du stationnement de l'aréna

Source : Rapport du CEAEQ, 2004.

2.1.1 Description de la zone à l'étude

L'usine de fabrication de meubles en bois Baronet est située au 234 avenue Baronet à Sainte-Marie (carte 1). L'essentiel des plaintes reçues par la MDDEP et le DSP proviennent des citoyens résidant dans le quadrilatère formé par la rue Notre-Dame Sud au sud-ouest, la route Carter au sud-est, la rue Feuiltault au nord-est et l'avenue Saint-Honoré au nord-ouest (périmètre rapproché). On estime qu'environ 250 personnes résident dans ce quadrilatère. Toutefois, certaines plaintes sont aussi provenues de citoyens résidant dans des secteurs allant jusqu'à l'avenue Saint-Cyrille, l'avenue Gilbert et la rue Saint-Luc ce qui signifie qu'au total, près de 750 personnes sont susceptibles d'être affectées par les émissions de l'usine (périmètre éloigné).

Carte 1
Sainte-Marie
Localisation de l'industrie Baronet inc.,
des stations d'échantillonnage et de la zone à l'étude.



L'industrie Baronet est localisée en zone industrielle (Ville de Sainte-Marie, 2005). Le zonage de la rue Notre-Dame Sud est mixte commercial-résidentiel. Ailleurs, le zonage est résidentiel. L'usage résidentiel dans le secteur de la rue Saint-Honoré permet l'implantation d'habitations en commun (ex : résidence de personnes âgées) (Audet A. 2005).

La zone à l'étude est traversée dans un axe nord-ouest/sud-est par une voie ferrée longée par une voie cyclable. La rue Feuiltaut et l'usine Baronet sont situées de part et d'autre de ces voies. Par ailleurs, il est important de noter que la rue Feuiltaut est en surélévation par rapport aux installations de l'usine Baronet, le niveau de la rue étant approximativement à la hauteur du toit de l'usine.

Le laboratoire mobile TAGA a détecté les contaminants présents dans l'atmosphère autour de l'entreprise Baronet à l'intérieur d'un quadrilatère, qui lui, est délimité par le Boulevard Taschereau au nord-est, la rue Saint-Jean au nord-ouest, le rang Saint-Étienne au sud-ouest et à un kilomètre au sud-est de la rue Carter.

2.1.2 Particularité

Jusqu'à l'été 2005, on retrouvait à proximité de l'usine (rue Notre-Dame Sud et avenue Morin) deux services de garde en milieu familial (implantés en 2001 et 2002) affiliés à un centre de la petite enfance (CPE). Ils accueillait un total d'une quinzaine d'enfants âgés de moins de 6 ans. Depuis, un de ces deux services de garde a déménagé ses activités à l'extérieur du secteur à l'étude.

2.2 MÉTHODE RELATIVE AUX ODEURS

Afin de bien présenter la démarche qui nous amène à formuler nos recommandations en ce qui a trait aux émissions d'odeurs, nous faisons d'abord un bref retour sur les résultats des mesures du TAGA effectuées au cours des sessions d'échantillonnage de juillet 2004 (CEAEQ, 2004). Nous revenons également sur l'analyse de ces résultats qu'en a faite la DSEE (Walsh, 2005). Nous présentons ensuite à la section discussion, une analyse critique de ces rapports, et discutons des objectifs de réduction des émissions d'odeurs. Nous présentons enfin nos recommandations.

2.2.1 Retour sur le rapport du CEAEQ

L'évaluation des odeurs perçues a été faite par trois membres du CEAEQ chargés d'opérer le TAGA simultanément à certaines des mesures des concentrations chimiques des émissions odorantes de l'usine. Les sessions d'évaluation d'odeurs se sont effectuées au cours des 4 jours d'échantillonnage, à raison de quatre à six sessions par jour à différentes heures de la journée ou de la soirée. Ainsi, dix-neuf (19) périodes d'évaluation des odeurs ont été réalisées en complétant des fiches de façon à déterminer des niveaux d'intensité (échelle de 1 à 8) et d'inconfort (échelle de 1 à 7) attribués aux odeurs, et à définir le type d'odeur perçue (attribut, par ex. : solvant, bois brûlé, etc.). L'estimation de la source des odeurs se faisait en fonction de la direction des vents (en aval de l'usine) et selon des caractéristiques des odeurs qu'on reconnaissait comme étant attribuables à l'usine.

Certaines des sessions d'évaluation n'ont pas été retenues pour analyse, principalement parce que, de toute évidence, les odeurs alors perçues ne provenaient pas de l'usine (par exemple, odeurs de fumier ou odeurs sucrées, avec direction des vents

incompatibles). Ainsi, quatorze (14) des dix-neuf (19) sessions d'évaluation ont été retenues pour analyse dans le rapport de la DSEE.

2.2.2 Retour sur le rapport de la DSEE

L'auteur du rapport a déterminé un *Indice de pouvoir olfactif* (Ipo) correspondant aux 69 mesures (instantanées et moyennes sur quelques minutes à une heure) réalisées au cours des 4 journées d'échantillonnage. Pour ce faire, on a d'abord mesuré la concentration de chacun de produits odorants contenus dans chaque échantillon. On a ensuite déterminé le pouvoir olfactif de chacune de ces substances en effectuant le rapport entre sa concentration et son seuil d'odeur respectif. Les seuils d'odeurs pour chaque substance analysée dans cette étude ont été établis à partir d'une revue de la littérature en choisissant les seuils d'odeurs les plus faibles. La somme de ces rapports détermine l'Ipo d'un échantillon donné. On obtient donc, pour chaque échantillon :

$$I_{po} = \frac{\text{Concentration 1}}{\text{Seuil d'odeur 1}} + \frac{\text{Concentration 2}}{\text{Seuil d'odeur 2}} + \frac{\text{Concentration } n}{\text{Seuil d'odeur } n}$$

Lorsque l'Indice qui résulte de la somme des pouvoirs olfactifs de chaque substance est plus grand que 1, l'air échantillonné est théoriquement au dessus du seuil de détection des odeurs.

2.3 MÉTHODE RELATIVE AUX RISQUES TOXICOLOGIQUES

2.3.1 Retour sur le rapport du CEAEQ

L'évaluation du risque toxicologique a été faite à partir des données de concentration des contaminants présents dans l'air tels que mesurées par le TAGA (section 2.1).

2.3.2 Retour sur le rapport de la DSEE

2.3.2.1 Détermination des concentrations extrapolées

Comme le TAGA ne peut mesurer la concentration de contaminants dans l'air sur de longues périodes, la DSEE a déterminé des concentrations estimées pour des périodes variant de quelques minutes à un an en appliquant des facteurs d'extrapolation aux concentrations maximales mesurées sur de courtes périodes (1 heure ou moins) par le TAGA (Walsh, 2005, p.2).

2.3.2.2 Détermination des seuils de référence

Les seuils de référence retenus dans le rapport de la DSEE sont ceux fixés par l'Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), l'Environmental Protection Agency (EPA) et l'American Conference of Governmental and Industrial Hygienists (ACGIH) et auxquels on a appliqué certains facteurs de sécurité lorsque nécessaire. Pour certaines substances, les valeurs de référence n'étant pas disponibles, le seuil a été déterminé à partir de valeurs de d'autres substances de la même famille chimique dont on estime que les effets sont similaires (Walsh, 2005, p.2).

2.3.2.3 Indice concentration/seuil

Dans le rapport de la DSEE, on utilise l'indice concentration/seuil. Cet indice est le rapport de la concentration du contaminant mesurée sur le seuil de référence choisi pour ce même contaminant. Une valeur supérieure à 1 indique un dépassement global des seuils de référence. Cet indice est utilisé dans les tableaux synthèse du document de la DSEE pour les valeurs sur 24 heures et 1 an. Il sert principalement à repérer les substances ou familles de substances qui dépassent les seuils de référence et qui peuvent être responsables d'effets potentiels à la santé.

2.4 MÉTHODE RELATIVE AU BRUIT

Les mesures acoustiques sur lesquelles se base cet avis ont été réalisées par le MDDEP lors de visites d'inspection effectuées les 17 et 18 septembre 2003 ainsi que le 1 septembre, 28 octobre et 3 novembre 2004. Ces visites d'inspection du MDDEP avaient pour but principal de quantifier les niveaux de bruit diurne et nocturne chez des résidents demeurant à proximité de l'usine Baronet. Les renseignements provenant de ces visites nous ont été rendus disponibles via des notes explicatives sur les mesures de 2003 (Dessureault, 2004) ainsi que deux rapports d'inspection décrivant les mesures de 2004 (Pichette, 2004a), (Pichette, 2004b).

Les relevés de bruit, pour la plupart d'une durée de 20 minutes, ont été effectués tant en période diurne qu'en période nocturne auprès d'adresses civiques localisées sur chacun des quatre côtés de l'usine dans la zone d'influence sonore directe de cette dernière. Le bruit total moyen a été estimé à partir de la moyenne des données cumulées enregistrées au cours de périodes de 20 minutes ($L_{Aeq\ 20\ min}$) jugées représentatives. Des niveaux maximums, $maxL\ (dBA)^1$ ont aussi été calculés à partir de la minute la plus bruyante ($L_{Aeq\ 60\ min}$) à l'intérieur de chaque période de 20 minutes. Le MDDEP a aussi utilisé d'autres descripteurs lors des mesures de bruit présentées dans leurs analyses et rapports comme les niveaux minimums, $minL\ (dBA)$, à partir de la minute la moins

¹ La pondération-A est une correction qui donne plus d'importance aux moyennes et hautes fréquences et moins aux basses fréquences, pour lesquelles notre audition est moins sensible.

bruyante ($L_{Aeq\ 60\ min}$) et des niveaux maximums de pointe, maxP (dB) à partir d'événements sonores ponctuels.

Des mesures de bruit ambiant ont aussi été effectuées dans un secteur témoin plus éloigné de l'usine afin de pouvoir estimer la contribution sonore de Baronet. La contribution sonore nette de l'usine a ainsi pu être estimée en soustrayant le bruit ambiant mesuré dans le secteur témoin du niveau de bruit total mesuré.

2.5 MÉTHODE RELATIVE AUX PARTICULES

Une firme privée, pour le compte de l'entreprise, a procédé, en novembre 2000 et mars 2002, à des mesures des concentrations de particules à la cheminée de la chaudière de l'usine Baronet. En ce qui concerne la concentration de particules dans l'air ambiant, il n'y avait aucune méthodologie prévue dans l'étude du CEAEQ pour quantifier ce problème puisque cet aspect ne faisait pas partie des objectifs de la campagne d'analyse. Cependant, comme nous avons reçu des plaintes de citoyens sur la présence de «suie» à l'extérieur des résidences, nous avons décidé de tenir compte de cette réalité dans notre avis.

3. RÉSULTATS

3.1 GÉNÉRALITÉS

Soixante-neuf (69) mesures d'échantillons ont été réalisées au cours des quatre journées d'échantillonnage. Les analyses ont permis d'identifier seize (16) substances reconnues soit pour leur pouvoir odoriférant (aussi appelées molécules potentiellement odorantes (MPO)), soit pour leurs effets toxicologiques potentiels. Les substances analysées par le TAGA sont regroupées en quatre familles soit : les cétones, les éthers de glycol, les alcools et les esters. À chacune des quatre journées d'analyse, la plupart des substances ont été mesurées en aval de l'usine et, sauf exception, attribuées aux émissions de l'usine.

Les activités de l'usine au cours des périodes d'échantillonnage n'ont pas été notées par les opérateurs du TAGA. Il n'est donc pas possible d'établir des liens entre les résultats observés et les diverses opérations de l'entreprise. Par ailleurs, notons qu'il a été observé que les émissions diffuses provenant des portes et des fenêtres ouvertes pourraient être en partie responsables des concentrations mesurées dans le voisinage immédiat de l'usine.

Les résultats ne rapportent aucune concentration moyenne des émissions mesurées de l'usine sur des périodes excédent 12 heures.

3.2 RÉSULTATS RELATIFS AUX ODEURS

3.2.1 Évaluation des odeurs

Des odeurs attribuables aux émissions de l'usine ont été perceptibles à chacune des quatre journées d'évaluation, du 5 au 8 juillet 2004. Sauf à une occasion (7 juillet, 21 h 18) où deux des trois évaluateurs n'ont perçu aucune odeur, les personnes chargées de l'évaluation ont toutes noté la présence d'odeurs au cours de chaque session d'évaluation. La gamme d'intensité perçue a varié de *absence-très faible* à *forte-très forte* (1,7 à 6,7 / 8), six (6) des quatorze (14) sessions rapportant une évaluation égale ou supérieure à 6 (*forte*). La gamme d'inconfort rapportée s'échelonnait de *négligeable* à *gênant-pénible*, (2 à 5,3 / 7), sept (7) des sessions rapportant une évaluation égale ou supérieure à 5 (*gênante*).

3.2.2 Résultats des Indices de pouvoir olfactifs (Ipo)

De façon générale, les concentrations des substances prises individuellement étaient nettement en dessous de leur seuil respectif de perception olfactive. Seules 4 substances ont atteint de façon occasionnelle des valeurs dépassant leur seuil d'odeur (CEAEQ, p. 35). En considérant les moyennes des concentrations de chaque substance lorsque les mesures n'étaient pas instantanées, la valeur des Ipo calculés pour les 69 mesures d'échantillons s'échelonne entre 0 et 15,37 (Walsh, 2005, p.13). Les Ipo calculés à partir des concentrations maximales varient de 1,49 à 47,6. En ne considérant que les 12 séances d'évaluation olfactive retenues et réalisées de manière concurrente à un échantillonnage du TAGA, les valeurs des Ipo s'échelonnent alors de 0,04 à 3,94 pour les concentrations moyennes et de 0,23 à 47,6 pour les concentrations maximales.

3.2.3 Relation Ipo – évaluation des odeurs

En l'absence d'analyse olfactométrique proprement-dite (analyse de la concentration odeur par un olfactomètre et un jury), on a donc utilisé la somme des pouvoirs olfactifs de chaque composé, soit l'Ipo, pour déterminer le pouvoir olfactif des odeurs émises. On a ensuite analysé la relation entre les évaluations d'odeur et les Ipo des échantillons qui avaient été mesurés concurremment.

L'analyse permet d'observer une relation relativement proportionnelle entre la valeur de l'Indice calculé à partir des concentrations moyennes et les niveaux d'intensité des odeurs et d'inconfort perçus par le personnel du TAGA (Walsh, 2005, figure 3 et 4 reproduites à l'annexe 2). On constate cependant un effet de saturation de l'intensité perçue lorsque la concentration de l'odeur estimée par l'Ipo atteint la valeur de 2 environ. Ce phénomène de saturation est bien décrit dans la documentation scientifique sur les odeurs (voir annexe 3).

De façon générale, l'analyse démontre que l'odeur perçue des mélanges gazeux telle que consignée dans les fiches par les évaluateurs (intensité et inconfort) est nettement plus importante que l'estimation du pouvoir olfactif indiqué par l'Indice. On note entre autres qu'à la valeur d'environ 1 de l'Ipo, qui correspond théoriquement au seuil olfactif des échantillons, les observateurs sur le terrain rapportent plutôt que l'intensité des odeurs est de perceptible à évidente (entre 4 et 5 /8) et un inconfort de près de 4/7, soit près de la limite de l'acceptabilité (Walsh, 2005, p. 13).

3.3 RÉSULTATS RELATIFS AU RISQUE TOXICOLOGIQUE

3.3.1 Résultats du rapport du CEAEQ

Les substances analysées par le TAGA sont regroupées en quatre familles.

1. Parmi la famille des cétones, les substances identifiées et mesurées sont :
 - L'acétone;
 - Le diisobutylcétone;
 - Le 2-butanone;
 - Le méthylisobutylcétone.
2. Parmi la famille des éthers de glycol, les substances identifiées et mesurées sont :
 - Le 2-butoxy éthanol (EGBE);
 - L'acétate de propylène glycol monométhyl éther (PGMEA);
 - L'éther monométhylque de propylène glycol (PGME).
3. Parmi la famille des alcools, les substances identifiées et mesurées sont :
 - L'éthanol;
 - L'isopropanol;
 - Le méthanol.
4. Parmi la famille des esters, les substances identifiées et mesurées sont :
 - L'acétate d'amyle;
 - L'acétate de n-butyle et d'isobutyle;
 - L'acétate d'éthyle;
 - L'acétate de propyle;
 - L'isobutyrate d'isobutyle;
 - Le 3-éthoxypropionate d'éthyle.

Comme c'est l'approche dite du pire scénario qui est utilisée dans le rapport de la DSEE, nous présentons au tableau II les concentrations maximales mesurées par le TAGA du 5 au 8 juillet 2004 pour chacune de ces substances. Pour plus de détails, le lecteur est invité à consulter ce rapport.

Tableau II
Concentrations maximales des seize (16) substances mesurées par le TAGA
du 5 au 8 juillet 2004 à Sainte-Marie

Substances	Conc. max. (µg/m ³)	Intervalle	Date
Acétone	3 500	15 min	7 juillet 9 h 23
2-Butanone	590	20 min	7 juillet 3 h 52
Diisobutylcétone	120	20 min	7 juillet 13h52
Méthylisobutylcétone	44	60 min	8 juillet 9 h 25
2-Butoxy éthanol (EGBE)	174	15 min	7 juillet 9 h 23
Acétate de propylène glycol monométhyl éther (PGMEA)	1 090	15 min	7 juillet 9 h 23
Éther monométhylque de propylène glycol (PGME)	1 095	60 min	6 juillet 17 h 29
Acétate d'amyle	670	15 min	7 juillet 9 h 23
Acétate de n-butyle et d'isobutyle	400	15 min	7 juillet 9 h 23
Acétate d'éthyle	70	15 min	7 juillet 9 h 23
Acétate de propyle	< 8	-	-
Éthanol	1 040	15 min	7 juillet 9 h 23
Isopropanol	700	60 min	6 juillet 17 h 29
Méthanol	620	60 min	6 juillet 17 h 29
Isobutyrate d'isobutyle	580	instant	6 juillet 14 h 07
3-Éthoxypropionate d'éthyle	240	30 min	8 juillet 13 h 11

Source : Adapté du CEAEQ, 2004.

3.3.2 Résultats du rapport de la DSEE

Nous présentons les tableaux sommaires pour les quatre (4) différentes classes de substances mesurées.

Ainsi, pour chacune de ces substances, la DSEE a extrapolé, à partir d'une concentration maximale mesurée par le laboratoire mobile (tableau II), une estimation d'une concentration sur une période de 24 heures ou moins ainsi qu'une valeur extrapolée sur une période de 1 an et plus. Chacun de ces deux estimés est accompagné d'une concentration/seuil déterminée par la DSEE dans son rapport. Finalement, un rapport concentration/seuil est calculé pour la période 24 heures et moins et pour la période 1 an et plus. La notion de concentration/seuil a été préalablement définie dans la section 2.3.2.3 de la méthode. Pour plus de détails sur l'ensemble de ces calculs, le lecteur est invité à consulter le rapport de la DSEE.

3.3.2.1 Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les cétones

Le tableau III présente les concentrations extrapolées, les seuils de référence retenus et les rapports concentration/seuil pour chacune des substances de la famille des cétones et ce pour des périodes court et long terme. Ainsi, pour l'acétone, la concentration extrapolée sur 4 minutes est de 4 865 µg/m³. En comparant cette valeur au seuil retenu de 2376 µg/m³, on obtient une concentration/seuil de 2,05 (4 865/2 376). Pour les effets chroniques, la concentration extrapolée pour 1 an est de 100 µg/m³. En comparant cette valeur au seuil retenu de 1800 µg/m³, on obtient une concentration/seuil de 0,06 (100/1 800).

Pour le diisobutylcétone, le méthyléthylcétone et le méthylisobutylcétone, tous les rapports concentration/seuil sont inférieurs à 1, ce qui indique qu'il n'y a pas de dépassement du seuil de référence pour ces substances.

La somme des rapports concentration/seuil pour la famille des cétones est de 2,55 ce qui indique un dépassement global des seuils de référence pour cette famille.

Tableau III
Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration /seuil pour les cétones¹ pour une période court et long terme

	24 heures et moins			1 an et plus		
	Conc. (µg/m ³)	Seuil (µg/m ³)	Conc. /seuil	Conc. (µg/m ³)	Seuil (µg/m ³)	<u>Conc.</u> <u>Seuil</u>
Acétone	4 865	2 376	2,05	100	1 800	0,06
Diisobutylcétone	~185	1 450	0,13	84	1 000	0,08
Méthyléthylcétone	460	1 300	0,35	18	1 000	0,02
Méthylisobutylcétone	62	3 070	0,02	2	3 000	0,00
Somme des rapports Conc. / Seuil ²			2,55			0,16

¹ Adapté de Walsh, 2005.

² Une somme supérieure à 1 indique un dépassement global des seuils de référence

3.3.2.2 Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les éthers de glycol

Le tableau IV présente les concentrations extrapolées, les seuils de référence retenus et les rapports concentration/seuil pour chacune des substances de la famille des éthers de glycol et ce pour une période court et long terme. Ainsi, pour le 2-butoxyéthanol, le PGME et le PGMEA, tous les rapports de concentration/seuil sont inférieurs à 1.

La somme des rapports concentration/seuil pour la famille des éthers de glycol est de 0,82 pour 24 heures et moins de 0,043 pour 1 an et plus. Il n'y a donc pas de

dépassement global des seuils de référence pour cette famille tant pour les effets aigus que pour les effets chroniques.

Tableau IV
Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les éthers de glycol¹ pour une période court et long terme

	24 heures et moins			1 an et plus		
	Conc. (µg/m ³)	Seuil (µg/m ³)	Conc. /seuil	Conc. (µg/m ³)	Seuil (µg/m ³)	Conc. / Seuil
2-butoxyéthanol	170	480	0,35	5	970	0,005
PGME	1 500	5 530	0,27	44	2 000	0,022
PGMEA	1 090	5 530	0,200	32	2 000	0,016
Somme des rapports Conc. /Seuil ²			0,82			0,043

¹ Adapté de Walsh, 2005.

