

**Validation d'une méthode d'évaluation  
des insecticides organophosphorés  
en milieu de travail**



**ÉTUDES ET  
RECHERCHES**

Nicole Goyer

Février 1989 T-11

GUIDE TECHNIQUE



**IRSST**  
INSTITUT DE RECHERCHE  
en santé et en sécurité  
du travail du Québec

## La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

### ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal  
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications  
505, boul. de Maisonneuve Ouest  
Montréal (Québec)  
H3A 3C2  
Téléphone : (514) 288-1 551  
Télécopieur: (514) 288-7636  
Site internet : [www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)  
© Institut de recherche en santé  
et en sécurité du travail du Québec,

# Validation d'une méthode d'évaluation des insecticides organophosphorés en milieu de travail

Nicole Goyer  
Programme soutien analytique, IRSST

ÉTUDES ET  
RECHERCHES

**GUIDE TECHNIQUE**

## TABLE DES MATIÈRES

	Page
REMERCIEMENTS .....	i
SOMMAIRE .....	ii
1. INTRODUCTION .....	1
2. RÉSUMÉ DE LA TOXICITÉ DES PESTICIDES ORGANOCHLORÉS .....	3
3. MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE .....	7
4. ESSAIS EN MILIEU DE TRAVAIL .....	9
4.1 Description des techniques d'épandage d'insecticides..	9
4.2 Résultats des échantillonnages.....	10
4.3 Discussion.....	14
5. CONCLUSION .....	17
6. RÉFÉRENCES .....	19

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Normes et indice biologique d'exposition aux pesticides organophosphorés en milieu de travail..	5
Tableau 2 : Concentrations d'insecticides mesurées à la préparation de la solution d'épandage.....	11
Tableau 3 : Concentrations d'insecticides mesurées à l'arrosage.....	12
Tableau 4 : Insecticides décelés sur les bandelettes.....	13

## REMERCIEMENTS

Ce guide n'aurait pu être réalisé sans la collaboration de plusieurs personnes. À l'IRSST, mentionnons Daniel Drolet, chimiste et Josée Poulin, technicienne, tous deux du programme Hygiène et toxicologie, pour la mise au point de la méthode analytique et l'analyse des échantillons.

Des remerciements sont adressés à messieurs Jean Timmons, Gaston Dufour et Jacques Richard du CLSC Soc de Sherbrooke, Yves Maurier du CLSC Joliette et à madame Catherine Daoust du DSC - Rimouski, pour la réalisation des échantillonnages sur le terrain.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance à madame Claudette Tessier pour le travail de dactylographie de ce texte.

## SOMMAIRE

Les pesticides font souvent partie intégrante des programmes de lutte ou de contrôle des ravageurs des récoltes. Cependant, leur usage comporte des dangers et des risques pour la population en général mais aussi et de façon plus aiguë, pour les utilisateurs. Parmi ces pesticides, les organophosphorés utilisés comme insecticides ont une toxicité élevée et leur action biologique sur l'humain se situe principalement au niveau de l'inhibition des cholinestérases.

L'évaluation de l'exposition des utilisateurs doit tenir compte des concentrations d'insecticides dans l'air et aussi des dépôts sur les vêtements et la peau puisque leur absorption peut être respiratoire et cutanée. La méthode de prélèvement mise au point consiste en une mousse de polyuréthane à travers laquelle un volume d'air est aspiré. L'analyse se fait par chromatographie gazeuse avec détecteur spécifique à l'azote et au phosphore (NPD). Cette méthode a été mise au point et essayée sur le terrain pour quatre composés: diazinon, diméthoate, malathion et parathion.

Les essais sur le terrain montrent que la méthode s'applique à toutes les opérations de préparation et d'épandage d'insecticides. Le nombre restreint d'échantillons permet difficilement de tirer des conclusions quant aux risques d'exposition des travailleurs; les concentrations mesurées en zone respiratoire étaient toutes très faibles. Cependant, les résultats obtenus au niveau des poignets et des chevilles mettent en évidence le fait qu'il peut y avoir contact cutané et qu'un certain nombre de règles de manipulation et de mesures de prévention doivent être suivies pour assurer la protection des utilisateurs.