² Une somme supérieure à 1 indique un dépassement global des seuils de référence

3.3.2.3 Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les alcools

Le tableau V présente les concentrations extrapolées, les seuils de référence retenus et les rapports concentration/seuil pour chacune des substances de la famille des alcools et ce pour une période court et long terme. Ainsi, pour l'éthanol, l'isopropanol et le méthanol, tous les rapports concentration/seuil sont inférieurs à 1.

La somme des rapports concentration/seuil pour la famille des alcools est de 0,39 pour 24 heures et moins de 0,044 pour 1 an et plus. Il n'y a donc pas de dépassement global des seuils de référence pour cette famille tant pour les effets aigus que pour les effets chroniques.

Tableau V
Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration /seuil pour les alcools¹ pour une période court et long terme

	24 heures et moins			1 an et plus		
	Conc. (µg/m ³)	Seuil (µg/m ³)	Conc. / Seuil	Conc. (µg/m ³)	Seuil (µg/m ³)	Conc. / Seuil
Éthanol	1 040	18 800	0,05	30	4 475	0,007
Isopropanol	960	12 300	0,08	28	2 340	0,012
Méthanol	850	3 280	0,26	25	1 000	0,025
Somme des rapports Conc / Seuil ²			0,39			0,044

¹ Adapté de Walsh, 2005.

² Une somme supérieure à 1 indique un dépassement global des seuils de référence

3.3.2.4 Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les esters

Le tableau VI présente les concentrations extrapolées, les seuils de référence retenus et les rapports concentration/seuil pour chacune des substances de la famille des esters et ce pour une période court et long terme. Ainsi, pour l'acétate d'amyle, l'acétate de n-butyle et d'isobutyle, l'acétate d'éthyle, l'isobutyrate d'isobutyle et le 3-éthoxypropionate d'éthyle, tous les rapports concentration/seuil sont inférieurs à 1.

La somme des rapports concentration/seuil pour la famille des esters est de 0,22 pour 24 heures et moins et de 0,045 pour 1 an et plus. Il n'y a donc pas de dépassement global des seuils de référence pour cette famille tant pour les effets aigus que pour les effets chroniques.

Tableau VI
Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration /seuil pour les esters¹ pour une période court et long terme

	24 heures et moins			1 an et plus		
	Conc. (µg/m ³)	Seuil (µg/m ³)	Conc. / Seuil	Conc. (µg/m ³)	Seuil (µg/m ³)	Conc. / Seuil
Acétate d'amyle	675	5 320	0,13	20	633	0,032
Acétate de n-butyle et d'isobutyle	400	9 500	0,04	11,6	1 700	0,007
Acétate d'éthyle, Isobutyrate d'isobutyle et 3-éthoxypropionate d'éthyle	772	14 400	0,05	22	3 430	0,006
Somme des rapports Conc. / Seuil ²			0,22			0,045

¹ Adapté de Walsh, 2005.

² Une somme supérieure à 1 indique un dépassement global des seuils de référence

3.3.3 Effets cancérogènes

Après vérification au sein de la littérature consultée, parmi les substances identifiées par le TAGA, aucune n'est classifiée comme cancérogène pour l'homme.

3.4 RÉSULTATS RELATIFS AU BRUIT

3.4.1 Niveaux de bruit moyen

En 2004, le niveau moyen de bruit diurne mesuré sur les terrains de quatre résidences parmi les plus rapprochées situées des quatre côtés de l'usine Baronet s'est étalé entre 52,1 dBA et 55,3 dBA selon le point de réception (Pichette, 2004a). En soirée, dans une plage horaire considérée comme nocturne, les niveaux moyens de bruit mesurés ont varié entre 49,9 dBA et 55,2 dBA (Pichette, 2004b). Le tableau VII présente les résultats détaillés selon l'adresse civique où des mesures ont été effectuées.

Les mesures acoustiques effectuées en 2003 ont pour leur part déterminé que le niveau moyen de bruit diurne s'était élevé à 58,9 dBA au 274, rue Saint-Honoré et à 55,1 dBA au 497, rue Feuiltault (Dessureault, 2004).

En résumé, selon les sites et le moment où les mesures acoustiques ont été effectuées, les niveaux moyens de bruit diurne mesurés sur des terrains résidentiels près de l'usine Baronet se sont échelonnés entre 52,1 dBA et 58,9 dBA tandis que les niveaux moyens de bruit nocturne mesurés aux mêmes points de réception se sont échelonnés entre 49,9 dBA et 55,2 dBA.

Tableau VII
Résultats en dBA des mesures acoustiques effectuées
par le MDDEP les 1^{er} septembre, 28 octobre et 3 novembre 2004

Localisation	Période diurne		Période nocturne	
	Moyen LAeq (20 min.)	Maximum LAeq (60 sec.)	Moyen LAeq (20 min.)	Maximum LAeq (60 sec.)
274, rue Saint-Honoré	52,1 (58,9 en 2003)	69,2	50,6	64,8
477, rue Feuiltault	52,3	67,2	49,9	63,0
211, rue Baronet	55,3	90,1*	55,2	69,7
466, rue Notre-Dame	55,3	77,6	51,6	59,2

*Ce niveau maximum correspond à une période de 60 secondes pendant laquelle deux remorques sont passées devant le sonomètre. Cet épisode a été exclu du calcul du niveau moyen basé sur 20 minutes.

3.4.2 Pointes de bruit

Des pointes de bruit provenant d'événements sonores spécifiques ont été mesurées (ex : signal de recul de camions, passage d'un chariot élévateur, sillement discontinu, circulation automobile, moteur électrique en fonction). Ces événements sonores ont été consignés dans les relevés consultés mais leur fréquence d'occurrence n'a pas été indiquée. En période diurne, le MDDEP a mesuré des pointes de bruit variant entre 91,1 et 105,8 dB selon les sites de mesure (Pichette, 2004a) tandis qu'en période nocturne, il

a mesuré des pointes de bruit variant entre 83,9 dB et 90,4 dB selon les sites de mesure (Pichette, 2004b). Ces pointes ont notamment contribué à augmenter les niveaux sonores, sur une base de 60 secondes, au-delà des niveaux moyens totaux rapportés. En période diurne, le niveau sonore, sur une base de 60 secondes, a été noté jusqu'à 90,1 dBA tandis qu'en période nocturne, le niveau sonore maximum, sur une base de 60 secondes, a atteint 69,7 dBA.

3.4.3 La contribution sonore spécifique à l'usine Baronet inc.

L'usine Baronet n'étant pas la seule source contribuant aux niveaux moyens de bruit mesurés, sa contribution spécifique a été évaluée en soustrayant le niveau de bruit ambiant estimé des niveaux moyens de bruit mesurés. Selon le document d'expertise technique du MDDEP (Dessureault, 2004), le bruit ambiant représentatif pour le secteur à l'étude en absence d'exploitation de l'usine Baronet a été estimé en 2003 à 48 dBA pour la période diurne et à 43 dBA pour la période nocturne. En tenant compte du bruit ambiant estimé, la contribution sonore diurne de l'usine Baronet correspondait en 2003 à 57 dBA au point de réception situé au 274, rue Saint-Honoré et à 54 dBA au 497, rue Feuiltaut tandis que la contribution sonore nocturne de l'usine Baronet correspondait à 58 dBA pour le point de réception situé au 274, rue Saint-Honoré et à 54 dBA pour le 497, rue Feuiltaut.

Ainsi, en 2003, les activités de l'usine Baronet constituaient clairement la source principale de bruit dans le quartier avoisinant en contribuant de manière importante, en période diurne comme en période nocturne, au niveau total de bruit mesuré.

3.5 RÉSULTATS RELATIFS À L'ÉMISSION DE PARTICULES

En janvier 2001 et avril 2002, les particules mesurées à la cheminée de la chaudière étaient sous la norme de 600 mg/Nm³ de gaz sec corrigé à 12% CO₂. Plus précisément, en novembre 2000, la concentration de particules était de 395 mg/Nm³ de gaz sec corrigé à 12% CO₂ et de 213 mg/Nm³ de gaz sec corrigé à 12% CO₂ en mars 2002.

En 2002, il y aurait eu une réduction importante des émissions de « suie » qui, après sont réapparues de nouveau. Malgré l'absence de données d'exposition concernant les émissions de particules dans l'air ambiant, la division du contrôle du MDDEP a confirmé la présence de ce contaminant par une observation visuelle.

4. DISCUSSION ET ÉVALUATION DU RISQUE

4.1 LE RISQUE RELATIF AUX ODEURS

4.1.1 Discussion sur les odeurs

4.1.1.1 Les effets des odeurs sur la santé

L'exposition à des odeurs jugées désagréables est susceptible d'entraîner des problèmes de santé de nature physiologique et psychologique chez les personnes touchées. Nous présentons à l'annexe 3 le résultat d'une revue de la littérature scientifique sur le sujet que nous avons réalisée dans le cadre de la rédaction d'un chapitre sur les odeurs du volume « *Environnement et santé. Fondements et pratiques* » publié en 2003. Le tableau VIII présente sommairement les principaux effets à la santé pouvant être attribuables aux odeurs.

Tableau VIII
Sommaire des principaux effets à la santé pouvant être attribuables aux odeurs

Effets de nature physique	Effets de nature psychologique
▪ Irritation des membranes muqueuses ▪ Effets variés sur divers organes et systèmes - o Cardio-vasculaire - o Pulmonaire - o Nerveux (modifications de l'électroencéphalogramme) - o Digestif ▪ Symptômes généraux - o Fatigue - o Céphalées - o Perte d'appétit ▪ Action sur le système immunitaire	- o Atteinte de l'humeur - o Anxiété - o Diverses réactions émotives - o Troubles du sommeil - o Altération de performances intellectuelles (ex. apprentissage) - o Stress environnemental → hypertension artérielle, atteinte du système digestif, tension musculaire du cuir chevelu (céphalée) → chronicité - o Effet psychologique de masse

4.1.1.2 Rappel de la notion de seuil d'odeur

Le seuil d'odeur d'un mélange gazeux est défini comme étant la concentration de ce mélange à laquelle la moitié des personnes exposées (en réalité, la moitié des membres d'un jury) perçoit une odeur, l'autre moitié ne la percevant pas. De même en est-il du

seuil d'odeur pour chaque substance. La valeur du seuil de perception olfactive dépend du composé ou du mélange gazeux considéré (AIHA, 1989). Dans ce cas, le seuil olfactif d'un mélange ne peut être obtenu à partir des seuils des composés purs puisque des effets de synergie ou même d'antagonisme, peuvent être observés (Gingras, 2003 ; Jaubert, 2005).

4.1.1.3 Limites de l'Ipo

Dans le cas d'odeurs environnementales, l'odeur perçue est celle d'un mélange gazeux. L'addition du pouvoir olfactif de chaque substance (concentration/seuil) dans le but de mesurer l'impact d'une odeur (mélange) suppose que les odeurs sont additives et que l'on connaît bien les seuils d'odeur de chaque produit. Or, de façon générale, on observe différents types d'interactions entre les différentes substances d'un mélange odorant. Ces interactions peuvent être, par exemple, supra additives, infra additives, synergiques ou antagonistes (Gingras, 2003) (dans le cas de composés de mêmes familles chimiques, on pourrait observer assez souvent un effet additif). Par ailleurs, la détermination des seuils d'odeurs des substances chimiques telle qu'on la retrouve dans la documentation scientifique est souvent imprécise. Il est donc difficile de relier la concentration ou l'intensité de l'odeur aux concentrations chimiques et de quantifier, par l'analyse chimique, une nuisance olfactive.

Dans le cas des émissions de l'usine Baronet, l'analyse démontre que malgré une certaine proportionnalité entre l'intensité et l'inconfort et la valeur de l'indice, l'Ipo sous estime nettement, de façon générale, les concentrations d'odeurs telles que perçues par les évaluateurs. Par exemple, à la valeur de 1 de l'indice, théoriquement, 50% des évaluateurs devraient ne pas percevoir l'odeur alors que 3/3 la perçoivent. De plus, alors que certaines des valeurs de l'Ipo sont nettement sous le seuil de 1, l'intensité et l'inconfort rapportés par les évaluateurs s'approchent ou dépassent le milieu de chaque échelle d'évaluation. Par exemple : le 5 juillet 2004 à 21h25, l'IPO moyen calculé est de 0,87, alors que l'intensité estimée est de 5 sur 8 et l'inconfort de 3,6 sur 7. Le 8 juillet 2004 à 14h37, l'Ipo moyen calculé est de 0,69 alors que l'intensité estimé est de 3,6 sur 8 et l'inconfort de 3 sur 7.

4.1.1.4 Limites de l'évaluation olfactive

L'évaluation olfactive effectuée par les membres du TAGA portait sur les principales caractéristiques de la perception d'une odeur soit son intensité, son appréciation (caractère hédonique, traduit en termes d'inconfort) et sa qualité (reconnaissance de l'odeur).

Bien que le nombre d'évaluateurs soit relativement limité (3) et qu'on ne connaît pas leurs qualifications en tant qu'experts pour cette fonction, cette évaluation olfactive basée sur une échelle de progression apporte une assez bonne information quant à l'intensité des odeurs aux sites d'impact dans le voisinage de l'usine. Cependant,

l'évaluation de l'intensité odeur ne fournit pas toute l'information qu'une véritable analyse olfactométrique peut apporter en déterminant la concentration odeur² des émissions.

En ce qui concerne le degré d'inconfort ressenti dans le but d'estimer l'impact des odeurs, le caractère subjectif des mécanismes qui peuvent expliquer les symptômes reliés aux odeurs (voir Annexe 3) permet difficilement de transposer l'appréciation exprimée par les évaluateurs du CEAEQ, à la réelle perception des personnes exposées au quotidien. Ce qui peut être qualifié d'acceptable par les membres d'un jury peut ne pas l'être pour les citoyens touchés. En effet, plusieurs facteurs, dont le contexte social et diverses caractéristiques personnelles, influencent la perception des odeurs chez les citoyens concernés de façon très différentes que chez des évaluateurs externes. Par exemple³ :

- un phénomène de sensibilisation peut se produire chez des individus exposés à répétition ce qui se traduit par l'accentuation de la détection des odeurs ou une intolérance qui se développe progressivement⁴ ;
- relativement à son caractère hédonique, une odeur peut être qualifiée de « plaisante » (par exemple, odeur sucrée ou de banane) pour une courte période mais être perçue comme déplaisante sur une période prolongée ou lorsqu'elle revient régulièrement, surtout lorsque cette odeur n'est pas désirée ou est associée à un sentiment d'intrusion dans son espace privé;
- relativement à l'intensité perçue, une odeur peut être qualifiée d'acceptable en fonction d'une intensité donnée, à un moment donné, et pour une courte période mais devenir inacceptable lorsque les émissions perdurent ou se répètent continuellement;
- les croyances et le niveau d'appréhension influencent la perception des odeurs ;
- plusieurs des citoyens ont un sentiment d'interférence avec la qualité de la vie ou vivent un sentiment d'être victime, dans un contexte de conflit créé avec l'émetteur, ce que ne ressentent pas des évaluateurs externes.

Par ailleurs, le sens de l'olfaction est surtout sensible aux variations et aux valeurs maximales. Lors d'émissions continues, par exemple, l'intensité de l'odeur perçue est très forte au début puis se produit une adaptation et une baisse progressive de la sensation ressentie (comme par exemple la perception des corps chauds et froids) (Gingras, 2005). Or, les analyses ont démontré une grande variation des concentrations dans le voisinage de l'usine, et ce, parfois en quelques secondes, causées entre autres par l'action du vent. Des changements dans les émissions sont aussi occasionnés par la variabilité des activités de production, comme par exemple les arrêts d'activité lors des pauses de repas suivi du redémarrage (CEAEQ, 2004, p. 33). Les odeurs sont alors

² La concentration odeur d'un mélange gazeux est obtenue par le nombre de dilutions avec de l'air pur nécessaires pour atteindre le seuil de perception olfactive du mélange. Cet exercice s'effectue par un jury sélectionné de plusieurs personnes. La détermination de la concentration odeur est objective et quantitative et est indépendante de la qualité de l'odeur et de son caractère hédonique (Gingras, 2003).

³ Voir en appui avec cet argumentaire, l'Annexe 3, section 5.4 : *Mécanismes des symptômes liés aux odeurs environnementales*.

⁴ Néanmoins, il n'est pas impossible qu'une telle sensibilisation se développe chez des évaluateurs après une exposition de quelques jours sur un site d'émission d'odeurs.

perçues pour un certain temps comme plus intenses. Le caractère intermittent des odeurs a donc pour effet d'augmenter le nombre d'épisodes d'inconfort.

4.1.1.5 Absence d'analyse d'impact odeur

Une analyse d'impact odeur résulte de la caractérisation olfactométrique d'une source (détermination de la concentration-odeur et du débit d'odeur) à laquelle s'ajoute l'analyse de la dispersion atmosphérique de l'odeur. Ce type d'analyse permet de quantifier l'exposition du public aux odeurs, et de déterminer de façon assez précise des objectifs d'atténuation ou de mitigation à atteindre (Guy, 2002). La réponse très rapide de notre odorat et sa sensibilité aux variations nécessitent le recours à des modèles de dispersion atmosphérique qui puissent tenir compte adéquatement de la turbulence atmosphérique afin d'estimer les maxima de concentration plutôt que les moyennes. Les modèles classiques de dispersion de toxiques rendent mal compte de la dispersion des odeurs (Pagé, 1997).

4.1.2 Évaluation du risque concernant les odeurs

4.1.2.1 Objectifs de réduction

Le rapport de la DSEE propose l'objectif de ramener les concentrations des substances émises dans l'air ambiant sous un lpo de 1, ce qui correspond à un niveau « acceptable » selon les évaluations de l'équipe du TAGA et tel qu'illustrée par la courbe de relation entre l'ipo et l'inconfort (voir Annexe 2, figure 4). Ainsi, une réduction de 80% des concentrations observées ramènerait 92,85% des valeurs calculées de l'ipo à < 1 (Walsh, 2005, tableau 44). Ce qui à première vue semble un objectif intéressant ne nous apparaît pas vraiment suffisant.

En effet, compte tenu des caractéristiques de la formation des odeurs à partir de l'émission de substances odorantes dans l'air et du caractère subjectif de l'impact des odeurs sur les personnes exposées, l'évaluation des odeurs qui a été effectuée permet difficilement, selon nous, de fixer adéquatement des objectifs d'atténuation qui pourraient permettre de rencontrer les attentes des citoyens.

Par ailleurs, il se peut que la réduction d'émission qui serait limitée à certains composés ciblés ne soit pas suffisante pour réduire significativement les odeurs perçues. À titre d'exemple, une étude de cas rapportée par des experts ontariens a démontré que la réduction spécifique des émissions de COV n'avait pas entraîné une réduction efficace des odeurs (Triebe, 2005).

Plusieurs réglementations concernant les odeurs exigent que la concentration-odeur à l'extérieur des limites de la propriété visée soit inférieure à 1 unité d'odeur par mètre

cube (u.o./m³). Cela correspond à la situation où 50% de la population ne sent pas l'odeur et où donc 50% de la population la sent. C'est le cas notamment de la Communauté urbaine de Montréal, et quelques règlements municipaux ou d'états aux États-Unis. C'est la recommandation qu'ont formulée des experts de l'INSPQ au ministère de l'Environnement dans leurs *Commentaires sur le projet de règlement modifiant le Règlement sur la qualité de l'atmosphère* en 2001 (Leclerc et coll., 2001). Nous sommes d'avis que l'application d'une telle norme constitue la meilleure approche de protection de la population contre les émissions d'odeurs.

4.2 LE RISQUE TOXICOLOGIQUE

4.2.1 Discussion sur le risque toxicologique

4.2.1.1 Limites générales de l'analyse de risque toxicologique

Il existe plusieurs limites dans l'évaluation des effets toxicologiques potentiels à la santé des citoyens résidant près de l'usine Baronet. L'énoncé de ces limites dans cette section ne sert pas à invalider l'exercice effectué par le TAGA et les experts du MDDEP, mais bien à offrir une meilleure compréhension des données obtenues et de leur interprétation.

Tout d'abord, l'échantillonnage par le TAGA a été réalisé sur une période de quatre jours soit du 5 au 8 juillet 2004. En fait, il est difficile d'établir si cette période est représentative des autres conditions qui prévalent le reste de l'année, et ce, tant au niveau des activités de production de l'usine (influence sur les concentrations des contaminants mesurées) que des conditions météorologiques (influence sur la dispersion de ces mêmes substances). Ainsi, considérant que le niveau d'activité de l'usine n'a pas été répertorié au moment des prélèvements du TAGA, il s'avère difficile d'établir un lien avec les concentrations enregistrées.

4.2.1.2 Détermination des concentrations extrapolées

Le TAGA ne peut mesurer les concentrations de contaminants sur de longues périodes de temps. Contrairement à une station permanente d'échantillonnage, les données du TAGA sont des mesures d'exposition recueillies sur une période de temps plus brève. Dans le cas présent, les mesures obtenues portent sur des périodes de temps qui varient de quelques minutes à quelques heures.

Les analyses ont été effectuées soit en lecture instantanée (vitesse réduite lors de patrouille), soit en position stationnaire (moyennes sur 4 à 60 minutes). Ainsi, ces

mesures représentent des pics de concentration qui peuvent varier dans le temps et dans l'espace. D'ailleurs, pour plusieurs substances comme par exemple l'acétone, on note des variations importantes lors des mesures en position stationnaire.

Par ailleurs, le rapport ne présente aucune donnée sur la concentration moyenne des émissions de l'usine sur une période de 24 ou 48 heures. De plus, certaines données présentent des moyennes avec les variations des mesures obtenues mais les certificats d'analyse n'apparaissent pas au rapport qui nous a été remis.

Il faut souligner que pour évaluer les effets potentiels à long terme sur la santé, des extrapolations ont été faites à partir des concentrations maximales mesurées sur de courtes périodes de temps (60 minutes ou moins). On a appliqué à ces moyennes des facteurs de conversion fournis par des experts du MDDEP pour obtenir des mesures extrapolées sur 24 heures et 1 an. Aussi, cet exercice apporte un niveau d'incertitude non négligeable dans l'évaluation des effets à la santé. Ceci est particulièrement important à prendre en compte dans l'évaluation des effets potentiels à la santé susceptibles de survenir après plusieurs années d'exposition.

4.2.1.3 Détermination des seuils de référence

Pour plusieurs des substances mesurées par le TAGA, aucun critère de qualité d'air n'est disponible. Aussi, pour pallier à ce manque, les experts du MDDEP ont fait l'exercice de déterminer des seuils de référence pour les expositions aiguës et chroniques en utilisant principalement des critères pour les travailleurs et en y appliquant des facteurs de sécurité. Souvent, les limites d'exposition choisies proviennent d'organismes américains. Néanmoins, plusieurs d'entre elles concordent avec les valeurs réglementaires québécoises de santé au travail. Par ailleurs, pour certaines substances pour lesquelles aucune limite d'exposition n'est disponible, les experts ont déterminé des seuils de référence à partir de seuils de substances appartenant à la même famille chimique.

Ainsi, pour les vingt-cinq substances ou groupes de substances, la DSEE a été en mesure de fixer un seuil pour la moitié d'entre elles soit douze seuils de référence pour les effets aigus et douze pour les effets chroniques. De plus, cet exercice de détermination de seuils de référence, à partir de diverses valeurs d'exposition, contribue à ajouter une incertitude supplémentaire à l'évaluation des effets potentiels à la santé des citoyens. Elle présente néanmoins l'avantage de pouvoir avancer une évaluation sommaire du risque à la santé de la population pour de telles expositions.

Comme il semblait plausible de penser à un effet additif des substances entre elles, les experts du MDDEP ont également évalué, pour chaque famille de composés impliqués, un indice nommé somme des rapports concentration/seuil. Une valeur supérieure à 1 de cet indice indique un dépassement global des seuils de référence. Les tableaux III à VI font état des résultats obtenus pour les différentes substances mesurées par le TAGA, du seuil de référence retenu pour chacune d'elle et de l'indice concentration/seuil. Cependant, la présence simultanée de plusieurs substances peut interférer avec le métabolisme de certaines soit par un effet synergique, soit par un effet antagoniste.

4.2.1.4 Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les cétones

Pour l'acétone, la concentration/seuil sur vingt-quatre heures est de 2,05 (tableau III). En conséquence, la concentration maximale d'acétone mesurée par le TAGA pourrait être responsable de certains effets aigus de type irritatif. Pour les effets chroniques, la concentration/seuil calculée pour l'acétone est de 0,06 (tableau III). Dans ce contexte, les effets chroniques à la santé associés à l'acétone sont peu probables.

Pour le diisobutylcétone, le méthyléthylcétone et le méthylisobutylcétone, considérant que tous les rapports concentration/seuil sont inférieurs à 1 (tableau III), les effets aigus et chroniques à la santé sont peu probables dans ce contexte.

Pour caractériser les effets chroniques à la santé, le MDDEP n'a pas retenu comme seuils les quelques critères de qualité de l'air existants pour certaines substances et ce, pour des raisons d'harmonisation. En effet, ceux-ci n'existent seulement que pour quelques substances et une analyse n'aurait pas été possible pour les autres. Aussi, les professionnels du MDDEP ont fait le choix d'analyser les concentrations des substances sur une même base comparative en utilisant uniquement les concentrations maximales extrapolées. Cependant, en tenant compte de ces critères de qualité de l'air, l'analyse aurait pu être différente. En effet, certains de ces critères de qualité d'air, lorsqu'ils sont disponibles, peuvent être plus sévères que les seuils déterminés par la DSEE. Par exemple, au tableau III, on note pour l'acétone un seuil pour 1 an et plus de $1\,800\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ alors que le critère de qualité de l'air du MDDEP est de $100\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ainsi, au lieu d'obtenir une concentration/seuil de 0,06, on aurait obtenu une concentration/seuil de 1. Il en est de même pour le méthyléthylcétone (également de la famille des cétones) dont le seuil retenu par la DSEE à $1\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ alors que le critère de qualité du MDDEP est de $500\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ainsi, au lieu d'obtenir une concentration/seuil de 0,02, on aurait obtenu une concentration/seuil de 0,04. Avec cette analyse, la somme des rapports concentration/seuil aurait été de 1,12 au lieu de 0,16. Dans ce contexte, on aurait pu conclure à certains effets possibles des cétones sur la santé à long terme.

Par ailleurs, à titre de comparaison, les concentrations d'acétone du milieu industriel de Pointe-aux-Trembles sur l'île de Montréal ont une moyenne annuelle de $3,81\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ et de $10,78\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures. (MDDEP, [En ligne]). Les valeurs d'acétone extrapolées autour de l'usine Baronet sont de $100\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour 1 an et de $4\,865\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour 24 h. Ces valeurs sont comparativement beaucoup plus élevées que celles en milieu industriel métropolitain.

4.2.1.5 Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les éthers de glycol

Considérant que tous les rapports concentration/seuil sont inférieurs à 1 pour le 2-butoxyéthanol, le PGME et PGMEA (tableau IV), les effets aigus et chroniques à la santé sont peu probables.

De même, considérant que les sommes des rapports concentration/seuil pour la famille des éthers de glycol pour 24 heures et pour 1 an et plus sont inférieures à 1 (tableau IV), les effets aigus et chroniques à la santé sont peu probables dans ce contexte.

On note également pour cette famille de substances, tout comme pour les cétones, que les critères de qualité d'air proposés par le MDDEP pour ces substances, lorsque disponibles, sont inférieurs aux seuils utilisés par la DSEE. Par exemple (et sans être exhaustif), mentionnons que le seuil retenu pour le PGME est de 2 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comparativement au critère du MDDEP qui est de 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cependant, contrairement à la famille des cétones, l'utilisation des critères de qualité d'air du MDDEP n'aurait pas changé suffisamment la somme des rapports concentration/seuil pour que l'analyse soit différente de celle qu'a faite la DSEE sur les effets chroniques à la santé des éthers de glycol.

4.2.1.6 Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les alcools

Considérant que tous les rapports concentration/seuil sont inférieurs à 1 pour l'éthanol, l'isopropanol et le méthanol (tableau V), les effets aigus et chroniques à la santé sont peu probables.

De même, considérant que les sommes des rapports concentration/seuil pour la famille des alcools sont inférieures à 1, les effets aigus et chroniques à la santé sont peu probables dans ce contexte.

De même que pour les éthers de glycol, on note également pour les alcools que les critères de qualité d'air proposés par le MDDEP pour ces substances, lorsque disponibles, sont inférieurs aux seuils utilisés par la DSEE. Par exemple (et sans être exhaustif), mentionnons que le seuil retenu pour l'isopropanol et le méthanol sont respectivement de 2 340 et 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comparativement aux critères du MDDEP qui sont de 785 et 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cependant, contrairement à la famille des cétones, l'utilisation des critères de qualité d'air du MDDEP n'aurait pas changé suffisamment la somme des rapports concentration/seuil pour que l'analyse soit différente de celle qu'a faite la DSEE sur les effets chroniques à la santé des alcools.

4.2.1.7 Concentrations maximales extrapolées, seuils de référence retenus et concentration/seuil pour les esters

Considérant que tous les rapports concentration/seuil sont inférieurs à 1 pour l'acétate d'amyle, l'acétate de n-butyle et d'isobutyle, l'acétate d'éthyle, l'isobutyrate d'isobutyle, et le 3-éthoxypropionate d'éthyle (tableau VI), les effets aigus et chroniques à la santé sont peu probables.

De même, considérant que les sommes des rapports concentration/seuil pour la famille des esters sont inférieures à 1, les effets aigus et chroniques à la santé sont peu probables dans ce contexte.

De même que pour les alcools, on note également pour les esters que les critères de qualité d'air proposés par le MDDEP pour ces substances, lorsque disponibles, sont inférieurs aux seuils utilisés par la DSEE. Par exemple (et sans être exhaustif), mentionnons que le seuil retenu pour l'acétate d'éthyle est de $950 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comparativement au critère du MDDEP qui est de $3\,430 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cependant, contrairement à la famille des cétones, l'utilisation des critères de qualité d'air du MDDEP n'aurait pas changé suffisamment la somme des rapports concentration/seuil pour que l'analyse soit différente de celle qu'a faite la DSEE sur les effets chroniques à la santé des esters.

4.2.2 Évaluation du risque toxicologique

Malgré les limites énumérées précédemment, l'étude des données disponibles produites par le TAGA et les experts du MDDEP fournit tout de même certaines indications utiles sur le niveau de risque à la santé pour la population exposée aux contaminants de l'usine Baronet et qui sont présentées ici.

Sommairement, la majorité des résultats, obtenus des analyses d'air du TAGA, sont inférieurs aux « seuils de référence » de ces mêmes substances. Parmi les substances mesurées, l'acétone a des concentrations qui dépassent, en certaines occasions, le seuil de référence. Ces observations pourraient expliquer une partie des symptômes de type irritatif ressentis par les citoyens. Mais encore ici, il est important de mentionner que ce calcul a été réalisé à partir d'une valeur maximale et non à partir d'une concentration moyenne. Cette valeur maximale ne représente possiblement pas la réalité comme en témoigne la grande variabilité des valeurs dans le temps (voir le rapport du TAGA). Aussi, les résultats obtenus présentent un scénario qui dépasse fort probablement les résultats réels.

Ainsi, d'un point de vue toxicologique, le risque d'effets chroniques pour les personnes exposées semble faible selon les données disponibles à ce jour. Cependant, les citoyens éprouvent des symptômes d'irritation des membranes muqueuses au niveau des yeux et des voies respiratoires. Il est plausible que ces symptômes puissent être liés à des dépassements occasionnels des seuils de référence de certaines substances comme l'acétone. De plus, l'effet additif probable de plusieurs des produits identifiés et diverses interactions possibles entre certaines substances pourraient aussi expliquer ces effets. D'autre part, des symptômes généraux comme la fatigue, des maux de tête, de l'épuisement, la perturbation et le manque de sommeil, des tensions et de l'irritabilité pourraient être davantage liés au bruit et aux effets des odeurs.

Il est néanmoins difficile de statuer définitivement sur les effets à la santé des personnes exposées à cause, entre autres, des incertitudes nommées précédemment.

4.3 LE RISQUE RELATIF AU LE BRUIT

4.3.1 Discussion sur le bruit

4.3.1.1 Le bruit communautaire

Dans le contexte du présent avis, le bruit communautaire, autrement appelé bruit dans l'environnement, est défini comme l'ensemble des sons indésirables créés par les activités dans une communauté et qui sont perçus par les citoyens en dehors de leur milieu de travail. Un tel type de bruit peut provenir de sources aussi diverses que des habitudes de vie urbaine (tondeuses, musique, etc.), des activités de transport ou des activités industrielles et commerciales.

Consigné aux rapports d'inspection, la soufflerie de l'usine a été identifiée lors de chaque mesure comme source de bruit tandis que la circulation automobile sur la rue Notre-Dame, selon les occasions, a été identifiée comme source additionnelle de bruit. D'autres événements générateurs de bruit comme par exemple le signal de marche arrière de camions ou de chariots élévateurs, des bruits impulsifs provenant de l'usine Baronet, le passage d'automobiles à proximité du sonomètre ou les cloches de l'église paroissiale ont aussi été notés à l'occasion.

Les sources de bruit n'étant pas que continues comme la soufflerie mais étant aussi fluctuantes selon les activités qui se déroulent tant à l'usine que dans le voisinage, les niveaux de bruit exprimés en niveaux moyens équivalents ($L_{Aeq\ 20\ min.}$) ne reflètent pas complètement à eux seuls la nuisance réelle occasionnée aux résidents. Ils permettent néanmoins de se faire une bonne idée de la charge moyenne de l'environnement sonore. Les niveaux maximums de bruit, sur une base de 60 secondes ($L_{Aeq\ 60\ sec.}$), et les pointes de bruit constituent d'autres manières d'exprimer le bruit afin de mieux en saisir la nuisance occasionnée.

4.3.1.2 Les effets du bruit sur la santé

Le bruit communautaire peut avoir des effets sur la santé et la sécurité des individus en affectant différents systèmes de l'organisme humain. Les mécanismes d'atteinte auditive associés au bruit sont parmi les mieux documentés scientifiquement. Le bruit provoque aussi diverses réactions physiologiques et psychologiques pouvant affecter d'autres systèmes que le seul système auditif. Du fait de l'étroite interconnexion des différentes voies nerveuses chez l'humain, les messages acoustiques atteignent indirectement d'autres centres nerveux et entraînent des réactions au niveau de d'autres fonctions biologiques ou physiologiques (Anfosso-Lédée et coll. 2004).

L'OMS a d'ailleurs élaboré ses propres valeurs guides relatives au bruit dans l'environnement. Le tableau IX fait ressortir quelques effets nocifs sur la santé en fonction des niveaux de bruit.

Tableau IX
Effets critiques sur la santé associés au bruit dans les collectivités
selon les niveaux et en fonction de l'environnement récepteur

Environnement spécifique	Effet(s) critique(s) sur la santé	L_{Aeq}^* (dBA)	Base de temps (heures)	L_{Amax}^* (dB)
Zone résidentielle extérieure	Gêne sérieuse pendant la journée et la soirée	55	16	-
	Gêne modérée pendant la journée et la soirée	50	16	-
Intérieur des logements	Intelligibilité de la parole et gêne modérée pendant la journée et la soirée	35	16	-
Chambres à coucher (intérieur)	Perturbation du sommeil, la nuit	30	8	45
A l'extérieur des chambres à coucher	Perturbation du sommeil, fenêtre ouverte (valeurs à l'extérieur)	45	8	60

Tiré et adapté de : Berglund, Lindvall et Schwela. Guidelines for Community Noise. Geneva, World Health Organization, 1999, p. 65.

➤ Impacts auditifs

La perte d'audition est le mieux connu des problèmes de santé lié au bruit. Dépendant principalement de l'intensité du bruit, sa fréquence et sa durée, les pertes d'audition se rencontrent généralement en milieu de travail plutôt que dans l'environnement résidentiel. Par exemple, l'OMS mentionne qu'une exposition pendant 24 heures à un niveau moyen jusqu'à 70 dBA ne devrait pas provoquer de déficit auditif en autant qu'il n'y a pas de bruits impulsifs de pression acoustique supérieure à 120 décibels pour les enfants et à 140 décibels pour les adultes. Par ailleurs, un organisme comme l'Environmental Protection Agency des États-Unis estime à un maximum de 75 dBA, pour une exposition quotidienne de 8 heures, le niveau sécuritaire moyen d'exposition continue durant toute une vie pour protéger les travailleurs contre une perte auditive. Notons cependant que certaines expositions à des bruits environnementaux excessifs (ex. : fréquentation de discothèques ou de bars, pratique de sports bruyants) peuvent entraîner une perte d'audition significative.

➤ Perturbation du sommeil

Les troubles significatifs du sommeil sont une des conséquences les plus importantes du bruit communautaire. Les principales facettes de la perturbation du sommeil sont la difficulté à s'endormir, les réveils, les changements de phase et les altérations dans la profondeur du sommeil. En fait, le bruit a un impact non seulement sur la quantité de sommeil mais aussi sur sa qualité. Le sommeil occupe en moyenne un tiers de notre vie. Un sommeil ininterrompu est un préalable au bon fonctionnement physiologique et mental chez l'humain puisque des conséquences peuvent être constatées les

lendemain d'expositions nocturnes au bruit. Une diminution de la durée ou de la qualité du sommeil peut entraîner des conséquences sur la santé physique et psychologique des individus dont entre autres, la somnolence diurne, la fatigabilité, une baisse de performance au travail, des difficultés de mémoire, des problèmes de concentration, et même possiblement une augmentation d'accidents domestiques.

Déjà en 1980, l'OMS indiquait que des bruits moyens de 40 dBA sont susceptibles de perturber le sommeil chez 10% de la population tandis que des bruits de 70 dBA sont susceptibles de perturber le sommeil chez 60% de celle-ci. Ces mêmes niveaux de bruit sont susceptibles d'entraîner le réveil chez respectivement 5% et 30% de la population (Lévesque et Gauvin, 1996).

Par ailleurs, Il suffit d'un petit nombre de bruits soudains avec un niveau acoustique relativement élevé par rapport au bruit ambiant pour affecter le sommeil. Aussi, selon l'OMS, les personnes d'âge moyen et les aînés seraient plus affectés (Lévesque et Gauvin, 1996) et les femmes plus que les hommes (Berglund et Lindvall, 1995)

➤ **Impacts sur la communication et l'apprentissage**

Dépendant de son intensité et du contexte, le bruit peut entraîner une gêne de la communication en nuisant à la bonne compréhension des paroles de l'interlocuteur. Dans une classe, le bruit élevé peut nuire à l'apprentissage des élèves et à leur rendement scolaire. La lecture, l'attention, la résolution de problèmes et la mémorisation sont parmi les effets cognitifs affectés par le bruit. Par analogie, il est plausible de postuler que ces effets peuvent aussi être rencontrés à la maison durant la période consacrée aux devoirs.

À titre indicatif, l'OMS mentionne, dans ses lignes directrices, que le niveau de bruit de fond ne devrait pas excéder 35 dBA dans une salle de classe pour une perception claire du langage en considérant un niveau de voix de 50 dBA.

➤ **Nuisance et gêne et irritation (« annoyance ») et qualité de vie**

L'effet subjectif le plus répandu relié au bruit est la nuisance (ou gêne). Selon l'OMS, la gêne est une sensation de désagrément, de déplaisir provoquée par un facteur de l'environnement (ex : le bruit) dont l'individu ou le groupe connaît ou imagine le pouvoir d'affecter sa santé (Anfosso-Lédée et coll. 2004). Cette nuisance entraîne dans son sillage un sentiment de contrariété. En plus que le bruit est souvent perçu comme une intrusion dans la vie privée des gens, les individus affectés croient foncièrement que l'agression sonore dont ils sont victimes pourrait facilement être évitée ou amoindrie.

À titre d'exemple, les signaux de marche arrière utilisés par certains équipements mobiles sont reconnus comme contribuant au niveau de bruit environnemental. (Wilkins et Martin, 1978).

Des études menées en Australie font ressortir que le pourcentage d'individus gênés sérieusement par le bruit commence à partir de 42 dBA tandis que 9% des répondants se disant gênés sérieusement par le bruit affirmaient être devenus agressifs en raison de l'intensité et de la nature du bruit. Ces études mettent aussi en lumière que les

plaintes des citoyens affectés par le bruit communautaire sous-estiment la gêne ou la nuisance réellement ressentie (EnHealth Council, 2004).

La gêne sérieuse causée par le bruit environnemental constitue une nuisance réelle et un facteur important de perte de qualité de vie.

➤ **Effets cardiovasculaires**

Le bruit est aussi, sans contredit, considéré comme une source de stress. La modification du rythme cardiaque et de la tension artérielle chez les personnes exposées en sont des expressions connues. Dans plusieurs études menées en laboratoire et exposant des personnes au bruit, des augmentations du taux d'hormones reliées au stress ainsi que des changements dans le débit de circulation sanguine, dans la pression sanguine et dans le rythme cardiaque ont été constatés (Babisch, 2006).

Il est difficile de départager la contribution provenant du bruit environnemental de celle provenant du bruit en milieu de travail. Cependant, des études récentes menées dans des quartiers bruyants ont trouvé un risque relatif significativement plus élevé d'hypertension chez les personnes vivant dans des environnements sonores de 65-70 dBA (EnHealth Council, 2004).

De plus, lors d'une récente revue de littérature, 61 études épidémiologiques ont été évaluées concernant la relation existante entre le bruit des transports et les effets cardiovasculaires (Babisch, 2006). Pour des niveaux de bruit supérieurs à 60 dBA pendant le jour, le risque d'infarctus du myocarde augmente graduellement avec des risques relatifs variant entre 1,1 et 1,5 par rapport à des niveaux de bruit inférieurs ou égaux à 60 dBA; le risque relatif se situant notamment à 1,2 pour un niveau de 71-75 dBA.

Ainsi, il semble de plus en plus démontré qu'une exposition répétée à des niveaux de bruit élevés puisse être liée à une augmentation de la fréquence des maladies cardiovasculaires.

➤ **Autres impacts**

Les connaissances scientifiques actuelles sont en plein développement et tendent à laisser suspecter que d'autres effets du bruit existent vraiment comme ceux sur le système endocrinien, sur le système immunitaire, sur la consommation de médicaments, sur le risque d'accidents domestiques (LARES cité par Rodrigues, 2005) ou encore sur la santé mentale.

4.3.1.3 Contexte réglementaire et normatif

La Loi des cités et villes permet aux municipalités du Québec de promulguer des règlements en matière de limitation du bruit. À cet égard, la ville de Sainte-Marie possède un règlement sur les nuisances dont l'article 8 porte sur le bruit. Par exemple,

l'alinéa a de cet article stipule que « ...le fait de causer tout bruit, de quelque manière que ce soit, de nature à troubler la paix, le bien-être, le confort ou la tranquillité d'une ou de plusieurs personnes du voisinage...constitue une nuisance et est prohibé » (Ville de Sainte-Marie, 2003). Au même alinéa, le fait de « ...causer tout bruit, de nature à porter atteinte à la jouissance du droit d'occupation d'un ou des propriétaires, locataires ou occupants des immeubles voisins...constitue aussi une nuisance et est prohibé » (Ville de Sainte-Marie, 2003).