## 1. INTRODUCTION

L'utilisation des pesticides est répandue dans les domaines de la sylviculture et des grandes cultures maraîchères tout comme dans un nombre important d'activités où le contrôle ou la destruction des espèces animales et végétales indésirables est justifié. Selon la cible visée par leur action, les pesticides se classent en insecticides, herbicides, fongicides, acaricides, molluscicides, nématocides, rodenticides, désinfectants, régulateurs de croissance, fumigants du sol et répulsifs. Cette énumération explique le nombre considérable de produits chimiques, de mélanges et de formulations disponibles aux utilisateurs. L'étude des ventes de pesticides à des fins agricoles, pour l'année 1982 a permis d'identifier 450 produits commerciaux représentant 186 substances actives. De ce nombre, les insecticides de la classe des organophosphorés ont été retenus car ils sont parmi les plus utilisés au Québec et les plus toxiques. Les organophosphorés représentaient en 1982 plus de 45 % du total des ventes des insecticides, acaricides, nématocides et insectifuges (1). Les demandes adressées au laboratoire de l'IRSST reflètent l'inquiétude des intervenants en santé et sécurité au travail face aux risques pour la santé que présentent ces composés.

Une méthode d'échantillonnage et d'analyse des organophosphorés dans l'air a donc été mise au point et essayée lors de l'épandage d'insecticides sur les arbres décoratifs et autres conifères. Cette méthode a été appliquée à quatre composés soit le diazinon, le diméthoate, le malathion et le parathion. Des essais ont également été faits avec des bandelettes placées autour des poignets et des chevilles des travailleurs afin de déceler le risque par contact cutané.

## 2. RÉSUMÉ DE LA TOXICITÉ DES COMPOSÉS ORGANOPHOSPHORÉS

En fonction de leur mécanisme d'action sur les insectes, les organophosphorés sont dits de contact ou systémiques. Les insecticides de contact ou externes demeurent à la surface du végétal et leur pouvoir de pénétration est plus ou moins grand. Ils agissent sur les insectes par contact. On y retrouve le diazinon, le malathion et le parathion. Les insecticides systémiques ou à action interne pénètrent dans les tissus des végétaux et sont répartis par la sève à l'intérieur de la plante; ils agissent sur les insectes lors de l'ingestion. Le diméthoate est un insecticide systémique. Leur activité biologique explique leur efficacité comme insecticide et leur toxicité élevée chez les humains et les animaux domestiques (2, 3).

Compte-tenu de leurs propriétés physico-chimiques, la pénétration des organophosphorés est rapide par toutes les voies: digestive, cutanée et respiratoire. En milieu de travail, le contact cutané est la voie d'absorption la plus probable à cause des manipulations et de la formulation liquide peu volatile des produits. Leur solubilité dans les graisses influence leur toxicité. Dans l'organisme, ils circulent liés aux protéines. La plupart sont oxydés et hydrolysés. Leurs métabolites sont excrétés dans l'urine.

L'activité biologique reconnue de ces composés chez les humains est l'inhibition de l'activité enzymatique des cholinestérases au niveau de la cellule nerveuse. L'acétylcholine sert de médiateur chimique assurant la transmission de l'influx nerveux entre deux neurones. Son action est temporaire, soit uniquement le temps nécessaire à la transmission. Elle doit ensuite être hydrolysée par les cholinestérases pour permettre éventuellement une autre transmission de l'influx nerveux. Suite à l'inhibition des cholinestérases par les organophosphorés, l'acétylcholine ne peut être hydrolysée entraînant ainsi une excitation continue des nerfs.

Les symptômes cliniques de l'intoxication aiguë à ces composés dépendent de l'intensité de l'activité anti-cholinestérase des produits en cause. Les premiers effets, dits muscariniques comportent des troubles digestifs: nausées, vomissements,

diarrhées, douleurs abdominales, sensation de profond malaise; des troubles de sécrétions: larmoiement, sudation, salivation et des troubles respiratoires. Suivent les effets nicotiniques incluant la fibrillation musculaire, de la faiblesse et des crampes musculaires. La paralysie des muscles respiratoires survient lors d'intoxications sévères. Finalement, surviennent les effets résultant d'une accumulation de l'acétylcholine dans le système nerveux central: céphalées, vertiges, convulsions, coma et éventuellement la mort par paralysie du centre respiratoire (2, 3, 4).