Les dispositions de ce règlement sont principalement de type qualitatif car elles ne spécifient généralement pas de seuils limites quantifiés. Cependant, quant à lui, l'alinéa p de l'article 8 est de type quantitatif. Il spécifie qu'en zone industrielle, l'exploitant de tout établissement ne devrait pas émettre un bruit perçu à l'extérieur de ses limites de propriété à un niveau moyen, basé sur 15 minutes, supérieur à 70 dBA.

Par ailleurs, l'article 20 de la Loi sur la qualité de l'environnement considère le bruit comme une source de contamination dont l'émission excessive est interdite. Afin de circonscrire la notion d'émission excessive de bruit, le MDDEP a rédigé la note d'instruction 98-01 indiquant les niveaux sonores maximums acceptables selon le zonage et la période de la journée (voir tableau X). Ainsi, par exemple, le niveau sonore maximum devrait être de 45 dBA le jour et de 40 dBA la nuit en tout temps et en tout point de réception du bruit dans un territoire destiné à des habitations unifamiliales. Il est à noter qu'une bonne partie de la zone à l'étude est constituée de bâtiments résidentiels unifamiliaux.

Tableau X
Résumé des critères de limitation du bruit
selon la note d'instruction 98-01 du MDDEP

Niveaux sonores maximums en fonction du zonage		
Zonage	Nuit dBA	Jour dBA
Résidentiel unifamilial	40	45
Résidentiel multi-logements	45	50
Commercial ou parc récréatif	50	55
Industriel	70	70

Outre les critères du MDDEP, différentes valeurs guides servent à évaluer le bruit communautaire.

Au niveau international, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a identifié dans ses valeurs guides relatives au bruit environnemental, des niveaux à respecter afin de prévenir certains effets nocifs sur la santé comme, par exemple, la perturbation du sommeil. À cet égard, l'OMS indique que des épisodes de réveil ont été observés chez des personnes exposées à des événements sonores ponctuels de 45 dBA ou moins. Conséquemment, il devient important de limiter le nombre de tels événements sonores de pointe. En ce qui a trait à la protection du sommeil, les valeurs guides de l'OMS suggèrent de tenir compte de la combinaison du bruit moyen et de l'occurrence de bruits ponctuels. Ces valeurs guides sont aussi élaborées tant pour l'extérieur des chambres à coucher que pour l'intérieur de ces dernières.

Ainsi, afin d'éviter la perturbation du sommeil, on ne devrait pas dépasser un niveau acoustique moyen de 45 dBA sur 8 heures ni rencontrer de pointes de plus de 60 dBA à l'extérieur des chambres à coucher. On ne devrait pas non plus dépasser un niveau acoustique de 30 dBA sur 8 heures ni rencontrer de pointes de bruit de 45 dBA à l'intérieur de chambres à coucher. Il faut donc tenir compte que, même si le bruit moyen total s'avère relativement peu élevé, un nombre limité d'événements sonores ponctuels de niveau acoustique élevé peuvent affecter le sommeil. Il faut aussi tenir compte que le facteur d'atténuation du bruit que peut procurer un bâtiment s'estompe dès que les fenêtres sont ouvertes, même partiellement.

D'autres valeurs guides élaborées par l'OMS indiquent que pour prévenir une gêne sérieuse pendant la journée, un niveau moyen de 55 dBA, sur une base de 16 heures, dans l'environnement extérieur d'une zone résidentielle ne devrait pas être dépassé.

Parmi d'autres organismes intéressés par la réduction des effets du bruit, la Société canadienne d'hypothèques et de logements (SCHL) a adopté des critères concernant la construction d'habitations en fonction des niveaux sonores ambiants. Ainsi, par exemple, la SCHL considère que des niveaux de bruit extérieur entre 55 dBA et 75 dBA entraînent des conditions à l'intérieur des habitations qui sont inacceptables à moins d'une insonorisation adéquate particulière. Toujours selon la SCHL, des niveaux de bruit extérieur entre 45 dBA et 55 dBA peuvent aussi causer certains inconvénients mais les conditions devraient être acceptables en autant que les habitations répondent aux différentes normes actuelles de construction résidentielle.

4.3.2 Évaluation du risque pour le bruit

Les niveaux moyens de bruit mesurés ainsi que les pointes de bruit observées constituent une réelle nuisance susceptible d'incommoder le repos, le confort, et le bien-être du voisinage de l'usine Baronet. Ils peuvent entraîner des impacts négatifs sur la santé de la population la plus rapprochée de l'usine Baronet.

Cependant, les niveaux moyens de bruit mesurés ainsi que les pointes de bruit observées dans la zone résidentielle à l'étude ont une intensité qui ne devrait pas affecter directement l'audition.

Selon les circonstances (ex : niveau d'activité à l'usine Baronet, climat extérieur, proximité ou éloignement de la source de bruit), la perturbation du sommeil, avec tous les problèmes directs et indirects que cela peut occasionner, représente l'effet négatif sur la santé le plus susceptible d'être expérimenté par les citoyens de la zone à l'étude.

En effet, les niveaux moyens mesurés la nuit oscillent entre 50 dBA et 55 dBA tandis que des niveaux maximums, basés sur 60 secondes, ont été mesurés jusqu'à tout près de 70 dBA et des pointes de bruit ont été observées à plus de 90 dBA.

Le nombre de personnes susceptibles d'être affectées par la perturbation de leur sommeil demeure difficile à déterminer à partir des renseignements actuels. Il faut, par exemple, tenir compte de plusieurs facteurs dont celui de l'atténuation du bruit en fonction de la distance de la source de bruit ou en fonction des matériaux entre la

source et le récepteur. Quoi qu'il en soit, le risque de perturbation du sommeil s'intensifie et pose vraisemblablement davantage problème durant la saison clémente lorsque les résidents sont plus enclins à ouvrir les fenêtres durant la nuit. La situation devient alors susceptible d'affecter un plus grand nombre de personnes.

En tenant compte des niveaux mesurés en période diurne, il est possible d'affirmer que les niveaux moyens de bruit, en plus des niveaux maximums et des bruits ponctuels, sont susceptibles d'entraîner une gêne significative dans le voisinage de l'usine Baronet. Cette gêne peut par ailleurs se transformer en problèmes plus marqués dans un contexte où on a noté la présence d'enfants gardés en milieu familial. Ainsi, des problèmes de communication, d'écoute et d'apprentissage pourraient être rencontrés en raison du manque de quiétude dans le secteur rapproché de l'usine Baronet.

4.4 LE RISQUE RELATIF AUX PARTICULES

4.4.1 Discussion sur les particules

Les données disponibles sur l'émission des matières particulaires à la cheminée ne sont pas utiles pour évaluer l'impact à la santé des citoyens habitant ce secteur. Néanmoins, il nous semble important de tenter de quantifier l'impact de ce contaminant sur la santé de la population.

En effet, la littérature médicale est abondante sur les effets à la santé de la pollution atmosphérique de l'air due aux particules. Parmi les principaux effets, on note une augmentation de la mortalité et une augmentation de la morbidité d'origine respiratoire et cardio-vasculaire. On note également d'autres effets tels une diminution de la fonction respiratoire, des bronchites, l'absentéisme, la restriction des activités et l'augmentation des coûts en médicaments (Santé Canada, 1998) (Lajoie, 1997).

Finalement, en ce qui a trait au niveau de référence pour les matières particulaires, il est important de souligner que « toute augmentation des matières particulaires dans l'air ambiant est associée à une augmentation statistique de la mortalité et des hospitalisations » (Santé Canada, 1998). Ainsi, il n'y a pas de seuil sécuritaire. Aussi, les effets à la santé causés par la présence de particules apparaissent au niveau rencontré dans l'air ambiant au Québec. Dans le cas présent, il faudrait déterminer la contribution de l'usine au bruit de fond.

4.4.2 Évaluation du risque pour les particules

A toutes fins pratiques, nous ne disposons d'aucune donnée nous permettant d'évaluer le risque à la santé dus à l'exposition à des particules pour les citoyens de ce secteur. Cependant, compte tenu des éléments mentionnés plus haut, il est probable que de

telles émissions puissent avoir un certain impact sur les citoyens exposés. Considérant les impacts potentiels à la santé, il aurait été souhaitable de procéder à des mesures nous permettant d'évaluer l'exposition des citoyens aux particules.

4.5 AUTRES CONSIDÉRATIONS

Dans cette section, nous abordons certains aspects qu'il est utile de considérer dans une évaluation du risque même s'ils n'ont pas fait l'objet d'une analyse quantitative (ou de mesures quantitatives). Les aspects psychosociaux sont tout d'abord traités suivis des expositions à des contaminants multiples.

4.5.1 Aspects psychosociaux

En 1948, l'OMS définissait la santé comme «un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » (OMS, 1948). Suite à la Conférence de Alma-Ata en 1978, l'OMS a élaboré davantage le concept en complétant ainsi : « que la santé [...] est un droit fondamental de l'être humain, et que l'accession au niveau de la santé le plus élevé possible est un objectif social extrêmement important qui intéresse le monde entier et suppose la participation de nombreux secteurs socioéconomiques autres que celui de santé » (OMS, 1978). Quant au concept de nuisance⁵, sa définition est très variable selon le pays, la province ou la municipalité concernée. Cependant, l'objectif commun à toutes les mesures de contrôle vise à prévenir ou à réduire l'atteinte à l'environnement par l'élément nuisible qui dégrade la qualité de vie des citoyens (Selmi et Manaster, 1989).

Comme en a pu en prendre connaissance précédemment, les citoyens qui résident à proximité de l'usine Baronet sont susceptibles d'être exposés dans leur environnement à des émissions (odeurs, bruit, poussières) qui peuvent potentiellement provoquer ou aggraver divers problèmes de santé et qui portent atteinte à leur bien-être. La perception des personnes touchées relativement à ces nuisances apparaît donc légitime et entraîne inévitablement un état de stress et d'anxiété dont l'impact psychologique est variable selon les individus. Ces impacts individuels n'ont pas été évalués dans le cadre de cet avis.

« [Par ailleurs,] il existe, entre autres, une distinction très nette entre le risque assumé par un individu [...] et le risque imposé contre sa volonté (exposition à un polluant). [...] Le risque imposé [...] est perçu comme un mépris de soi par un tiers et soulève souvent une résistance acharnée » (MSSS, 1999).

⁵ Sentiment de déplaisir associé à un « agent » ou à une condition considérée comme affectant négativement un individu ou un groupe (Lindvall, 1973).

Enfin la perception que les problèmes vécus ne sont pas réellement pris en compte active chez ces citoyens des sentiments d'iniquité, d'absence d'ouverture et que l'on n'accorde pas la primauté à la protection de la santé humaine, trois des principes directeurs de gestion des risques pour la santé (voir Annexe 1).

4.5.2 Expositions à des contaminants multiples

Les évaluations qui précèdent ont démontré que des citoyens qui habitent dans l'environnement de l'usine Baronet sont exposés simultanément à divers contaminants (odeurs, substances chimiques diverses, particules, bruit) tout en subissant des atteintes présumées d'ordre psychologique. Le fait que le risque qu'ils perçoivent pour leur santé leur est imposé contre leur volonté accentue un sentiment de mépris à leur endroit.

Bien qu'il soit plausible que l'impact de ces expositions simultanées de nature physique et psychologique puisse être cumulatif, nous ne pouvons en estimer l'effet global sur la santé des citoyens exposés.

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les citoyens qui résident à proximité de l'usine Baronet sont exposés à des émissions qui peuvent provoquer ou aggraver divers problèmes de santé voire de sécurité. L'analyse des données disponibles nous amène à conclure et à faire les recommandations suivantes.

5.1 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS SUR LES ODEURS

5.1.1 Conclusion sur les odeurs

On a démontré que lorsque l'Ipo a une valeur d'un ordre de grandeur de « 1 » dans les mesures des composés chimiques émis par Baronet, la perception de l'intensité et de l'inconfort pour les évaluateurs est nettement plus importante que si l'indice correspondait vraiment au seuil de perception. Nous sommes d'avis que compte tenu des divers facteurs soulevés précédemment, la perception chez les résidents vivants dans l'environnement immédiat de l'usine est sans doute encore plus importante.

Le caractère acceptable des odeurs tel que déterminé par un jury externe au milieu, bien que constituant un indicateur qualitatif de l'amélioration à apporter, peut donc difficilement constituer un critère de limite objective à atteindre.

Compte tenu de l'imprécision de la méthode d'évaluation des odeurs (principalement quant à l'échelle d'inconfort), nous sommes d'avis que lorsque l'intensité des odeurs atteindra des valeurs près de 1 de l'Ipo, elles seront encore perçues par une proportion importante de la population, et sans doute suffisamment pour provoquer des malaises chez certains.

En l'absence d'une analyse de l'impact odeur, le recours à un objectif de réduction des concentrations chimiques des substances odorantes nécessite, selon nous, l'application d'une marge de sécurité plus importante que celle proposée dans le rapport de la Direction du suivi de l'état de l'environnement.

5.1.2 Recommandations sur les odeurs

Considérant :

- qu'à la lumière des données de la documentation scientifique portant sur les odeurs environnementales, nous sommes d'avis que les odeurs émises par l'usine Baronet

sont susceptibles d'entraîner des effets négatifs sur la santé des personnes exposées ;

- que le projet de Règlement québécois sur l'assainissement de l'atmosphère ne réglementera pas les émissions d'odeurs mais uniquement les normes d'émission de contaminants dans l'air ambiant, notamment pour les peintures et les solvants ;
- qu'une réduction de l'émission de substances odorantes a peu de chance d'entraîner une réduction proportionnelle des odeurs ;
- que la position de santé publique qui a le plus de chance de succès en matière d'odeur est de limiter les émissions à une concentration inférieure à 1 uo/m³ à la limite de la propriété de l'émetteur ;
- que l'objectif de réduire les émissions d'odeurs pour les amener à un équivalent d'un lpo moyen de moins de 1, ne nous apparaît pas suffisant ;
- que la réduction à la source est l'intervention à privilégier.

La Direction de santé publique recommande :

- la mise en place, le plus rapidement possible, de mesures d'atténuation efficaces des odeurs provenant de l'entreprise ;
- comme proposition privilégiée, d'effectuer des mesures olfactométriques en utilisant une méthode analytique éprouvée et de viser un objectif d'émission d'odeurs correspondant à 1 uo/m³ à la limite de la propriété de l'entreprise⁶ ;
- à défaut de pouvoir réaliser la recommandation précédente, un objectif de réduction des concentrations ambiantes visant à ramener 90% des échantillons prélevés par le TAGA sous une valeur de l'ipo de 0,5. Une telle réduction, correspondant à une intensité et un degré d'inconfort exprimés comme étant faibles par les évaluateurs (Annexe 2, figures 3 et 4), aurait plus de chance de protéger la majorité des citoyens concernés des effets négatifs des odeurs sur leur santé.

5.2 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS SUR LES RISQUES TOXICOLOGIQUES

5.2.1 Conclusion sur les risques toxicologiques

En ce qui concerne les effets aigus à la santé, les citoyens éprouvent des symptômes d'irritation des membranes muqueuses au niveau des yeux et des voies respiratoires, il

⁶ Cet objectif pourrait se traduire, par exemple, par une réglementation adoptée par la municipalité. Le règlement pourrait prévoir des dépassements occasionnels des valeurs limites, par exemple pendant un pourcentage fixé d'heures dans l'année.

est plausible que ces symptômes puissent être liés à des dépassements occasionnels des seuils de référence de certaines substances comme l'acétone.

Pour les effets chroniques à la santé, le risque pour les personnes exposées semble faible selon les données disponibles à ce jour.

Néanmoins, il demeure difficile de porter un jugement définitif considérant les données disponibles et leurs limites. Une caractérisation plus poussée de l'exposition pourrait mener à une évaluation différente du risque toxicologique.

5.2.2 Recommandations sur les risques toxicologiques

Considérant :

- les incertitudes liées à l'analyse du risque toxicologique;
- les interactions complexes entre les différentes substances permettant difficilement de statuer sur leurs effets à la santé des citoyens, tant aigus que chroniques;
- que les citoyens éprouvent des symptômes tels des maux de tête, de l'irritation des yeux et des voies respiratoires supérieures;
- qu'il est plausible que certains de ces symptômes puissent être liés à des dépassements occasionnels des seuils de référence de certaines substances comme l'acétone.

La Direction de santé publique recommande :

- une réduction significative des émissions de l'usine comme intervention à privilégier en vue d'améliorer la qualité de l'environnement des citoyens.

5.3 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS SUR LE BRUIT

5.3.1 Conclusion sur le bruit

Les niveaux moyens de bruit mesurés, ainsi que les pointes de bruit observées provenant des activités de l'usine Baronet dépassent plusieurs des critères et valeurs guides élaborées par les autorités sanitaires et environnementales de différents paliers gouvernementaux ou d'organismes internationaux pour une protection adéquate de la santé humaine sous tous ses aspects.

En se basant sur les mesures de bruit disponibles, la revue de littérature et le contexte particulier, nous estimons que le bruit communautaire auquel sont exposées les personnes vivant dans la zone résidentielle voisine de l'usine Baronet porte atteinte à leur qualité de vie et potentiellement à leur santé. À notre avis, de tels niveaux de bruit constituent une nuisance inacceptable au repos, au confort et au bien-être de la population voisine de l'usine Baronet.

D'un point de vue de santé publique, ces niveaux de bruit sont suffisants pour entraîner des effets négatifs sur la santé comme la perturbation du sommeil avec toutes ses conséquences sur la santé et la sécurité.

5.3.2 Recommandations sur le bruit

Considérant :

- que l'usine Baronet fonctionne sur une base de 24 heures sur 24 et que ses terrains sont adjacents à une zone principalement résidentielle;
- que le bruit communautaire auquel sont exposées les personnes vivant dans la zone résidentielle voisine de l'usine Baronet est suffisamment élevé pour porter atteinte à leur qualité de vie et potentiellement à leur santé et à leur sécurité;
- que le climat sonore dans le quartier résidentiel autour de l'usine Baronet est susceptible d'entraîner des effets négatifs sur la santé comme la perturbation du sommeil qui, à son tour, peut entraîner une série d'autres effets différés y étant associés;
- que les niveaux de bruit mesurés dans le secteur de l'usine Baronet sont incompatibles avec la proximité de résidences;
- que plusieurs critères et valeurs guides relatives au bruit de différentes autorités sanitaires et gouvernementales sont dépassées;

- qu'il existe une réglementation municipale sur les nuisances dont un article (re : 8 a) énonce que le bruit ne doit pas constituer une nuisance et est prohibé;
- que la réduction du bruit à la source constitue l'intervention à privilégier avant toute autre série de solutions complémentaires.

La Direction de santé publique recommande :

- de poursuivre, voire augmenter, les efforts de réduction du bruit à la source. Ainsi, les gestionnaires de l'usine Baronet devraient être invités à analyser l'ensemble de leurs installations et procédures de travail afin d'identifier toutes les mesures additionnelles possibles pouvant réduire le nombre d'événements sonores, ainsi que l'intensité des bruits émis, particulièrement en période nocturne. Par exemple, il y aurait lieu d'évaluer la contribution des émissions de bruit se propageant par les portes et fenêtres ouvertes de leur établissement.
- de réduire la propagation du bruit résiduel qui n'aurait pas pu autrement être éliminé à la source. L'installation de silencieux, d'encoffrements ou d'écrans acoustiques sont des exemples de mesures pouvant avantageusement être utilisées.
- pour les alarmes de recul, tel que suggéré par Wilkins et Martin (1978), il faut dans certains cas considérer non seulement l'utilité et l'efficacité de ces signaux avertisseurs, mais aussi la gêne et l'irritation qu'ils causent. Pour réduire ces problèmes, il y aurait lieu de revoir la planification et la gestion des déplacements des véhicules munis de ces équipements dans la cour de l'usine, notamment au cours de la soirée et de la nuit, ou encore d'analyser la possibilité de recourir à d'autres systèmes de détection lors de manœuvres en marche arrière (ultrasons, électromagnétique (infrarouge, ...)).
- d'éviter le développement domiciliaire à proximité des zones bruyantes. En effet, tant et aussi longtemps que les activités de l'usine Baronet généreront un climat sonore supérieur aux valeurs guides et critères élaborés pour protéger la santé et le bien-être des personnes vivant en milieu résidentiel, les autorités municipales devraient éviter de favoriser le développement résidentiel dans le voisinage notamment.
- d'aménager le quartier de manière à maximiser l'effet d'atténuation du bruit que peut procurer l'environnement. Quoique d'une efficacité plutôt modeste, l'aménagement paysager (ex : végétation accrue, talus...) représente quand même un outil qui pourrait, après analyse par des experts et en complément des mesures d'atténuation du bruit à la source, contribuer à améliorer le climat sonore.
- d'améliorer la condition des habitations dans le secteur concerné afin de réduire le bruit comme cela se fait en maints endroits dans le monde dont notamment à proximité des aéroports. La municipalité de Sainte-Marie, en collaboration avec l'entreprise, devrait évaluer la pertinence de mettre en place un programme de soutien financier visant à améliorer l'isolation acoustique des résidences riveraines afin d'atténuer les effets du bruit. Un tel programme destiné aux résidents du quartier concerné viserait à leur permettre d'adapter sans frais leurs résidences (ex : améliorations au niveau de l'isolation acoustique, de la fenestration, climatisation, etc...).

- de réviser la réglementation municipale actuellement en vigueur à l'égard des nuisances et du bruit afin de préciser les interdictions dans l'objectif de mieux protéger ses citoyens en plus de leur assurer un meilleur bien-être.

Dans tous les cas, il nous apparaît fondamental que la municipalité de Sainte-Marie intensifie ses pourparlers avec l'usine Baronet, tout en y associant les citoyens, afin de trouver les solutions concrètes au problème de bruit que subissent les résidents du quartier concerné.

5.4 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS SUR LES PARTICULES

5.4.1 Conclusion sur les particules

Nous ne disposons d'aucune donnée nous permettant d'évaluer le risque à la santé dû à l'exposition à des particules pour les citoyens habitant les environs de l'usine Baronet.

5.4.2 Recommandations sur les particules

Considérant :

- l'absence de données valides pour évaluer l'impact de ce contaminant sur la santé des citoyens ;
- les impacts potentiels à la santé reliés à l'exposition à des particules ;
- qu'il n'existe pas d'effet seuil lors de l'exposition à des particules ;

La Direction de santé publique recommande :

- que des mesures pour les particules soient effectuées pour permettre d'évaluer le risque à la santé de ce contaminant pour les résidents de ce secteur;
- qu'entretemps, des interventions pour réduire les émissions des particules dans l'air ambiant soient mises en place.

5.5 CONCLUSION SUR D'AUTRES CONSIDÉRATIONS

Les plaintes acheminées à plusieurs reprises au DSP indiquent que la frustration et l'intolérance de citoyens face aux nuisances subies sont manifestes. L'équilibre fragile qui existait entre la présence de l'industrie dans un milieu principalement résidentiel, et l'acceptation sociale des résidents est de toute évidence chose du passé.

L'intensification des émissions jusque tard dans la nuit fait en sorte que les citoyens ne tolèrent plus les inconvénients autrefois jugés comme relativement acceptables. Des expositions multiples (substances chimiques diverses, odeurs, particules, bruit) ont probablement pour conséquence d'accentuer les effets à la santé et d'exacerber la perception de ces impacts.

ANNEXE 1

Synthèse des principes directeurs de gestion des risques pour la santé

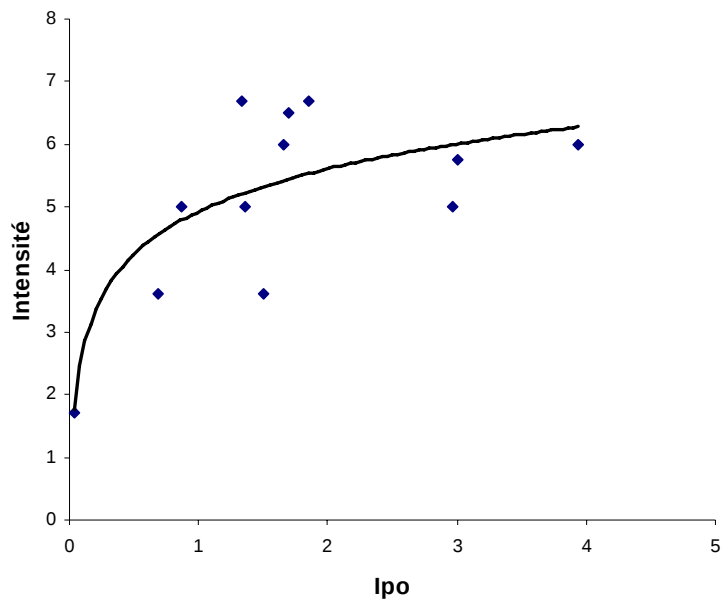
Appropriation de ses pouvoirs	La gestion des risques pour la santé publique doit favoriser le renforcement de la capacité des individus et des collectivités à prendre des décisions éclairées et à agir quant aux risques qui les concernent.
Équité	La gestion des risques par la santé publique doit garantir la juste répartition des bénéfices et des inconvénients des risques au sein des communautés.
Ouverture	La gestion des risques par la santé publique doit permettre aux parties intéressées et touchées de participer au processus afin qu'elles puissent exprimer leur point de vue, faire connaître leurs perceptions et leur préoccupations face à la situation, contribuer à la recherche de solutions et influencer les décisions de gestion.
Primauté de la santé humaine	La gestion des risques par la santé publique doit accorder la priorité à la protection de la santé humaine.
Prudence	La gestion des risques par la santé publique doit prôner la réduction et l'élimination des risques chaque fois qu'il est possible de ce faire et l'adoption d'une attitude vigilante face aux menaces éventuelles. Cette attitude peut s'exercer tant dans un contexte de relative certitude (prévention) que d'incertitude scientifique (précaution).
Rigueur scientifique	La gestion des risques par la santé publique doit être basée sur les meilleures connaissances disponibles, doit reposer sur des avis scientifiques d'experts issus de toutes les disciplines pertinentes, doit considérer les points de vue minoritaires et les opinions provenant de diverses écoles de pensées, et doit suivre une démarche structurée et systématique.
Transparence	La gestion des risques par la santé publique doit assurer un accès facile et le plus rapide possible à toutes les informations pertinentes pour les parties intéressées et touchées, tout en respectant les exigences légales de confidentialité

Source : Ricard et coll. 2003

ANNEXE 2

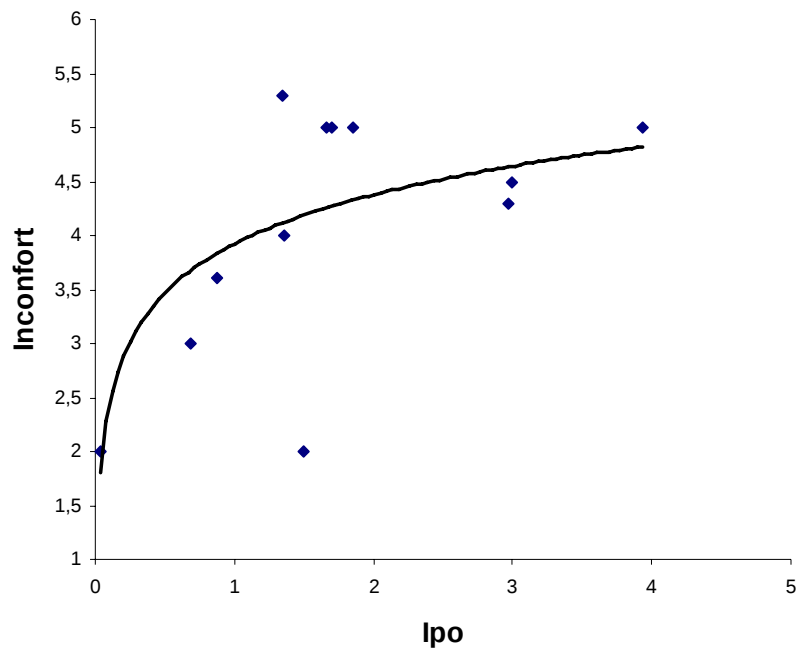
Courbes des relations entre l'Ipo et l'évaluation des odeurs

Figure 1
Relation entre l'indice de pouvoir olfactif (Ipo) et l'intensité de l'odeur (Ipo calculé à partir de la moyenne des concentrations mesurées)



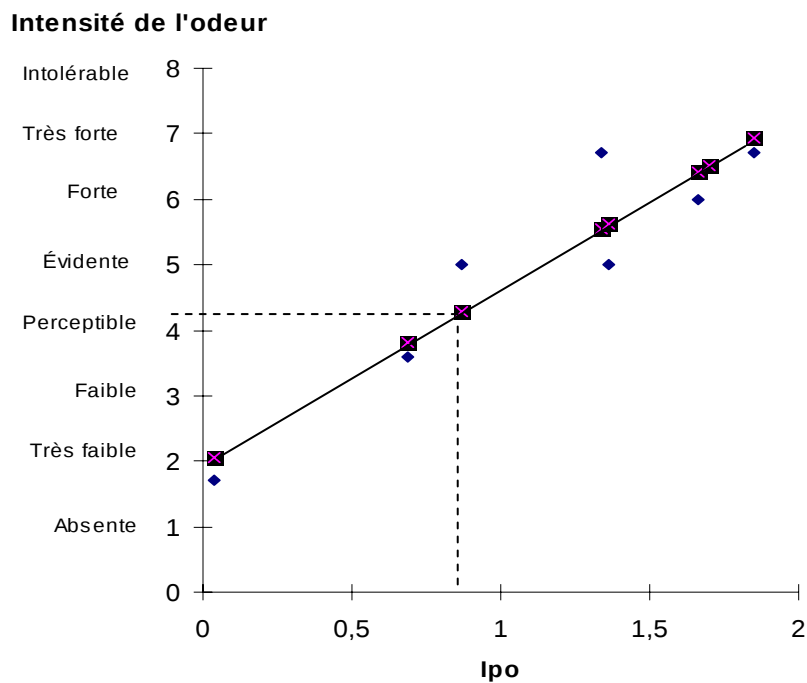
Source : Walsh, P., 2005; fig.2, p.54

Figure 2
Relation entre l'indice de pouvoir (Ipo) olfactif et l'inconfort
(Ipo calculé à partir de la moyenne des concentrations mesurées)



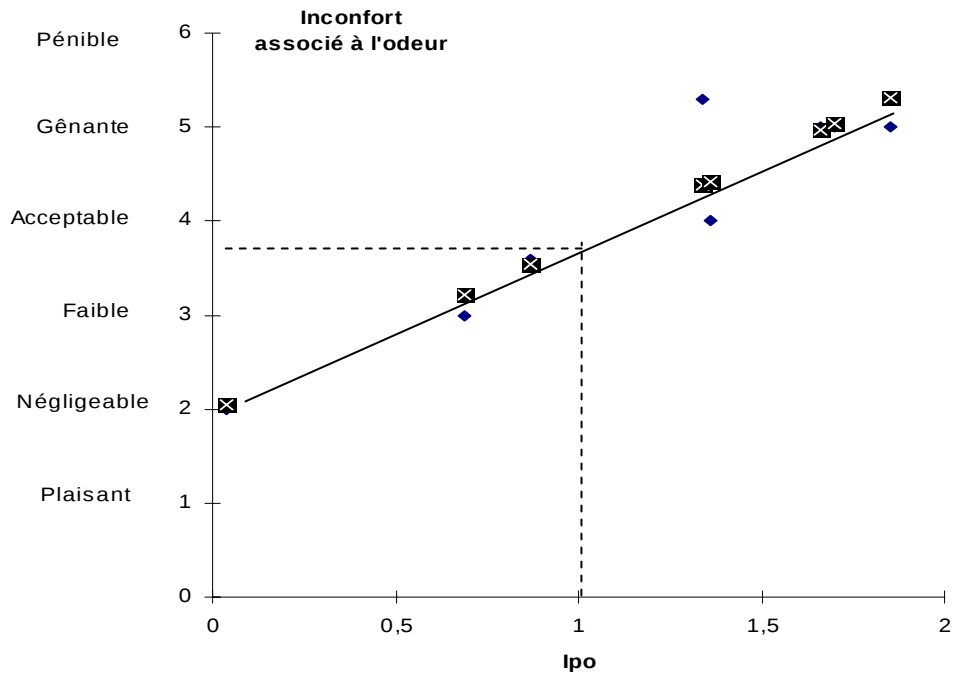
Source : Walsh, P., 2005; fig.3, p.55

Figure 3
Régression linéaire entre l'intensité de l'odeur et l'Ipo pour Ipo < 2
(Ipo calculé à partir de la moyenne des concentrations mesurées)



Source : Walsh, P., 2005; fig.4, p.56

Figure 4
Régression linéaire entre l'inconfort et l'Ipo pour Ipo < 2
(Ipo calculé à partir de la moyenne des concentrations mesurées)



Source : Walsh, P., 2005; fig.5, p.57

ANNEXE 3

Effets sur la santé reliés à l'exposition à des odeurs environnementales

Chapitre 19

Odeurs

Benoit Gingras, Christophe Guy, Thierry Pagé.

- 1. Introduction**
- 2. Principales sources d'odeurs environnementales**
- 3. Populations touchées**
- 4. Caractéristiques de l'exposition aux odeurs**
 - 4.1 Perception des odeurs
 - 4.2 Métrologie
 - 4.3 Analyse de l'impact-odeur
- 5. Effets des odeurs environnementales sur la santé**
 - 5.1 Concepts de nuisance et de santé en matière d'odeurs
 - 5.2 Physiopathologie des symptômes associés aux odeurs
 - 5.3 Relation entre perception des odeurs et toxicité aiguë
 - 5.4 Mécanismes des symptômes liés aux odeurs environnementales
 - 5.5 Effets physiologiques liés aux odeurs
 - 5.6 Effets psychologiques liés aux odeurs
- 6. Nuisance olfactive et réglementations**
 - 6.1 Principes à la base des réglementations
 - 6.2 Quelques exemples de réglementation
- 7. Approches d'atténuation des odeurs**
 - 7.1 Approches de prévention
 - 7.2 Approches de traitement
- 8. Conclusion**

1. INTRODUCTION

L'odorat joue un rôle important dans notre confort et notre bien-être. L'industrialisation et le développement des services municipaux, combinés au phénomène de l'étalement urbain et au manque de planification de l'aménagement des territoires, ont fait naître toutes sortes de situations dans lesquelles des citoyens sont exposés à des odeurs inconfortables. Le phénomène de l'isolation étanche des bâtiments a aussi pour conséquence de concentrer des contaminants odorants et irritants dans l'air intérieur des lieux d'habitation et de travail.

Après avoir présenté sommairement le processus physiologique de l'olfaction, nous déterminerons les principales sources d'odeurs environnementales et les populations exposées. Nous aborderons les caractéristiques des odeurs, dont les notions de mesures, et décrirons les

effets des odeurs environnementales sur la santé. Après avoir abordé les notions de normes en matière d'odeurs, nous verrons comment les odeurs qui constituent un problème de santé environnementale peuvent être atténuées.

Processus de l'olfaction

Les molécules odorantes entrent en contact avec l'épithélium olfactif situé au sommet de la cavité nasale et stimulent chimiquement les multiples cellules réceptrices (figure 19.1). Les influx électriques ainsi générés sont transmis par le nerf olfactif (1^{er} nerf crânien qui traverse le crâne par la plaque cribreuse) au système olfactif central situé dans le système limbique (Truex et Carpenter, 1964). Une branche du 5^e nerf crânien, le trijumeau, véhicule pour sa part la sensation d'irritation de la muqueuse du nez, du nasopharynx et de l'oropharynx, à la fois en ce qui concerne la sensation du goût et de l'odorat.

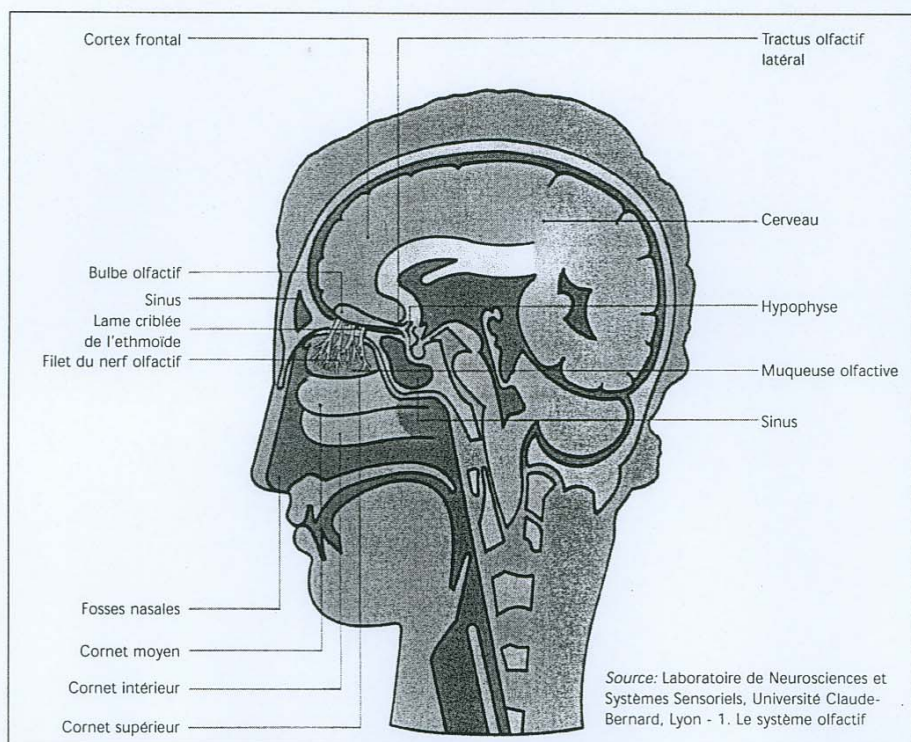


Figure 19.1 Schéma des voies olfactives

Le nerf trijumeau contribue aussi à évaluer la magnitude de l'odeur même pour les composés sans effet irritant (Cain, 1974).

2. PRINCIPALES SOURCES D'ODEURS ENVIRONNEMENTALES

Une grande variété d'activités urbaines, industrielles et agricoles sont source d'émissions d'odeurs dans l'air environnant et sont susceptibles d'atteindre et d'affecter certaines personnes. Certains milieux naturels dans lesquels on retrouve des activités biologiques de décomposition peuvent aussi émettre des odeurs qui seront perçues dans le voisinage. La qualité de l'air intérieur des édifices publics, en milieu de travail et en milieu résidentiel, peut aussi être affectée par des émissions d'odeurs de nature variée.

Une source d'odeur est généralement composée de multiples produits odorants dont certains ont aussi un caractère irritant et qui agis-

sent simultanément sur la muqueuse olfactive. Les différents produits composant l'odeur ont plutôt tendance à se combiner de façon infra-additive*, peu importe la nature des composés impliqués ou leur degré de similitude (Berglund et coll., 1973). Cependant, l'effet irritant aurait tendance à agir de façon additive, surtout lorsque leur concentration est plus élevée (Cometto-Muniz et coll., 1989).

Le tableau 19.1 relève les sources d'odeurs environnementales les plus fréquentes selon leur origine.

3. POPULATIONS TOUCHÉES

Les populations affectées par les odeurs sont habituellement celles qui habitent dans le voisinage des sources émettrices et qui se sentent incommodées par ces odeurs non désirées. Nous verrons plus loin que plusieurs facteurs interviennent pour motiver une plainte éventuelle de la part des citoyens.

Tableau 19.1 Principales sources d'odeurs environnementales

Domaine	Types d'activités	Types de contaminants responsables des odeurs
Municipal	• Épuration des eaux usées	Composés soufrés (H_2S , mercaptans, etc.) Composés azotés (NH_3 , amines, etc.) Autres (acides gras volatiles, aldéhydes, etc.)
	• Enfouissement sanitaire	Composés soufrés (disulfure de diméthyle, H_2S , etc.)
Industriel	• Pâtes et papiers (Procédé Kraft, procédé acide au sulfite)	Composés soufrés (H_2S , SO_2 , disulfure de diméthyle, méthyle mercaptan) Terébenthine
	• Raffineries de pétrole	SO_2 et autres composés soufrés, composés organiques volatils (COV) variés
	• Fonderies	Solvants organiques volatils divers (SOV)
	• Industrie alimentaire: boulangerie, aliments frits, café, distillerie, fumoir, équarrissage	Variables
	• Traitement des surfaces métalliques	Acide sulfurique, acide nitrique, etc.
	• Ateliers de peinture	Méthyl éthyl cétone, acétone, toluène, xylène
Agricole	• Plastiques (moulage, fibres de verre, extrusion)	Styrène, SOV divers
	• Stockage de déchets dangereux	Variables
	• Bâtiments d'élevage	NH_3 , H_2S et autres composés sulfurés, amines, acides gras volatils, indols, scatols, phénols, etc.
	• Structures d'entreposage des fumiers (et autres fertilisants organiques)	
Air intérieur	• Épandage de fumier	
	• Épandage de pesticides	Variables selon le produit utilisé, solvants divers
	• Occupants	Effluves biologiques
	• Tabac	~ 5000 produits chimiques
	• Matériaux	Formaldéhyde et divers autres COV
	• Ventilation	Substances engendrant des odeurs

* ou hypoaddivitive: lorsque le résultat d'une interaction produit un effet inférieur à la somme des substances individuelles.

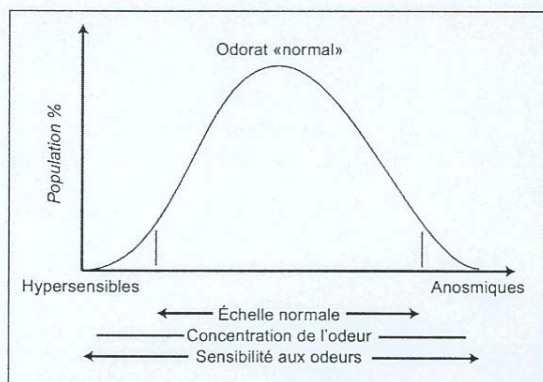


Figure 19.2 Distribution de la sensibilité olfactive dans la population

Source: AIHA (1993)

Une odeur émise est perçue par les personnes exposées selon des caractéristiques quantitatives (intensité), qualitatives (reconnaissance de l'odeur) et son caractère hédoniste (appréciation). Comme le montre la figure 19.2, dans une population générale, la plupart des composés odorants sont perçus selon une distribution log-normale, 96 % des gens étant considérés comme ayant une sensibilité normale, 2 % étant qualifiés d'hypersensibles et 2 % d'hypo-sensibles (Amoore et Hautala, 1983). La pente de distribution varie d'un composé à l'autre. Cependant, des individus peuvent être hypersensibles à une odeur et insensibles à une autre.