Pour les organophosphorés, l'effet cumulatif est faible. Cependant, chaque exposition peut augmenter l'effet inhibiteur sur les cholinestérases du système nerveux. Lorsque cette inhibition devient importante, des symptômes similaires à ceux de l'intoxication aiguë apparaissent: céphalées, étourdissements, fatigue, perturbations du sommeil et de l'appétit (3, 4).

Les organophosphorés peuvent également causer des dermatites de contact. Une étude de 202 cas, menée au Japon, localise les régions les plus sujettes aux dermatites comme étant les doigts, la figure, les avant-bras et le cou (5). De ces patients, 25 % présentaient également des symptômes d'empoisonnement aigu.

La toxicité relative des pesticides organophosphorés est exprimée en fonction de leur dose létale 50 (DL<sub>50</sub>) c'est-à-dire la dose qui, dans les 14 jours suivant l'administration, cause la mort de la moitié des animaux de l'expérience. Le parathion est considéré hautement toxique, le diazinon et le diméthoate sont très toxiques et la malathion a une toxicité modérée (3). Le Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec se basant sur le fait qu'ils peuvent empoisonner les abeilles lors des pulvérisations, classe ces quatre pesticides comme étant très toxiques (6).

Les normes d'exposition en milieu de travail sont présentées au tableau 1.

**TABLEAU 1: NORMES ET INDICES BIOLOGIQUES D'EXPOSITION AUX PESTICIDES ORGANO-PHOSPHORÉS EN MILIEU DE TRAVAIL**

COMPOSÉ	RQMT, (a) S-2.1, N.15	TLV et BEI, (b) ACGIH	CMA, (c) URSS
Diazinon	0,1 mg/m <sup>3</sup> (8 hres) T 0,3 mg/m <sup>3</sup> (15 min.)	0,1 mg/m <sup>3</sup> (8 hres) T	---
Diméthoate	---	---	0,5 mg/m <sup>3</sup>
Malathion	10 mg/m <sup>3</sup> (8 hres) T	10 mg/m <sup>3</sup> (8 hres) T	0,5 mg/m <sup>3</sup>
Parathion	0,1 mg/m <sup>3</sup> (8 hres) T 0,3 mg/m <sup>3</sup> (15 min.)	0,1 mg/m <sup>3</sup> (8 hres) T	0,05 mg/m <sup>3</sup>
Activité des cholinestérases des globules rouges	---	70 % du taux de base de l'individu	---

T = toxicité cutanée

(a) Règlement sur la qualité du milieu de travail. S-2.1, r. 15. Québec, 21 septembre 1982.

(b) Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1987-1988. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Cincinnati, Ohio, 1987.

(c) Concentrations maximales admissibles, URSS (3)

### **3. MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE**

Compte tenu de la capacité d'absorption des insecticides organophosphorés par voies cutané et respiratoire et considérant la nature liquide ou solide et non volatile des formulations utilisées, l'évaluation des risques d'exposition des travailleurs doit tenir compte des concentrations d'insecticides dans l'air et des dépôts sur les vêtements et la peau.

Plusieurs études ont été faites relativement aux techniques d'échantillonnage des pesticides dans l'air. Davis (7) en fait une revue assez complète dans son article. La technique la plus récente et la plus pratique utilise des tubes adsorbants de type chromosorb, tenax, charbon actif ou mousse de polyuréthane. Cette dernière donne des taux d'adsorption élevés et des récupérations supérieures à 90 % pour les pesticides de la classe des organophosphorés (8, 9, 10, 11, 12). Le ministère de l'énergie et des ressources du Québec (12) a adapté cette technique au dosage du fénitrothion, un composé de la classe des organophosphorés. L'IRSST a mis au point cette méthode pour quatre organophosphorés soit le diazinon, le diméthoate, le malathion et le parathion (13).

#### **Préparation des tubes:**

Selon cette méthode, les insecticides sont trappés sur une mousse commerciale de polyuréthane, contenue dans des tubes en verre d'environ 7 cm de longueur. La mousse est prélavée à l'acétate d'éthyle.