Certains facteurs externes, comme l'exposition professionnelle à des gaz, vapeurs ou particules irritants, contribuent à altérer quantitativement et qualitativement la perception des odeurs. Des facteurs personnels, de nature physiologique, peuvent également influencer la sensibilité olfactive chez l'humain (AIHA, 1993). Citons, par exemple, l'âge (perte d'acuité), le sexe (les femmes sont plus sensibles selon la plupart des études), le tabagisme (perte de sensibilité), certaines allergies et divers états de santé. En plus de ces caractéristiques interindividuelles, il a été démontré qu'il peut y avoir une grande variabilité de l'acuité olfactive chez une même personne, d'une journée à l'autre, et même d'un essai à l'autre. Viennent également agir et influencer la sensibilité olfactive des individus, un phénomène d'adaptation (Cain,

1974) (se manifeste par une baisse dans le temps, de l'intensité de l'odeur perçue, en réponse à une exposition prolongée) et un phénomène de sensibilisation (Cain, 1980) (se présente comme l'accentuation de la détection des odeurs chez un individu exposé à répétition, par exemple, à une odeur industrielle).

4. CARACTÉRISTIQUES DE L'EXPOSITION AUX ODEURS

4.1 Perception des odeurs

Comme nous l'avons vu, la perception des odeurs résulte du traitement par le cerveau de stimuli localisés sur la muqueuse olfactive. Celle-ci peut être représentée par un grand nombre de récepteurs individuels qui émettent chacun un signal d'une intensité différente en fonction du mélange de composés adsorbés. À partir de cette information complexe, le cerveau établit d'abord une image odeur, puis la compare au répertoire d'images odeurs déjà acquises. Ces images odeurs sont associées au vécu de l'individu; l'appréciation de la qualité de l'odeur est alors suggestive, car elle fait intervenir l'expérience personnelle et les habitudes culturelles. S'il s'agit d'une nouvelle image odeur non référencée, le cerveau l'associera à l'événement vécu lors de la perception.

Les principales informations caractéristiques de l'odeur perçue sont

- la qualité de l'odeur: la reconnaissance de l'odeur, et dans certains cas pour des individus très entraînés, la reconnaissance des principaux composés ou des principales odeurs «primaires» qui la constituent;
- l'appréciation de l'odeur ou son caractère hédonique: l'identification du caractère plaisant ou désagréable de l'odeur;
- l'intensité de l'odeur en fonction du caractère spécifique des composés odorants perçus, de leur composition et de leurs interactions mutuelles et avec la muqueuse olfactive.

Notre sens de l'odorat est semblable à notre perception des corps chauds ou froids: l'intensité de l'odeur perçue est très forte au début puis se produit une adaptation et une baisse progressive de la sensation ressentie. Pour chaque com-

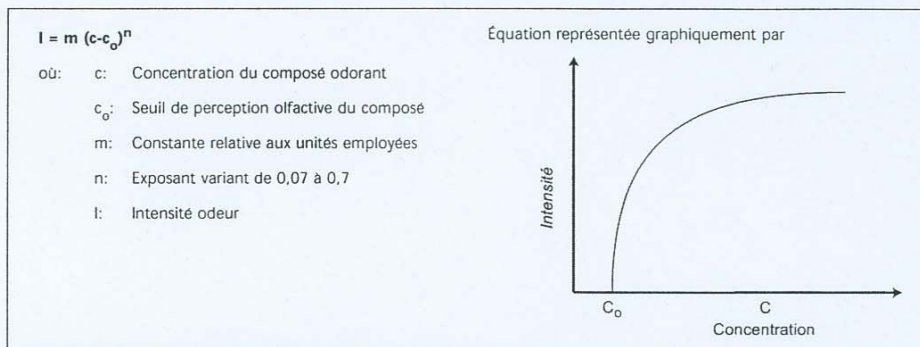


Figure 19.3 Relation intensité/concentration de l'odeur

posé odorant, il existe un seuil en dessous duquel le composé n'est pas détecté. Au-dessus du seuil, l'intensité perçue n'est pas proportionnelle à la concentration, car un effet de saturation est observé: la loi de puissance de Stevens permet de décrire cette dépendance (figure 19.3).

Afin d'éliminer la subjectivité associée avec l'estimation de l'intensité odeur et, surtout, pour s'affranchir de la saturation observée à haute concentration, la notion de concentration odeur est maintenant privilégiée, car elle est objective et quantitative. Elle est basée sur le seuil de perception olfactive d'un mélange gazeux. Ce seuil est défini comme la concentration d'un mélange gazeux dans de l'air inodore à laquelle la moitié des membres du jury perçoivent une odeur, l'autre moitié ne la percevant pas. La détermination du seuil suppose donc qu'un jury de plusieurs personnes doit flairer diverses dilutions du même mélange gazeux; l'intensité odeur est indépendante de la qualité de l'odeur et de son caractère hédonique. Par définition, le seuil de perception olfactive correspond à une concentration odeur de 1 u.o./m³ (unité odeur par mètre cube). Le nombre de dilutions nécessaires pour atteindre le seuil de perception à partir du mélange de gaz initial indique la concentration odeur. Ainsi, si l'on doit diluer 5000 fois avec de l'air inodore un échantillon de gaz prélevé à la cheminée d'une usine afin d'obtenir un mélange gazeux correspondant au seuil de perception olfactive, la concentration odeur de l'effluent émis à la cheminée est de 5000 u.o./m³. La concentration odeur est très utile en ingénierie, car elle commande les mêmes avantages que la concentra-

tion chimique: quantifiable avec une précision dépendant de la méthode analytique utilisée, proportionnelle à la dilution dans l'air pur contrairement à l'intensité odeur. Elle rend compte aussi des interactions possibles entre les divers composés d'un mélange odorant (effets additifs, synergiques, antagonistes), ce que ne peuvent pas faire les concentrations chimiques. Elle n'est, par contre, pas plus reliée à l'intensité réelle de la perception olfactive: on ne peut pas faire la différence entre 1000 et 10 000 u.o./m³!

La valeur du seuil de perception olfactive dépend du composé ou du mélange gazeux considéré (AIHA, 1989). Il peut varier de 0,1 ppb (parties par milliards en volume) pour le mercaptan allylique (odeur désagréable d'ail) ou le thiocrésol (odeur rance de mouffette) à quelques dizaines de ppm (parties par millions en volume) comme pour l'ammoniac (17 ppm). En règle générale, pour les composés purs, le seuil tend à être plus faible pour des composés de poids moléculaire élevé et dépend des fonctionnalités chimiques de la molécule considérée. Pour des mélanges, le seuil ne peut pas être obtenu à partir des seuils des composés purs: des effets de synergie ou d'antagonisme, d'addition ou de moyenne peuvent être observés.

4.2 Métrologie

Dans le cas d'odeurs environnementales, en raison de l'impossibilité de relier la concentration ou l'intensité d'odeur aux concentrations chimiques, l'analyse chimique ne permet pas de quantifier une nuisance olfactive. Néanmoins, elle peut s'avérer très utile, en complément de l'analyse olfactométrique, pour déterminer les

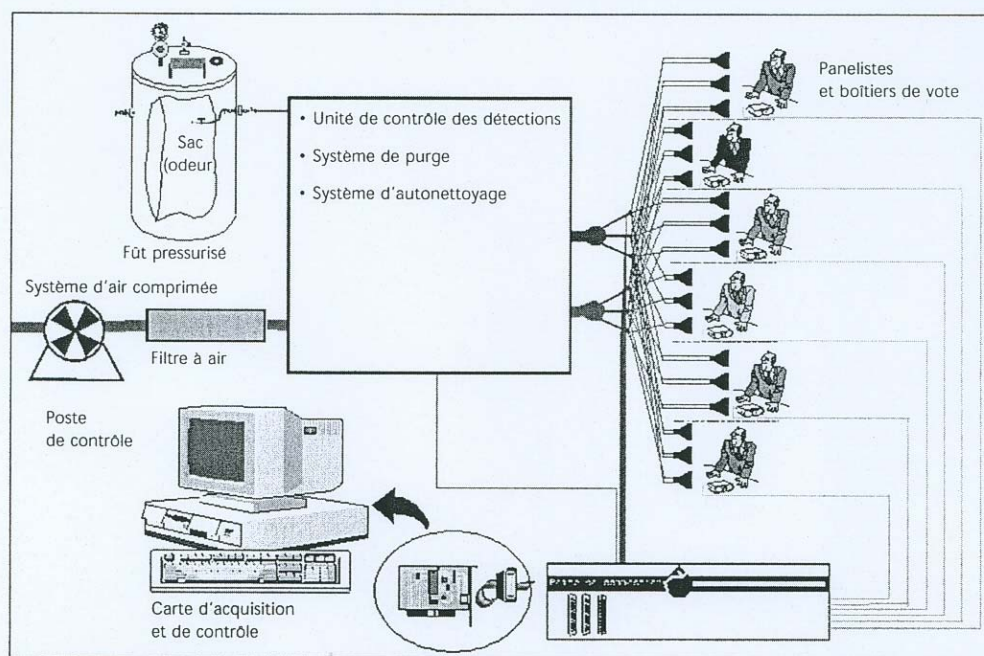


Figure 19.3 Olfactomètre à dilution dynamique

Source: Odotech inc. (1999)

constituants responsables de la nuisance. Dans certains domaines où il y a peu de variabilité dans les composants responsables de l'odeur, comme en contrôle-qualité, par exemple dans le domaine agroalimentaire, une corrélation statistique entre l'intensité ou la concentration d'odeur et la concentration chimique du mélange ou de certains de ses constituants peut être établie et utilisée avec succès; une approche de réseaux neuronaux pour décrire cette corrélation peut s'avérer très performante (Hudon et coll., 2000a).

L'analyse olfactométrique en tant que telle repose sur la détermination de la concentration odeur par un jury de personnes. La détermination de la concentration odeur par dilution dynamique est la méthode recommandée ou exigée par la plupart des réglementations récentes en vigueur. C'est ainsi le cas du règlement 90 de la Communauté urbaine de Montréal, du règlement québécois sur la qualité de l'atmosphère (Q.2, r-20, 2001), des normes ASTM # E544-75 (1993) et # E679-91, de la norme européenne CEN # TC264/WG2N222 et de la norme australo-néo-zélandaise

EV/07/03 DR99306. La figure 19.3 présente un schéma de fonctionnement typique d'un olfactomètre à dilution dynamique. Un système de dilution automatique informatisé distribue dans un cornet de flairage diverses dilutions de l'échantillon gazeux à analyser aux six membres du jury. L'analyse de leurs réponses (odeur perçue ou non et si oui, dans quel cornet) selon une méthode statistique appropriée (probit, meilleur estimé), ainsi que la séquence optimale de présentation des dilutions, permet de déterminer le seuil de perception olfactive du mélange gazeux analysé avec un intervalle de confiance, une précision et une répétitivité indépendantes du jury. La concentration odeur de l'échantillon est alors obtenue par le nombre de dilutions nécessaires pour atteindre le seuil de perception olfactive.

Une autre approche d'olfactométrie utilise la comparaison avec un composé de référence comme le n-butanol: l'analyste doit trouver la concentration de n-butanol dans l'air produite par l'olfactomètre, qui donne la même impression d'intensité que l'odeur de l'échantillon. Elle permet de déterminer l'intensité odeur d'un

échantillon, exprimée en concentration équivalente en n-butanol. Elle se prête bien à une analyse rapide et préliminaire de l'air ambiant, car ce type d'olfactomètre autorise une mesure sur le terrain. Par contre, elle ne permet pas de faire des mesures à la cheminée et elle souffre des inconvénients inhérents à l'utilisation de la notion d'intensité plutôt que de concentration.

De récents développements en olfactométrie portent sur la mise au point de détecteurs d'odeurs complètement automatisés, appelés nez électroniques (Kress-Rodgers, 1996; Hudon et coll., 2000b). Ils sont constitués d'une série de capteurs chimiques non spécifiques, couplés à un système automatisé de reconnaissance. Quelques unités sont disponibles commercialement, et leurs applications portent principalement sur la reconnaissance ou la discrimination d'odeurs, l'analyse de la composition de l'odeur et le contrôle-qualité.

4.3 Analyse de l'impact odeur

À l'instar des analyses d'impact environnemental ou des analyses de risques pour la santé du public associées à des activités industrielles, l'analyse de l'impact odeur associé à une source d'émission peut s'avérer extrêmement riche, en termes d'informations quantitatives qui rendent compte de l'envergure d'une nuisance olfactive et des objectifs d'atténuation ou de mitigation à atteindre (Guy et Pagé, 2002). En effet, à partir de la caractérisation olfactométrique de la source (débit d'odeur, concentration odeur) et des caractéristiques de dispersion atmosphérique de l'odeur, il est possible d'estimer les concentrations dans l'air ambiant entourant la source et de quantifier l'exposition du public aux odeurs. Les modèles de dispersion atmosphérique à utiliser doivent rendre compte des spécificités de notre odorat: réponse très rapide, sensibilité aux variations et aux maxima. De ce fait, ils doivent pouvoir rendre compte plus finement de la turbulence atmosphérique afin d'estimer les maxima de concentration plutôt que les moyennes et de présenter les résultats d'estimation sous une forme pratique pour juger de la nuisance olfactive. Très peu de modèles possèdent ces caractéristiques; les modèles classiques de dispersion de toxiques rendent

médiocrement compte de la dispersion des odeurs (Pagé et Guy, 1997).

Ainsi, l'estimation de l'exposition aux odeurs à l'aide de l'évaluation de la dispersion atmosphérique permet de déterminer l'effort de réduction de l'émission nécessaire pour diminuer la nuisance et d'évaluer l'impact de l'utilisation de telle ou telle technologie d'atténuation dont l'efficacité est connue.

5. EFFETS DES ODEURS ENVIRONNEMENTALES SUR LA SANTÉ

On a souvent tendance à aborder les notions de nuisance* et d'atteintes au confort sur le plan environnemental comme des inconvénients, sinon négligeables, du moins mineurs et inhérents au développement économique local. Dans certains cas, on estime que les plaintes associées à ces nuisances relèvent davantage du caprice que d'une atteinte à la santé. De même en est-il des questions relatives aux odeurs environnementales. Or, les odeurs provenant d'activités municipales, industrielles ou agricoles peuvent avoir un impact significatif sur la santé de la population exposée, tant au plan physiologique que psychologique (Shusterman, 1992; Rotton, 1983; Winneke et Kastka, 1997).

5.1 Concepts de nuisance et de santé en matière d'odeurs

D'un point de vue juridique, la définition de nuisance varie considérablement d'un pays, d'une province et même d'une municipalité à l'autre. Cependant, l'objectif commun à toutes les mesures de contrôle vise à prévenir ou à réduire l'atteinte à l'environnement par l'élément nuisible qui dégrade la qualité de vie des citoyens (Selmi et Manaster, 1989). Par ailleurs, le concept de santé a beaucoup évolué au cours des années. Définie d'abord comme une absence de maladie, la santé est maintenant considérée comme un état de bien-être physique, mental et social (Hogart, 1997); l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) donne une définition plus précise encore de la santé. En effet, selon l'OMS, c'est la mesure dans laquelle un groupe

* Sentiment de déplaisir associé à un «agent» ou à une condition considérée comme affectant négativement un individu ou un groupe (Lindvall et Radford, 1973).

ou un individu peut, d'une part, réaliser ses aspirations et satisfaire ses besoins et, d'autre part, évoluer avec le milieu ou s'adapter à celui-ci (...). Ainsi donc, la promotion de la santé ne relève pas seulement du secteur de la santé; elle dépasse les modes de vie sains pour viser le bien-être (OMS, 1986). Dans ce contexte, l'approche des questions de nuisance et d'atteinte au confort dans le domaine de la santé environnementale ne peut être dissociée du concept de santé.

5.2 Physiopathologie des symptômes associés aux odeurs

On constate souvent que les effets apparents provoqués par les odeurs environnementales sur la santé de personnes habitant, par exemple, en bordure d'usines de traitement des eaux usées ou d'enfouissement des déchets, de sites industriels ou de lieux d'activités agricoles ne répondent pas, de façon objective, à l'approche toxicologique classique. Un certain nombre d'études réalisées chez l'animal et chez l'humain au cours des dernières années a permis de mieux comprendre les mécanismes par lesquels les odeurs peuvent affecter la santé.

Une revue de la littérature réalisée par Shusterman (1992) indique que la plupart des symptômes rapportés par les personnes exposées à des sources d'odeurs environnementales sont aigus dans leurs manifestations, limités dans le temps et de nature subjective; ils sont donc difficiles à définir objectivement. Néanmoins, plusieurs études rapportées par cet auteur tendent à démontrer une forte corrélation entre les symptômes rapportés par les personnes exposées et l'exposition aux odeurs environnementales dans l'air intérieur des bâtiments ou provenant d'équipements municipaux, d'activités agricoles et industrielles, même si les concentrations des contaminants responsables de ces odeurs étaient bien inférieures aux niveaux considérés toxiques. Shusterman conclut que, en matière de problèmes de santé associés aux odeurs, les mécanismes physiopathologiques ne s'expliquent pas par l'approche toxicologique classique, mais doivent être abordés comme des effets non toxicologiques de ces contaminants sur la santé.

5.3 Relation entre perception des odeurs et toxicité aiguë

Malgré des variations interpersonnelles, il est possible d'établir, pour les diverses substances odorantes, une échelle psychophysique* qui conserve sa validité d'un individu à l'autre, de façon à pouvoir déterminer des niveaux d'exposition selon l'intensité de l'odeur (Cain et Moskowitz, 1974). Par ailleurs, le ratio de la concentration du produit à laquelle des effets irritants ou toxiques sur l'humain peuvent se produire (concentration maximale admissible pour une durée de huit heures) sur son seuil olfactif constitue le *facteur de sécurité olfactive* (FSO) pour cette substance (Amoore et Hautala, 1983). Lorsque le FSO d'un contaminant est faible (<10), les symptômes liés aux odeurs sont aussi les symptômes liés à la toxicité intrinsèque du produit. Un produit odorant dont le FSO est modéré (10-25) peut aussi causer une toxicité aiguë dans la population, mais seulement si sa concentration environnementale dépasse largement son seuil olfactif. D'autres produits cependant peuvent provoquer des symptômes aigus associés à leur simple odeur, même si les concentrations en cause ne constituent pas une exposition toxique proprement dite (Shusterman, 1992).

Par exemple, certains gaz comme le sulfure d'hydrogène et divers mercaptans qui, notamment, sont des produits souvent impliqués en cas de plaintes de citoyens possèdent un seuil

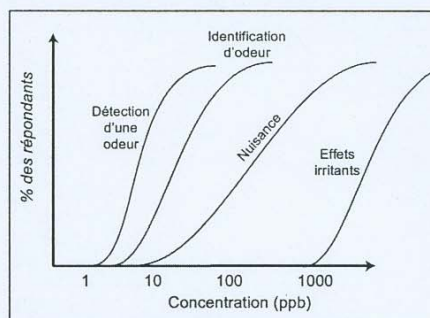


Figure 19.4 Relations entre la perception de l'odeur, la nuisance et les effets irritants pour l'hydrogène sulfuré

Source: Shustermann (1992)

* La psychophysique est la science qui étudie les caractéristiques stimulus-réponse des stimuli sensoriels.

olfactif beaucoup plus bas que les niveaux reconnus comme pouvant entraîner des symptômes par les mécanismes toxicologiques ou irritatifs classiques. Pourtant, ces gaz sont souvent associés à des manifestations symptomatiques apparaissant à des niveaux qui dépassent de peu leur seuil olfactif, donc à des concentrations considérées comme non toxiques (Flesh et Turk, 1975). À titre d'exemple, la figure 19.4 représente la relation entre les concentrations dans l'air et la proportion de personnes affectées à diverses intensités pour l'hydrogène sulfuré.

5.4 Mécanismes des symptômes liés aux odeurs environnementales

Les mécanismes pouvant expliquer les problèmes de santé dont se plaignent des citoyens exposés à un ou à plusieurs composés odorants, à des concentrations de toute évidence sous-irritantes ou sous-toxiques, ne sont pas de nature toxicologique, mais sont plutôt des mécanismes liés aux odeurs proprement dites. Ces méca-

nismes sont de plusieurs natures. Le tableau 19.2 présente succinctement les principaux mécanismes rapportés dans la littérature scientifique sur le sujet.

Les odeurs environnementales peuvent donc déclencher divers symptômes à des concentrations bien inférieures à celles pouvant causer des réactions de type toxique en agissant par une variété de mécanismes physiologiques. La complexité et les nombreux éléments inconnus du phénomène s'apparentent d'ailleurs à la problématique des «sensibilités chimiques multiples» (Rosenstock et Cullen, 1994; Kipen et coll., 1995).

5.5 Effets physiologiques liés aux odeurs

Un grand nombre d'effets de nature physiologique sont associés à l'exposition aux odeurs. Ces effets peuvent cependant être très variables d'un individu à l'autre et même varier dans le temps chez un même individu (Dalton et coll., 1997; Dalton et coll., 1997). Plusieurs

Tableau 19.2 Principaux mécanismes des symptômes liés aux odeurs environnementales

Aversion innée aux odeurs	Les facteurs individuels influencent grandement les réactions aux odeurs perçues. Cependant, plusieurs substances odorantes ne vont pas laisser certaines personnes indifférentes et provoquer des réactions réflexes.
Effet de type phéromonal	Si le phénomène entre humains a été démontré, un tel effet en lien avec d'autres types d'odeurs environnementales reste à démontrer.
Exacerbation de conditions médicales préexistantes	Les principales conditions médicales impliquées dans ce mécanisme sont l'asthme, la bronchite, la grossesse, certains troubles psychosomatiques et certaines dysfonctions olfactives.
Intolérance acquise aux odeurs	Ce type de réaction résulte le plus souvent d'une expérience antérieure d'exposition aiguë symptomatique. Cette sensibilisation conditionnée aux odeurs est surtout rapportée en milieu de travail. Elle pourrait aussi se manifester plus subtilement dans un contexte d'odeurs environnementales, lorsque des gens sont exposés de façon fréquente à des odeurs désagréables.
Somatisation due au stress environnemental	Il s'agit ici d'un état de stress associé au sentiment d'altération de l'environnement par les odeurs, auquel s'associent des sentiments de perte de jouissance des lieux et de perte de valeur de la propriété.
Nature intermittente du stimulus	La réaction relève du sentiment d'absence de contrôle sur un stimulus transitoire récidivant et non désiré.
Réponse du système immunitaire aux odeurs déplaisantes	Plusieurs études ont mis en évidence des liens directs entre les centres olfactifs du cerveau et les tissus lymphoïdes. Par ce mécanisme, les odeurs agiraient sur le système immunitaire par un effet d'immunosuppression (parfois d'immunostimulation). Il a aussi été démontré que l'altération de l'humeur pouvait avoir une influence négative sur le système immunitaire.
Effet physique direct	Les molécules de certaines substances odorantes tel l'ammoniac, l'hydrogène sulfuré et le chlore, agissent directement sur la muqueuse nasale et respiratoire, puis acheminent les influx nerveux via les nerfs crâniens trijumeau, glossopharyngien et vague. En laboratoire, une telle stimulation de la muqueuse nasale chez l'animal peut provoquer une augmentation de la sécrétion d'adrénaline. Ce type d'effet chez l'humain serait-il à même de contribuer à faire naître des sentiments d'anxiété et de colère?