#### **Échantillonnage de l'air:**

Le débit d'échantillonnage est de 1 à 2 litres par minute et le volume minimal requis est de 10 litres. Avant et après l'échantillonnage, les tubes doivent être bouchés et enveloppés de papier aluminium. Le tube échantillonné doit être conservé au froid.

#### **Analyse:**

Le dosage est fait par chromatographie en phase gazeuse utilisant un détecteur spécifique à l'azote et au phosphore. Une

colonne capillaire d'OV-17 est utilisée. Les limites de détection et les concentrations correspondantes au volume d'échantillonnage recommandé de 10 litres sont:

diazinon	:	0,1 ug	soit	10 ug/m <sup>3</sup>
diméthoate	:	0,08 ug	soit	8 ug/m <sup>3</sup>
malathion	:	25 ug	soit	2,5 mg/m <sup>3</sup>
parathion	:	0,2 ug	soit	20 ug/m <sup>3</sup>

Un plus grand volume d'échantillonnage abaisse les limites de détection exprimées en ug/m<sup>3</sup>.

#### **Exposition cutanée:**

Pour déceler l'exposition cutanée, différents matériaux ont été essayés. Ils doivent être suffisamment absorbants pour retenir l'insecticide projeté sous forme de gouttelettes liquides et suffisamment poreux pour retenir les particules lorsque l'insecticide est sous forme de poudre. Davis (7) a également passé en revue les différentes études sur la mesure de l'exposition cutanée aux pesticides tant au niveau des matériaux utilisés que des endroits de contact à évaluer sur le travailleur. Dans le cas présent, la mousse de polyuréthane a été retenue parce que d'une part son efficacité a été démontrée et que d'autre part, la méthode d'extraction et d'analyse a déjà été mise au point avec les tubes contenant cette même mousse.

La localisation des systèmes d'échantillonnage sur le travailleur doit tenir compte des probabilités d'exposition notamment des régions non protégées par les vêtements tels que les mains, les bras, la figure, le cou et autres dépendant de l'habillement. Les mains sont habituellement les plus exposées; elles reçoivent de 70 à 90 % de la dose (7, 14, 15). Lors de l'épandage terrestre à pied, la partie inférieure des jambes et les pieds peuvent entrer en contact avec les insecticides s'ils ne sont pas adéquatement protégés. Lors des essais sur le terrain, des bandelettes de polyuréthane de 30 cm de longueur, de 0,5 cm d'épaisseur et de 2 cm de largeur ont été fixées aux poignets et aux chevilles des travailleurs.

#### 4. ESSAIS EN MILIEU DE TRAVAIL

La méthode mise au point par l'IRSST, pour l'échantillonnage et l'analyse des insecticides organophosphorés a été utilisée par des intervenants en santé et sécurité du travail lors de l'arrosage de conifères au printemps et à l'été 1987 et 1988.

##### 4.1 Description des techniques d'épandage

L'épandage d'insecticides se divise en trois grandes étapes: la préparation de la solution d'insecticides aussi appelée bouillie, son chargement dans les réservoirs et l'arrosage sur le terrain.

Les utilisateurs obtiennent les insecticides habituellement sous deux formes: un concentré émulsifiable liquide ou une poudre mouillable. Ces produits sont dilués dans l'eau. Le préposé au mélange peut effectuer une première dilution de l'insecticide dans un petit volume de 1 à 5 litres d'eau. Cette solution est ensuite versée dans le réservoir d'épandage déjà rempli partiellement d'eau. Le volume d'eau est ensuite complété. Dans d'autres cas, l'insecticide est ajouté directement dans un réservoir rempli d'eau et le mélange se fait par un système de brassage automatique dans lequel une pompe aspire le liquide au bas du réservoir et le réinjecte au centre de celui-ci par des jets latéraux entrecroisés. Lors de ces opérations de mélange et de remplissage, les risques de contact cutané et d'inhalation des insecticides peuvent être importants notamment en cas de déversement accidentel ou de mauvaises manipulations.

L'arrosage se fait par voie aérienne ou par voie terrestre motorisée ou non. Lors d'épandages aériens, le pilote peut être exposé aux vapeurs d'insecticides si le système n'est pas entièrement étanche. Au sol, aucun travailleur ne doit être présent sur les lieux lors d'un épandage aérien.