(Shusterman, 1992; Manley, 1993; Schiffman et coll., 1995; Laing et coll., 1994; Bell et coll., 1996; Doty, 1981)

recherches ont démontré que la réponse à un stimulus odorant est fortement influencée par la complexité de l'environnement qui caractérise une exposition donnée à un ou plusieurs produits, incluant le contexte social et les caractéristiques psychologiques de l'individu (Dalton et coll., 1997; Dalton et coll., 1997; Dalton, 1996). Les croyances ou les attentes en matière de sécurité en liaison avec une odeur peuvent influencer de façon importante sa perception (Dalton et coll., 1997). Généralement, les études démontrent une corrélation positive (modérée) entre la concentration des odeurs émises par divers types d'usine et le degré de nuisance tel qu'exprimé par les personnes exposées (Cavalini, 1994; Winneke et Katska, 1987; Verschut et coll., 1994). Cependant, on a démontré que le degré de nuisance ne prédit pas nécessairement l'importance des symptômes. En effet, diverses études réalisées par ces auteurs ont conclu que les concentrations d'odeurs n'étaient pas corrélées à l'importance des symptômes ou malaises exprimés par les citoyens exposés. De nombreux facteurs personnels, dont le niveau d'appréhension et l'âge (les plus jeunes manifestant plus de symptômes) semblent en effet influencer l'expression des problèmes de santé attribués aux odeurs.

Les symptômes d'irritation des yeux et des muqueuses des voies respiratoires supérieures sont sans doute les plus fréquemment rapportés dans les problèmes liés à la qualité de l'air intérieur et extérieur (Cain, 1987; Cain et Cometto-Muniz, 1995; Schiffman, 1998). Les substances odorantes stimulent les muqueuses qui transportent le message le long du nerf trijumeau principalement, de même que les nerfs vague et glossopharyngien (Alarie, 1966). Ces malaises sont souvent rapportés dans les problèmes associés au «syndrome des édifices clos» et par les personnes souffrant de polysensibilité aux agents chimiques (Kjaergaard et coll., 1992; Koren et coll., 1992). Ces manifestations sont particulièrement influencées par les facteurs cognitifs propres aux individus exposés (Dalton et coll., 1997).

Dans plusieurs études, on a trouvé une corrélation significative entre les symptômes rapportés et l'exposition aux odeurs environnementales, même si les concentrations des contaminants étaient bien inférieures aux niveaux considérés comme toxiques. Les symp-

tômes les plus rapportés relèvent de systèmes variés: cardio-vasculaire (Baldwin et Bell, 1998), pulmonaire (Shusterman, 1992; Baldwin et Bell, 1998; Deloraine et coll., 1995; Thuk et coll., 1997), nerveux (Cain et Cometto-Muniz, 1995; Thuk et coll., 1997), digestif (Thuk et coll., 1997; Miner, 1980). Des modifications décelables à l'électroencéphalographie (EEG) et au niveau du rythme cardiaque ont pu être objectivées (Lorig et coll., 1991; Manley, 1993). D'autres symptômes généraux tels que la fatigue, des céphalées, le manque d'appétit, ont également été signalés (Cavalini, 1994; Schiffman, 1998; Thuk et coll., 1997; Miner, 1980). Par ailleurs, la plupart des enquêtes effectuées auprès des populations vivant dans le voisinage de dépôts de déchets dangereux et qui alléguaient être victimes de cancers, de troubles de la reproduction ou de surmortalité n'ont pas démontré que ces atteintes étaient plus fréquentes que dans les populations non exposées (Shusterman, 1992). Les odeurs plaisantes et déplaisantes peuvent se manifester de façon différente à l'EEG. On peut même noter des effets pour certains produits alors que leur niveau est en dessous de leur seuil olfactif (Lorig et coll., 1991). Selon Kilburn (1989), le système nerveux de l'humain est la partie de l'organisme la plus sensible aux contaminants de l'environnement. Chez l'animal, des effets aigus et chroniques ont été maintes fois démontrés sur le comportement et l'activité électrique cérébrale dus à l'exposition à de faibles concentrations de substances chimiques comme certains pesticides, l'acétone et divers agents pharmacologiques (Bell et coll., 1993; Bell, 1994).

Les odeurs peuvent aussi agir directement sur le système immunitaire et entraîner un effet d'immunosuppression (parfois d'immunostimulation) (Calabrese et coll., 1987). Par ailleurs, le système immunitaire pourrait être perturbé par l'exposition aux odeurs par l'intermédiaire de l'état de stress, l'altération de l'humeur ou les réactions dépressives qui pourraient en résulter, ce qui pourrait prédisposer les personnes concernées à d'autres problèmes de santé, par exemple l'incidence et la durée de maladies infectieuses, certains cancers ou des maladies auto-immunes (O'Leary, 1990; Stone et coll., 1987; Weisse, 1992; Lorig, 1992).

Dans l'ensemble, les études portant sur les effets de nature physiologique en liaison avec les

odeurs sont relativement peu nombreuses et présentent plusieurs difficultés méthodologiques, principalement à cause du caractère largement subjectif des symptômes rapportés et à leurs grandes variations d'un individu à l'autre. De plus, la difficulté de mesurer les niveaux environnementaux souvent fluctuants des odeurs ne permet pas d'établir avec satisfaction les corrélations avec les diverses manifestations physiologiques.

5.6 Effets psychologiques liés aux odeurs

L'exposition à des odeurs environnementales désagréables, tant extérieures qu'intérieures, engendrées par divers types d'activités, peut aussi avoir des effets variés de nature psychologique sur les personnes exposées. Ces effets se manifestent par des atteintes de l'humeur, de l'anxiété, diverses réactions émotives, des troubles du sommeil, et l'altération de plusieurs types de performances intellectuelles dont les capacités d'apprentissage (Shusterman, 1992; Rotton, 1983; Winneke et Katska, 1977; Schiffman et coll., 1995; Laing et coll., 1994; Deloraine et coll., 1995; Ehrlichman et Bastone, 1992; Camilleri et coll., 1986). Le stress engendré par une exposition fréquente à des odeurs désagréables peut par la suite entraîner d'autres types de problèmes de santé, par exemple une augmentation de la tension artérielle, une diminution de la motilité gastrique ou une augmentation de la tension musculaire du cuir chevelu chez des personnes souffrant de céphalées à type de tension (Selmi et Manaster, 1989; Rugh et coll., 1990; Boxer et coll., 1984). Par déduction, on pourrait aussi relier l'exposition aux odeurs environnementales aux problèmes de santé généralement reconnus comme consécutifs à un état de stress chronique tels que la maladie coronarienne, l'ulcère peptique et l'hypertension artérielle chronique (Shusterman, 1992).

Notons enfin que des phénomènes psychologiques de masse ont été décrits à la suite d'exposition à des odeurs environnementales inattendues (Hall et Johnson, 1989; Jones et coll., 2000; CDC, 1983). Ce phénomène se manifeste par la propagation rapide dans une population de symptômes subjectifs que l'on attribue à l'exposition à une substance toxique

dans l'environnement, mais sans que l'on puisse mettre en évidence, de façon objective, une quelconque cause environnementale. Ce type d'effet est plus susceptible de se produire dans des populations fermées, en milieu de travail ou dans une école, par exemple, que dans une communauté.

6. NUISANCE OLFACTIVE ET RÉGLEMENTATIONS

Un certain nombre d'activités industrielles ou commerciales sont responsables de nuisances olfactives subies par les riverains. Ces nuisances sont de moins en moins acceptées par le public qui les considère comme les manifestations de problèmes plus graves de pollution ou d'impact sur la santé. Pour ces raisons, les pouvoirs publics, surtout au niveau local ou régional, ont imposé des réglementations de plus en plus sévères qui obligent généralement les responsables des nuisances à gérer et diminuer leurs émissions d'odeurs.

6.1 Principes à la base des réglementations

La plupart des réglementations actuelles ou en préparation exigent que la concentration odeur à l'extérieur des limites de la propriété visée soit inférieure à 1 u.o./m³. Comme nous l'avons dit précédemment, cela correspond à la situation où la moitié de la population ne perçoit pas l'odeur et l'autre moitié la sent. Les méthodes d'analyse olfactométrique actuelles ne permettent pas de mesurer une concentration d'odeur inférieure à 2 ou 3 u.o./m³. Il est donc impossible de mesurer une concentration dans l'air ambiant à moins que celle-ci ne soit très élevée. Pour cette raison, les réglementations exigent la mesure du débit odeur (en u.o./s) aux sources (par exemple, à la cheminée) et l'utilisation d'un modèle de dispersion atmosphérique pour estimer la concentration odeur dans l'air ambiant autour du site étudié. Le débit odeur est calculé sur la base de la mesure du débit volumique total et de la concentration odeur mesurée à l'aide d'un olfactomètre à dilution dynamique. L'approche d'étude d'impact odeur présentée dans un paragraphe précédent est particulièrement adaptée à la vérification de la conformité d'un site ou de l'estimation de critères de réduction nécessaires pour respecter les valeurs réglementaires.

6.2 Quelques exemples de réglementation

Parmi les réglementations qui exigent une valeur maximale de 1 u.o./m³, soulignons le règlement 90 de la Communauté urbaine de Montréal, le nouveau règlement sur la qualité de l'atmosphère du Québec (Q.2, r-20, 2001), quelques règlements municipaux ou d'États aux États-Unis. Cette valeur limite, qui doit être respectée en tout temps, pose des problèmes particuliers aux industries qui ne la dépassent que quelques fois dans l'année, à l'occasion de conditions météorologiques rares ou de situations de fonctionnement irrégulières. Pour cette raison, certains pays européens préfèrent réglementer le nombre d'heures par an (pourcentage) durant lesquelles la valeur limite est dépassée (Allemagne) ou les valeurs limites qui peuvent être dépassées pendant un pourcentage fixé d'heures dans l'année (percentiles) (Pays-Bas).

Sous d'autres juridictions, seule l'existence de plaintes entraîne, après constatation officielle, l'émission d'un avis d'infraction et l'exigence de diminuer la nuisance; c'est le cas de la loi sur la qualité de l'environnement du Québec avant le règlement de 2001 sur la qualité de l'atmosphère. Parfois, on demande de respecter une distance précise entre les sources et les habitations ou les voies publiques. Ceci se rencontre par exemple dans le secteur agricole (porcheries).

7. APPROCHES D'ATTÉNUATION DES ODEURS

Diverses approches de traitement des odeurs sont employées avec succès pour diminuer ou éliminer les nuisances olfactives. On peut distinguer les approches de prévention et les approches des traitements avant l'émission ou à l'émission.

7.1 Approches de prévention

Comme tout problème de pollution, il est préférable de concevoir et d'opérer les procédés industriels de façon à ne pas émettre d'odeurs. Les approches récentes de prévention de la pol-

lution (P2) et d'analyse du cycle de vie (ACV), que l'on retrouve notamment dans la série de normes ISO 14 000*, sont particulièrement adaptées pour diminuer la pollution et la nuisance olfactive à la source. Toutefois, ces approches sont encore relativement difficiles à mettre en œuvre. D'une part, en raison du manque d'expertise dans la communauté technique pour l'utilisation d'approches dont certaines sont encore au stade de la recherche et du développement et, d'autre part, à cause de la difficulté de quantifier leurs impacts. L'implantation lente mais progressive des normes ISO 14 000 et des systèmes de gestion environnementale dans les prochaines années semble cependant garante de l'intérêt des approches de prévention.

7.2 Approches de traitement

Deux types d'approche sont envisageables pour le traitement des émissions d'odeurs, toutes deux basées sur la collecte et le traitement des effluents gazeux avant leur dispersion dans l'atmosphère qui se fait généralement par une cheminée. Mentionnons que la cheminée est en elle-même un système d'abattement de l'impact olfactif puisque, lorsque bien conçue, elle disperse les émissions de telle sorte qu'elles ne retombent pas au sol et se diluent dans l'atmosphère. Les approches de traitement sont soit récupératrices soit destructrices. Elles sont détaillées dans un certain nombre de manuels de référence dont celui de Martin et Laffort (1991) et celui de Rafson (1998).

Les approches récupératrices sont utilisées lorsque les concentrations en produits odorants sont suffisamment élevées, de telle sorte qu'il y a un intérêt à les récupérer, soit pour fins de recyclage, soit pour fins de commercialisation. C'est notamment le cas dans les industries qui utilisent des solvants ou d'autres produits organiques. Les approches récupératrices utilisées sont listées ci-dessous.

- Le lavage ou l'absorption des odeurs dans une tour où s'écoule généralement un liquide (souvent de l'eau) à contre-courant du courant gazeux à traiter, permettant ainsi un transfert des composés odorants vers la phase liquide.

* Elles sont basées sur le choix des matières premières et des procédés qui est motivé par une conception et une opération qui intègre des critères environnementaux de diminution de la pollution ou de développement durable.

- L'adsorption des odeurs sur une phase solide (principalement du charbon actif) qui se sature progressivement par le courant gazeux à traiter; ceci implique que la phase solide doit être remplacée ou régénérée.
- La séparation par membranes, constituées de matériaux généralement organiques, permet la perméation sélective des composés que l'on désire retirer du courant gazeux.
- La condensation ou la cryocondensation permet la récupération sous forme liquide de composés organiques odorants.

Les unités de traitement sont généralement installées à la sortie du procédé qui émet des composés odorants ou avant la cheminée. Le choix de l'une ou de l'autre dépend de nombreux facteurs dont le type et la concentration des composés odorants, le débit du courant à traiter, les pertes de charge admissibles, les coûts d'investissement et d'opération, ainsi que les coûts de vente ou d'évitement des composés récupérés.

Les techniques destructrices visent à éliminer les composés odorants, généralement par oxydation. Certaines des techniques récupératrices présentées ci-dessus sont utilisées en amont d'une technique destructrice afin de concentrer les composés à éliminer et d'augmenter l'efficacité de l'opération. La destruction se fait principalement par oxydation thermique ou traitement biologique.

- *L'oxydation thermique* dans un incinérateur permet de détruire les composés organiques volatils responsables des odeurs par combustion et se fait souvent à l'aide d'un combustible d'appoint, dans une chambre munie d'un brûleur. Afin de minimiser la consommation de combustible d'appoint, une récupération de chaleur sur les fumées de sortie de la chambre est régulièrement réalisée: on parle alors d'incinérateurs régénératifs ou récupératifs dans le cas de systèmes plus performants utilisant des matériaux d'emménagement et de transfert de chaleur entre les fumées de combustion et l'effluent à traiter. Soulignons que la torchère est un système de combustion moins performant qu'un incinérateur qu'il ne convient pas de recommander pour des fonctionnements en continu.

- *L'oxydation catalytique* est basée sur une oxydation, non pas dans une flamme comme pour l'oxydation thermique, mais à la surface d'un catalyseur (dont la phase active est constituée de métaux nobles – platine ou palladium – ou d'oxydes métalliques). Bien que plus chère en termes d'investissement, cette technique permet de diminuer grandement la quantité de combustible d'appoint, car l'oxydation a lieu à des températures beaucoup plus basses (quelques centaines de degrés *versus* 1000 °C pour l'incinération avec flamme). La combustion catalytique a de plus l'avantage de limiter la production d'autres polluants atmosphériques comme les oxydes d'azote qui sont fréquemment observés dans les incinérateurs à flamme.

- Le *traitement biologique* est très attrayant, car il est moins coûteux et permet des performances intéressantes. Plusieurs principes sont utilisés, allant des biolaveurs aux biofiltres. Dans ce dernier cas, lors du passage d'un courant gazeux à travers un lit de biomasse, les contaminants se dissolvent dans le film liquide entourant les particules de la biomasse et les microorganismes présents les dégradent, soit par respiration aérobie soit pour produire d'autres microorganismes. Les biofiltres sont généralement à base de tourbe ou de compost, qui fournissent la matière organique de support aux microorganismes et auxquels on a rajouté des agents structurants, des nutriments et, au besoin, des microorganismes. Ces derniers, indigènes dans le biofiltre ou ensemencés de sources externes, dégradent les composés organiques présents dans le courant gazeux qu'ils métabolisent et minéralisent jusqu'aux produits d'oxydation finaux tel que le gaz carbonique. Le besoin de maintenir des niveaux d'humidité, de pH et de nutriments adéquats à la vie des microorganismes rend parfois l'opération du biofiltre difficile. Les variations fréquentes dans la charge à traiter, les délais d'acclimatation des microorganismes font que, pour certaines applications, la performance moyenne ne sera pas suffisamment élevée pour satisfaire aux exigences de traitement désirées.

Le traitement thermique ou biologique s'applique avec quelques précautions pour les produits soufrés (corrosion, empoisonnement des

catalyseurs, changement de pH), mais est plus difficile à mettre en œuvre pour les produits halogénés. La présence de chlore peut ainsi conduire à la formation de dioxines et de furannes lors de l'incinération. Quelques réalisations récentes en biofiltration des chlorobenzènes apparaissent cependant très prometteuses (Roberge et coll., 2001).

Finalement, des produits masquant ou neutralisant les odeurs sont souvent utilisés dans le cas de sites d'enfouissement, de boues d'usines d'épuration des eaux, etc. Alors que les masquants ne font que cacher l'odeur en rajoutant une autre odeur dont la combinaison montre des effets antagonistes, les neutralisants, eux, sont sensés éliminer les odeurs par des réactions chimiques ou biologiques. Les masquants ne devraient pas être utilisés en traitement de routine d'émissions odorantes, mais seulement en cas d'urgence. Les performances des neutralisants sont très variables, car ils ne sont adaptés qu'à certains produits. Leur mode de fonctionnement est très variable: ils détruisent par oxydation les molécules odorantes lorsqu'ils sont répandus sous forme de brouillards sur la source émettrice; ils tuent la flore microbienne responsable de la biodégradation anaérobie mal-odorante ou ils remplacent la flore indigène par une flore différente qui réoriente les réactions de décomposition vers des réactions moins odorantes. Même si les neutralisants ne permettent pas de régler un problème d'odeur, sauf des cas particuliers, ils peuvent faire partie de la panoplie d'approches qu'il est souvent nécessaire de combiner afin de régler de façon satisfaisante un problème d'odeurs.

8. CONCLUSION

Les études humaines et animales suggèrent que les symptômes associés à l'exposition à des odeurs environnementales de l'air intérieur ou extérieur sont le résultat d'interrelations complexes entre des facteurs biologiques, psychologiques et sociaux.

Une plainte reliée aux odeurs environnementales est souvent difficile à interpréter, du fait que la nature des problèmes rapportés est surtout subjective. Même si l'approche toxicologique classique ne permet pas d'expliquer de façon objective les symptômes ressentis, plusieurs mécanismes physiopathologiques permettent cependant de mieux comprendre les manifestations qu'entraîne l'exposition à des odeurs désagréables.

La plupart des réglementations de par le monde exigent qu'une nuisance olfactive soit éliminée. Si les meilleures approches sont des approches de prévention qui évitent la production de composés odorants, dans bien des cas, seul un traitement avant émission dans l'atmosphère sera envisagé pour des raisons de simplicité. De nombreuses technologies commerciales offrent des performances très intéressantes, mais souvent dans des domaines d'applications restreints. Ainsi, une approche sera préférée à une autre en fonction des caractéristiques de l'effluent (nature, composition, débit), des coûts et des performances désirées. Bien que le traitement biologique apparaisse le plus intéressant, il est le moins utilisé comparativement aux tours de lavage, aux filtres à charbon actifs ou aux incinérateurs.