L'épandage terrestre motorisé se fait à partir d'un appareil pulvérisateur monté sur une remorque attelée à un tracteur muni ou non d'une cabine; celle-ci peut-être climatisée. Différents systèmes de pulvérisation sont utilisés: canon oscillant, canon

fixe, jets au sol ou buses. Lors de l'arrosage, le conducteur dirige son tracteur de façon à ce que le vent éloigne la bruine d'insecticides pulvérisés.

#### 4.2 Résultats des échantillonnages

Les échantillonnages en milieu de travail couvrent cinq épandages de diméthoate, deux de malathion et un de diazinon sur des cultures de conifères. Un deuxième épandage de diazinon à l'intérieur d'un édifice a également été évalué.

Lors de la préparation de la solution d'insecticide, des prélèvements ont été faits dans la zone respiratoire du travailleur. Les résultats sont présentés au tableau 2. Lors de l'arrosage, les prélèvements ont été faits en zone respiratoire de l'opérateur de tracteur et à l'extérieur sur le réservoir d'insecticide et les résultats sont rapportés au tableau 3.

Lors de certaines de ces opérations, des bandelettes de mousse de polyuréthane ont été fixées aux poignets et aux chevilles des travailleurs afin de déceler la possibilité de risque par contact cutané. Les résultats sont donnés au tableau 4.

Tous les épandages évalués ont été faits par tracteur avec cabine sauf celui à l'intérieur d'un édifice fait à l'aide d'un pulvérisateur manuel.

**TABEAU 2: CONCENTRATIONS D'INSECTICIDES MESURÉES À LA PRÉPARATION DE LA SOLUTION D'ÉPANDAGE**

INSECTICIDE	DURÉE DE L'OPÉRATION (minutes)	DURÉE D'ÉCHANTILLONNAGE (minutes)	CONCENTRATION
Diméthoate - Air	15	15	ND (< 3,5 ug/m <sup>3</sup> )
	10	10	ND (< 5,3 ug/m <sup>3</sup> )
	49	49	1,4 ug/m <sup>3</sup>
	19	19	11,3 ug/m <sup>3</sup>
	11	19	0,7 ug/m <sup>3</sup> (12*)
	37	37	ND (< 1,0 ug/m <sup>3</sup> )
Malathion - Air	35	150	ND (< 103 ug/m <sup>3</sup> )
	35	163	ND (< 104 ug/m <sup>3</sup> )

ND = Non décelé (< concentration calculée en tenant compte de la limite de détection en ug et du volume d'échantillonnage).

\* Le résultat inscrit entre parenthèses est obtenu en rapportant la quantité d'insecticide retrouvée sur la durée de l'opération seulement.

TABLEAU 3: CONCENTRATIONS D'INSECTICIDES MESURÉES À L'ARROSAGE

INSECTICIDE	TAUX D'APPLICATION	DURÉE D'ÉPANDAGE (minutes)	DURÉE D'ÉCHANTILLONNAGE (minutes)	CONCENTRATION D'INSECTICIDE (ug/m <sup>3</sup> )		REMARQUE
				TRAVAILLEUR (OP)	TRACTEUR (TR)	
Diméthoate	5,7 g/L 1500 L	105	105 (OP) 107 (TR)	32,0	11,2	Cabine ventilée avec filtre à poussières. Canon oscillant.
	3 g/L 160 L	24	43 (OP)	1,8 (3,2)*	—	Cabine Jets au sol
	3,2 g/L 1100 L	49	57 (OP) 54 (TR)	ND(<0,9)	2,6	Cabine ventilée avec filtre à poussières. Climatisation arrêtée pendant l'épandage. Fenêtre entrouverte. Canon fixe.
	1,4 g/L 700 L	88	191 (OP) 186 (TR)	0,2 (0,4)*	3,9 (8,2)*	Cabine. Fenêtres et portes ouvertes en fonction de température et direction du vent.
	3 g/L 1800 L	77	77	ND(<0,5)	—	Tracteur sans cabine.
Diazinon	1,4 g/L 700 L	36	89 (OP) 87 (TR)	ND(<1,1)	14 (33,8)*	Cabine. Fenêtres et portes ouvertes en fonction de température et direction du vent.
	6,9 g/L 2L	66	66 (OP)	ND(<1,5)	—	Intérieur d'un édifice. Pulvérisateur manuel.
Malathion	1,4 g/L 700 L	111	173 (OP) 167 (TR)	ND(<86)	ND(<89)	Cabine. Fenêtres et portes ouvertes en fonction de température et direction du vent.
	1,9 g/L 1425 L	70	70 (OP)	ND(<200)	—	Cabine ventilée avec filtre au charbon.

OP = Opérateur de tracteur

TR = Réservoir d'insecticide accroché au tracteur

ND = Non décelé ( concentration calculée en tenant compte de la limite de détection en ug et du volume d'échantillonnage).

\* Les résultats inscrits entre parenthèses sont obtenus en rapportant la quantité d'insecticide retrouvée sur la durée de l'opération seulement.

TABLEAU 4: INSECTICIDES DÉCELÉS SUR LES BANDELETTES

INSECTICIDE	OPÉRATION DURÉE (minutes)	DURÉE D'ÉCHAN- TILLONNAGE (minutes)	LOCALISA- TION BAN- DELETTE	QUANTITÉ	
				ug	ug/min
Diméthoate	Préparation (15)	15	Poignet	1,9	0,13
				2,3	0,15
			Cheville	12,9	0,86
				1,9	0,13
Diazinon	Application manuelle à l'intérieur (52)	52	Poignet	140	2,7
				80	1,5
			Cheville	125	2,4
				170	3,3
Malathion	Préparation + appli- cation à l'extérieur (34)	34	Poignet	40	1,2
			Cheville	<25	<0,7

### 4.3 Discussion

Le nombre restreint d'échantillons nous permet difficilement de tirer des conclusions quant à l'importance de l'exposition des travailleurs lors de la préparation ou lors de l'épandage d'insecticides. Certaines observations peuvent cependant être ressorties de ces mesures au niveau de l'applicabilité de la méthode et des risques d'exposition des travailleurs.

- La méthode développée pour évaluer les concentrations d'insecticides dans l'air s'applique à toutes les opérations d'épandage. Elle permet de détecter de très faibles quantités d'insecticides d'où la possibilité de faire des échantillonnages de courte durée lorsque les opérations l'exigent comme par exemple, lors de la préparation des solutions.
- La méthode développée pour détecter les concentrations d'insecticides qui se déposent au niveau des poignets et des chevilles s'applique bien du point de vue analytique. Cette stratégie permet de mettre en évidence les possibilités de contact cutané avec les insecticides, lors des différentes opérations sans toutefois conduire à l'évaluation de l'exposition cutanée totale. La localisation au niveau des chevilles et des poignets a été favorisée car ils correspondent aux parties du corps les plus susceptibles d'être atteintes.
- Lors de la préparation des solutions d'insecticides, les concentrations mesurées dans l'air sont faibles. La très faible volatilité des produits explique ces résultats et montre ainsi que les risques à la santé proviennent surtout du contact cutané pouvant survenir lors des manipulations. Ainsi le résultat plus élevé obtenu pour une des chevilles lors de l'application de diméthoate provient d'une éclaboussure montrant bien ainsi la nécessité d'appliquer des règles de manipulation et de prévention rigoureuses.

- Lors de l'arrosage, les concentrations d'insecticides dans l'air sont également faibles autant au niveau du travailleur que sur le tracteur. Comme attendu, les concentrations sont plus élevées à l'extérieur de la cabine sauf dans un des cas. Dans ce cas particulier, il a pu y avoir infiltration dans la cabine lorsque le tracteur s'est déplacé dans la ligne d'arrosage. Les résultats sur bandelettes montrent que pour cette opération aussi, il y a des risques de contact cutané et ce risque apparaît plus élevé lors de l'application manuelle.

## 5. CONCLUSION

La méthode mise au point pour l'échantillonnage et le dosage de quatre organophosphorés dans l'air ou déposés sur une surface permet de déceler de très faibles quantités de produits. Cette méthode s'adapte bien à toutes les étapes de préparation et d'épandage de ces produits.