Bibliographie

- AIHA (American Industrial Hygiene Association). *Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards*, Industrial Hygiene Association, Fairfax, Va, 1989.
- AIHA (American Industrial Hygiene Association). *Odors Threshold for Chemicals with Established Occupational Health Standards*, American Industrial Hygiene Association, Fairfax, VA, 1993.
- Alarie, Y. «Irritating properties of airborne materials to the upper respiratory tract», *Arch Environ Health*, 13, 1966, p. 433-449.
- Amoore, J. E. et E. Hautala. «Odor as an Aid to Chemical Safety: Odor Thresholds Compared with Threshold Limit Values and Volatilities for 214 Industrial Chemicals in Air and Water Dilution», *J Appl Toxicol*, 3, 1983, p. 272-290.
- Amoore, J. E. et E. Hautala. «Odor as an Aid to Chemical Safety: Odor Thresholds Compared with Threshold Limit Values and Volatilities for 214 Industrial Chemicals in Air and Water Dilution», *J Appl Toxicol*, 3, 1983, p. 272-290.
- Baldwin, C. M. et I. R. Bell. «Increased cardiopulmonary disease risk in a community-based sample with chemical odor intolerance: implications for women's health and health-care utilization», *Arch Environ Health*, 53, 5, 1998, p. 347-353.
- Bell, I. R., G. E. Schwartz, J. M. Peterson et D. Amend. «Self-Reported Illness from Chemical Odors in Young Adults Without Clinical Syndromes or Occupational Exposures», *Arch Environ Health*, 48, 1, 1993, p. 6-13.
- Bell, I. R., «White paper: neuropsychiatric aspects of sensitivity to low-level chemicals: a neural sensitization model», *Toxicol Ind Health*, 10, 4/5, 1994, p. 277-312.
- Bell, I. R., C. S. Miller, G. E. Schwartz, J. M. Peterson et D. Amend. «Neuropsychiatric and Somatic Characteristics of Young Adults with and without Self-Reported Chemical Odor Intolerance and Chemical Sensitivity», *Arch Environ Health*, 51, 1, 1996, p. 9-21.
- Berglund, B., U. Berglund, T. Lindvall et coll. «A quantitative principle of perceived intensity summation in odor mixtures», *J Exp Psychol*, 100, 1973, p. 29-38.
- Cain, W. S. «Contribution of the trigeminal nerve to perceived odor magnitude», *Ann NY Acad Sci*, 237, 1974, p. 28-34.
- Cain, W. S. «Indoor air as a source of annoyance», dans H. S. Koelega (rédacteur) *Environmental annoyance: characterisation, measurement and control*, Elsevier, Amsterdam, 1987.
- Cain, W. S. «Perception of odor intensity and the time course of olfactory adaptation», *ASHRAE Transactions*, 80, 1974, p. 53-75.
- Cain, W. S. «The case against threshold measurement of environmental odors», *JAPCA J Air Waste Ma*, 30, 1980, p. 1295-96.
- Cain, W. S. et H. R. Moskowitz. «Psychophysical Scaling of Odor», dans A. Turk, J. W. Johnston et D. G. Moulton (rédacteurs) *Human Responses to Environmental Odors*, Academic Press, N.Y., 1974, p.1-32.
- Cain, W. S. et J. E. Cometto-Muniz. «Irritation and odor as indicators of indoor pollution», *Occup Med*, 10, 1, 1995, p. 133-145.
- Calabrese, J. R., M. A. Kling et P. W. Gold. «Alteration in Immunocompetence during Stress, Bereavement, and Depression: Focus on Neuroendocrine Regulation», *Am J Psychiat*, 144, 1987, p. 1123-1134.
- Cavalini, P. M. «Industrial odorants: the relationship between modeled exposure concentrations and annoyance», *Arch Environ Health*, 49, 5, 1994, p. 344-51.
- Cometto-Muniz, J. E., M. R. Garcia-Medina et A. M. Calvino. «Perception of pungent odorants alone and in binary mixtures», *Chem Senses*, 14, 1989, p. 163-73.
- Dalton, P. «Odor perception and belief about risk», *Chem Senses*, 21, 1996, p. 447-458.
- Dalton, P., C. J. Wysocki, M. J. Brody et H. J. Lawley. «Perceived odor, irritation, and health symptoms following short-term exposure to acetone», *Am J Ind Med*, 31, 1997, p. 558-569.
- Dalton, P., C. J. Wysocki, M. J. Brody et H. J. Lawley. «The influence of cognitive bias on the perceived odor, irritation and health symptoms from chemical exposure», *Int Arch Occup Environ Health*, 69, 1997, p. 407-417.

- Deloraine, A., D. Zmirou, C. Tillier, A. Boucharlat et H. Bouti. «Case-control assessment of the short-term health effects of an industrial toxic waste landfill», *Environ Res*, 68, 1995, p. 124-132.
- Doty, R. L. «Olfactory communication in humans», *Chem Senses*, 6, 1981, p. 351-76.
- Flesh, R. D. et A. Turk. «Social and Economic Effects of Odors», dans P. N. Cheremisinoff et R. A. Young (rédacteurs) *Industrial Odor Technology Assessment*, Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, MI, 1975, p. 57-74.
- Guy, C. et T. Pagé. «Methodology for Odor Impact Evaluation», *Water Science & Technology*, sous presse, 2002.
- Hogart, J. *Vocabulaire de la santé publique*, Organisation Mondiale de la Santé, Bureau régional de l'Europe, Copenhague, 1977, p. 208.
- Hudon, G., C. Guy et J. Hermia., «Modeling Intensity Interactions in Odor Mixtures», *Adv Environ Res*, 3, 2000a, p. 412-423.
- Hudon, G., C. Guy et J. Hermia. «Measurement of Odor Intensity by an Electronic Nose», *J Air Waste Manage*, 50, 2000b, p. 174-185.
- Kilburn, K. H. «Is the human nervous system most sensitive to environmental toxins?», *Arch Environ Health*, 44, 1989, p. 343-344.
- Kipen, H. M., W. Hallman, K. Kelly-McNeil et coll. «Measuring chemical sensitivity prevalence: a questionnaire for population studies», *Am J Public Health*, 85, 1995, p. 574-77.
- Kjaergaard, S., O. F. Pedersen et L. Molhave. «Sensitivity of the eyes to airborne irritant stimuli: influence of individual characteristics», *Arch Environ Health*, 47, 1992, p. 45-50.
- Koren, H. S., D. E. Graham et R. B. Devlin. «Exposure of humans to a volatile organic mixture. III. Inflammatory response», *Arch Environ Health*, 47, 1992, p. 38-44.
- Kress-Rodgers, E., *Handbook of Biosensors and Electronic Noses*, CRC Press, Boca-Raton, 1996.
- Laboratoire Neurosciences et Systèmes Sensoriels. *Le système olfactif*, Université Claude-Bernard, Lyon. 1. Le système olfactif. univ-lyon1.fr/documentation/olfaction/index-home.htm
- Laing, D. G., A. Eddy et D. J. Best. «Perceptual Characteristics of Binary, Trinary, and Quaternary Odor Mixtures Consisting of Unpleasant Constituents.» *Physiol Behav*, 56, 1, 1994, p. 81-93.
- Lindvall, T. et T. P. Radford. «Measurements of annoyance due to exposure to environmental factors», *Environ Res*, 6, 1973, p. 1-36.
- Lorig, T. S., E. Huffman, A. Demartino et J. Demarco. «The Effects of Low Concentration Odors on EEG Activity and Behavior», *J Psychophysiol*, 5, 1991, p. 69-77.
- Manley, C. H. «Psychophysiological Effects of Odor», *Crit Rev Food Sci Nutr*, 33, 1, 1993, p. 57-62.
- Manley, C. H. «Psychophysiological Effects of Odor», *Crit Rev Food Sci Nutr*, 33, 1, 1993, p. 57-62.
- Miner, J. R. «Controlling Odors From Livestock Production Facilities: State-of-the art», dans *Livestock Waste: A Renewable Ressource*, Proceedings of the 4th International Symposium on Livestock Wastes, ASAE (American Society of Agricultural Engineers), St. Joseph, MI, 1980, p. 297-301.
- Odotech inc. «Odile: Olfactomètres à dilution dynamique», 1999 www.odotech.com
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé). *L'Organisation Mondiale de la Santé: Promotion de la santé: Concepts et principes en action - Un cadre de politique*, Bureau régional de l'Europe, 1986.
- Pagé, T. et C. Guy. «Odor Dispersion Modeling», 90th Annual Meeting, Air & Waste Management Association, Toronto, #97-TA35.05, 1997.
- Rosenstock, L. et M. R. Cullen. «Low-Level Environmental Exposures», dans *Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine*, W. B. Saunders Company, Philadelphie, 1994, p. 667-672.
- Rotton, J. «Affective and Cognitive Consequences of Malodorous Pollution», *Basic Appl Soc Psychol*, 4, 1983, p. 171-191.
- Schiffman, S. S. «Livestock Odors: Implications for human health and well-being», *J Anim Sci*, 76, 1998, p. 1343-55.
- Schiffman, S. S., E. A. Sattely Miller, M. S. Suggs et B. G. Graham. «The Effect of Environmental Odors Emanating from Commercial Swine Operations on the Mood of Nearby Residents», *Brain Res Bull*, 37, 4, 1995, p. 369-375.

- Selmi, D. et K. Manaster. *State Environmental Law*, Clark Boardman Co, N.Y., 1989.
- Shusterman, D. «Critical Review: The Health Significance of Environmental Odor Pollution», *Arch Environ Health*, 47, 1, 1992, p. 76-87.
- Silver, W. L. «The common chemical sense», dans T. E. Finger et W. L. Silver (rédacteurs) *Neurobiology of taste and smell*, John Wiley & Sons, New York, 1987, p. 65-87.
- Thu, K., K. J. Donham, R. Ziegenhorn, S. Reynolds, P. S. Thorne, P. Subramanian, P. Whitten et J. Stookesberry. «A control study of the physical and mental health of residents living near a large scale swine operation», *J Ag Safety Health*, 3, 1, 1997, p. 13-26.
- Truex, R. C. et M. B. Carpenter. *Human Neuroanatomy*, The William & Wilkins Co., Baltimore, 1964, 502 p.
- Verschut, C., H. M. E. Miedema, J. Blaauwbroek, P. H. Punter et K. D. Maiwald. «Koppeling stankconcentratie en stankbeleving», Publicatier-eks Lucht 98. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Leiden (en hollandais), cité par P. M. Cavalini «Industrial odorants: the relationship between modeled exposure concentrations and annoyance», *Arch Environ Health*, 49, 5, 1994, p. 344-351.
- Winneke, G. et J. Kastka. «Comparison of odour-annoyance data from different industrial sources : problem and implications», dans H. S. Koelega (rédacteur) *Environmental annoyance: characterization, measurement and control*, Elsevier, Amsterdam, 1987, p. 11-28.
- Winneke, G. et J. Kastka. «Odor Pollution and Odor Annoyance Reactions in Industrial Areas of the Rhine-Ruhr Region», dans J. Le Magnen et P. MacLeod (rédacteurs) *Olfaction and Taste*, VI, IRI, Press, Paris, Oxford, 1977, p. 471-479.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION (AIHA) (1989). *Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards*, Fairfax, Va.
- ANFOSSO-LÉDÉE, Fabienne, Claude AZAIS et Michel BÉRENGIER (2004). *Impacts sanitaires du bruit - Etat des lieux - Indicateurs bruit-santé*, Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale, 304 p.
- AUDET, Roch (2004). *État de la situation relative à Baronet inc. le 2004-06-09*. Sainte-Marie, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, 3 p.
- BERGLUND, Birgitta, LINDVALL, Thomas and SCHWELA, Dietrich H. (1999). *Guidelines for Community Noise*, Geneva, World Health Organization, 159 p.
- BABISCH, Wolfgang (2006). *Transportation Noise and Cardiovascular Risk. Review and Synthesis of Epidemiological Studies; Dose-effect Curve and Risk Estimation*. Berlin, WaBoLu-Hefte, 113 p.
- BARONET. Historique. *Site de la compagnie Baronet inc.*, [En ligne]. <http://www.baronet.ca/> (page consultée le 31 mai 2006).
- BOLDUC, Daniel G. (2003). *Gestion du risque en santé environnementale*. (chapitre 39), Dans Michel Gérin - Pierre Gosselin - Sylvaine Cordier - Claude Viau - Philippe Quénel - Éric Dewailly. *Environnement et santé. Fondements et pratiques*. Edisem, p. 975-994.
- CAIN, W.S. (1980). "The case against threshold measurement of environmental odors", *Journal of the Air Pollution Control Association*; 30, p.1295-1296.
- CANADIAN MORTGAGE AND HOUSING CORPORATION (1986). *Road and rail noise : effects on housing*, Ottawa, Canadian Mortgage and Housing Corporation, 118 p.
- CAVALINI, Pierre M. (1994). "Industrial odorants : the relationship between modeled exposure concentrations and annoyance", *Archives of Environmental Health*, September/October, vol. 49, n° 5, p. 344-351.
- CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC (CEAEQ) (2004). *Analyse de l'air ambiant à Sainte-Marie-de-Beauce, 5 au 8 juillet 2004, effectuée à la demande de la Direction régionale de la Chaudière-Appalaches du ministère de l'Environnement du Québec par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec dans le cadre du projet Baronet inc.*, Québec, 91 p.
- CIATTONI, Jean-Pascal (1997). *Le bruit*, Paris, Éditions Privat, 157 p. Coll. « Les Classiques santé ».

LISTE DES RÉFÉRENCES (SUITE)

- COMITÉ DE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC (1993). *Évaluation des impacts de grands projets sur la santé, Cahiers d'introduction à l'évaluation des impacts sur la santé*, Beauport, Cahier 3.
- DALTON, P., WYSOCKI, CJ, BRODY, MJ and LAWLEY, HJ, (1997a). *The influence of cognitive bias on the perceived odor, irritation and health symptoms from chemical exposure* International Archives of Occupational and Environmental Health, 69 p. 407-417.
- DALTON, P., WYSOCKI, CJ, BRODY, MJ and LAWLEY, HJ, (1997b). *Perceived odor, irritation, and health symptoms following short-term exposure to acetone*, American Journal of Industrial Medicine, 31, p. 558-569.
- DALTON, Pamela (1996). *Odor perception and belief about risk*, Chemical Senses, 21, p. 447-458.
- DESSUREAULT, Mario (2004). *Interprétation des mesures de bruit ayant pour but d'évaluer les impacts sonores associés à l'exploitation de l'entreprise Baronnet inc. de Sainte-Marie-de-Beauce / Révision de l'expertise technique datée du 20 mars 2004*, Québec, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques du secteur industriel, Service de la qualité de l'atmosphère, 7 p.
- ENHEALTH COUNCIL (2004). *The health effects of environmental noise - other than hearing loss*, Canberra, Australian Government Department of Health and Ageing, Commonwealth of Australia, 71 p.
- GINGRAS, Benoît (1992). *Le bruit communautaire relié aux activités d'une fonderie située à Sainte-Claire : impact sur la santé des citoyens*, Lévis, DSC de l'Hôtel-Dieu de Lévis, 9 p.
- GINGRAS, Benoît, Christophe GUY et Thierry PARÉ (2003) (Chapitre 19). Dans Michel Gérin - Pierre Gosselin - Sylvaine Cordier - Claude Viau - Philippe Quénel - Éric Dewailly; *Environnement et santé. Fondements et pratiques*. Edisem, p. 499-515.
- GOSSELIN, Pierre (2003) (Chapitre 37). Dans Michel Gérin - Pierre Gosselin - Sylvaine Cordier - Claude Viau - Philippe Quénel - Éric Dewailly. *Environnement et santé. Fondements et pratiques*. Edisem, p. 925-955.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (1981). *Règlement sur la qualité de l'atmosphère*, R.R.Q. c. Q-2, r. 20.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (1977). *Loi sur la qualité de l'environnement*, L.R.Q., c. Q-2, art.20-31.0.1.

LISTE DES RÉFÉRENCES (SUITE)

- HÉROUX, M., PAGÉ, T., GÉLINAS, C., et GUY, C. (2004) *Evaluating odour impacts from a landfilling and composting site: involving citizens in the monitoring*. Water Science & Technology, vol 50, n° 4, p. 131–137 © IWA Publishing.
- JAUBERT, J.-N. (2005). *Les odeurs dans l'air: de la pollution osmique à la gêne olfactive*. Environnement, Risques et Santé; vol. 4, n° 1, p. 51-61.
- LAJOIE, Pierre (1997). « Particules dans l'atmosphère : des normes plus sévères pour protéger la santé ». *Bulletin d'information en santé environnementale (BISE)*, vol. 8, n° 3, p. 1-4.
- LARES (Large Analysis and Review European housing and Health Status) dans RODRIGUES, C. (2005). *Les travaux et recommandations de l'OMS dans le domaine "bruit environnemental - santé"*. Organisation Mondiale de la santé, Bureau régional pour l'Europe (Bonn), 4^e assise sonore, Avignon, 28 p.
- LECLERC, Jean-Marc, Monique BEAUSOLEIL, Luc LEFEBVRE et coll. (2001). *Commentaires sur le projet de règlement modifiant le Règlement sur la qualité de l'atmosphère*. Document préparé par L'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) pour le Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS), 6 p.
- LEDUC, Richard (2005). *Note de service – Baronet*. Québec, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service des avis et expertises, 3 p.
- LÉVESQUE, Benoît et Denis GAUVIN (1996). « Le bruit communautaire ». *Bulletin d'information en santé environnementale (BISE)*, vol. 7, n° 1, p. 4-6.
- LINDVALL, T. et TP RADFORD (1973). *Measurements of annoyance due to exposure to environmental factors*, Environmental Research; 6, p.1-36.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP) *Critères de qualité de l'air, Critères par substance, Acétone*, [En ligne].
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/air/criteres/fiches.pdf> (page consultée le 1er novembre 2006).
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT (2001). *Certificat d'autorisation pour l'exploitation d'une usine de fabrication de meubles en bois - N/Dossier 7610-12-01-00035-01 120009567*, Sainte-Marie, Ministère de l'Environnement, Direction régionale de la Chaudière-Appalaches, 9 mai 2001, 2 p.

LISTE DES RÉFÉRENCES (SUITE)

- MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX (1999). *Évaluation et gestion du risque toxicologique au Québec. Principes directeurs d'évaluation du risque toxicologique pour la santé humaine*, Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux, 57 p.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS) (1948). *Préambule à la Constitution de l'Organisation mondiale de la Santé*, tel qu'adopté par la Conférence internationale sur la Santé, New York, 19-22 juin 1946; signé le 22 juillet 1946 par les représentants de 61 États. 1946; (Actes officiels de l'Organisation mondiale de la Santé, n° 2, p. 100) et entré en vigueur le 7 avril 1948.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS) (1978). *Déclaration d'Alma-Ata*, Conférence internationale sur les soins de santé primaires, Alma-Ata, URSS, 6-12 septembre 1978.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS) (2001). *Résumé d'orientation des Directives de l'OMS relatives au bruit dans l'environnement*. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 18 p.
- PAGÉ, Thierry. et Christophe GUY (1997). "Odor Dispersion Modeling", 90th Annual Meeting, Air & Waste Management Association, Toronto, #97-TA35.05.
- PICHETTE, Claude (2004a). *Rapport de mesures acoustiques diurnes effectuées le 1^{er} septembre 2004 dans le quartier résidentiel entourant l'usine Baronet inc. à Sainte-Marie - Rapport d'inspection N/Dossier : 7610-12-01-00035-00 et N/Intervention : 300174414*, Sainte-Marie, Ministère de l'Environnement, Direction régionale de la Chaudière-Appalaches, 33 p.
- PICHETTE, Claude (2004b). *Rapport de mesures acoustiques nocturnes et diurnes effectuées le 28 octobre et le 3 novembre 2004 dans le quartier résidentiel entourant l'usine Baronet inc. à Sainte-Marie - Rapport d'inspection N/Dossier : 7610-12-01-00035-00 et N/Intervention : 300185841*, Sainte-Marie, Ministère de l'Environnement, Direction régionale de la Chaudière-Appalaches, 48 p.
- SANTÉ CANADA (1989). *Lignes directrices nationales visant la limitation du bruit extérieur. Méthodes et concepts relatifs à l'élaboration de règlements en matière de bruit extérieur pour le Canada*, Ottawa, Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social, Direction de l'hygiène du milieu, Groupe de travail sur le bruit extérieur du Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail, 88 p.

LISTE DES RÉFÉRENCES (SUITE)

- SANTÉ CANADA ET ENVIRONNEMENT CANADA (1998). *Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant quant aux matières particulaires, Sommaire*, Ottawa, Gouvernement du Canada, Groupe de travail fédéral-provincial de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement sur les objectifs et les lignes directrices de la qualité de l'air, 28 p.
- SELMI, D. and K. MANASTER (1989). *State Environmental Law*, New York, Clark Boardman Co.
- STATISTIQUE CANADA (2004). *Taille du ménage et nombre de pièces pour les logements privés occupés, pour le Canada, les provinces, les territoires, les divisions de recensement, les subdivisions de recensement et les aires de diffusion, recensement de 2001 - Données-échantillon (20 %), n° au catalogue 95F0323XCB01001*.
- TRIEBE, Robert W. (2005). "VOC & Odour reduction ; Is there a correlation ?" *Environmental Nuisances: Noise, Odour and Fugitive Dust*; Conference Held in Mississauga, Ontario, Canada - May 9-11, 2005.
- VERSCHUT, C., H.M.E. MIEDEMA, J. BLAAUWBROEK, P.H. PUNTER and K.D, MAIWALD (1991). Koppeling stankconcentratie en stankbeleving. Publicatier-eks Lucht 98. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer : Leiden, (en hollandais). Cité dans Cavalini, Pierre M., 1994. "Industrial odorants : the relationship between modeled exposure concentrations and annoyance". *Archives of Environmental Health*, September/October, vol. 49 n°. 5.
- VILLE DE SAINTE-MARIE (2001). *Règlement numéro 700-90 et ses amendements sur les zones industrielles*, Sainte-Marie, 7 p.
- VILLE DE SAINTE-MARIE (2003). *Règlement numéro 1252-2003 sur les nuisances*, Sainte-Marie, 11 p.
- WALSH, Pierre (2005). *Analyse des résultats du rapport du laboratoire mobile TAGA du Centre d'expertise en analyses environnementales (CEAEQ) : Analyse de l'air ambiant à Sainte-Marie-de-Beauce du 5 au 8 juillet 2004*, Québec, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 57 p.
- WILKINS, P.A. and A.M. MARTIN (19878). *The Effect of Hearing Protectors on the Perception of Warning and Indicator Sounds –A General Review*. Southampton, Institute of Sound and Vibration Research, University of Southampton, 219 p., Technical Report No. 98.
- WINNEKE, G. and J. KASTKA (1987). "Comparison of odour-annoyance data from different industrial sources : problem and implications". In Koelega H.S., (ed). *Environmental annoyance : Characterization. Measurement and Control*. Elsevier, Amsterdam, p. 128-138.