Les concentrations mesurées de pesticides dans l'air sont faibles. Cependant, le nombre de mesures est restreint et peu de conditions différentes d'épandage ont été évaluées.

Les résultats obtenus sur bandelettes mettent bien en évidence les risques de contact cutané avec ces produits. Des règles de manipulation et des mesures de prévention doivent donc être appliquées à cause de la toxicité même des produits en cause et de leur capacité de pénétration par voie cutanée. Lorsque les composés organophosphorés ne peuvent être remplacés par des produits moins toxiques, les travailleurs doivent être informés d'une part, des risques, des propriétés toxiques et des signes d'empoisonnement reliés à ces produits et d'autre part, des précautions à prendre lors de la manipulation de ces produits. Les règles élémentaires de sécurité et d'hygiène s'appliquent lors de l'entreposage des produits, de leur préparation, de l'épandage, du nettoyage du matériel d'arrosage, du nettoyage et de l'entreposage des équipements de protection personnelle.

Une évaluation environnementale de l'exposition des travailleurs dans différentes conditions de travail permettra d'identifier plus spécifiquement les opérations à risques. Dans le cas où l'exposition est non négligeable, un suivi biologique du travailleur est possible par la mesure de l'activité des cholinestérases plasmatiques.

## 6. RÉFÉRENCES

- (1) Gouvernement du Québec. Ministère de l'environnement et Environnement Canada. Les pesticides en agriculture au Québec en 1982. Mai (1984).
- (2) Rudler. Composés organiques du phosphore: organophosphorés. Encyl. Med. Chir., Intoxications 16058 S-70, (12-1984). France.
- (3) Bureau International du Travail. Médecine, hygiène, sécurité du travail. Genève. II. (1974).
- (4) Lauwerys R. Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. 2<sup>e</sup> édition, Masson, Paris (1982).
- (5) Matsushita, T., Aoyama, K., Yoshimi, K., Fujita, Y. et Ueda, A. Allergic Contact Dermatitis from Organophosphorus Insecticides. Industrial Health, 23 no. 2 p. 145-53 (1985).
- (6) Gouvernement du Québec. Pesticides recommandés par le Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation. Service de recherche en défenses des cultures. Québec (1985).
- (7) Davis, J.E. Procedures for Dermal and Inhalation Studies to Assess Occupational Exposure to Pesticides. Determination and Assessment of Pesticide Exposure. Studies in environmental Science 24. Édité par Marie Siewierski. Elsevier (1984).
- (8) Watts, R.R., US EPA Publication EPA-600 8-80-038, Research Triangle Park, North Carolina (1980).
- (9) Lewis, R.G., Jackson, M.D., McLeod, K.E., US EPA Publication EPA-600/2-80-180, Research Triangle Park, North Carolina (1980).
- (10) Leidy, R.B, Wright, C.G. et Dupree, H.E. Concentration and Movement of Diazinon in Air. J. Environ Sci Health, 17, no. 4 p 311-9 (1982).

- (11) Leidy, R.B., Wright, C.G. et Dupree, J.R. Insecticides in the Ambient Air of Rooms Following their Application for Control Pests. *Bull Environ Contam Toxicol.* 26 (1981).
- (12) Gouvernement du Québec, Surveillance des pulvérisations aériennes d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 1983. Ministère de l'énergie et des ressources et Eco-Recherches Inc. Juin (1984).
- (13) Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec. Méthode d'analyse de parathion, malathion, diazinon et diméthoate. IRSST #228. (1987).
- (14) Adamis, Z., Antal, A., Fuzesi, I., Molnar, J., Nagy, L., Susan, M. Occupational Exposure to Organophosphorus Insecticides and Synthetic Pyrethroid. *Int Arch Occup Environ Health*, 56 no. 4, p 299-305 (1985).
- (15) Abbott, I.M., Bonsall, J.L., Chester, G., Hart, T.B., Turnbull, G.J. Workers Exposure to a Herbicide Applied with Ground Sprayers in the United Kingdom. *Am Ind. Hyg Ass. J.*, 48 no. 2, p 167-175 (1987).
- (16) Chester, G., Hart, T.B. Biological Monitoring of a Herbicide Applied Through Backpack and Vehicle Sprayers. *Toxicological Letters*, 55 (1986).