



▣ Publications ▸ Bulletins ▸ Bulletin d'information toxicologique ▸ Vol. 12, no 3, juillet 1996

TOXICOLOGIE INDUSTRIELLE PROPOSITION ET VALIDATION DE CRITÈRES DE DÉTERMINATION DE DÉLAIS DE RÉENTRÉE POUR LES PESTICIDES UTILISÉS EN PÉPINIÈRES FORESTIÈRES

INTRODUCTION

Les pratiques culturales agricoles, forestières ou horticoles impliquent généralement l'utilisation de nombreux pesticides pour faire face aux problèmes créés par la prolifération des mauvaises herbes, des maladies fongiques et des insectes nuisibles. Il est bien connu que les utilisateurs peuvent être exposés à ces produits antiparasitaires lors des activités de préparation ou d'application et que des moyens de prévention doivent être mis en place pour assurer leur sécurité. Or, d'autres catégories de travailleurs peuvent être exposées lors de l'exécution de certaines tâches manuelles sur un site traité avec des pesticides. Les travailleurs qui effectuent des activités de suivi de culture, de sarclage manuel ou de cueillette peuvent en effet être exposés de façon significative lors d'un contact cutané avec le sol et/ou la végétation préalablement traitée. Par exemple, une étude récente du Centre de toxicologie du Québec (CTQ) dans une industrie de culture de roses nous a permis de mesurer des diminutions importantes de cholinestérases chez des travailleurs affectés à la cueillette de fleurs (Samuel et Lefebvre, 1994).

Afin de diminuer les niveaux d'exposition de ces travailleurs, il est généralement recommandé de respecter un certain délai entre l'application de pesticides et le retour à des activités sur le site traité. Comme il n'existe malheureusement que peu d'information sur les délais de réentrée, les utilisateurs de pesticides impliqués dans les différents secteurs d'activité culturale ainsi que les intervenants de la santé et de la sécurité au travail sont souvent pris au dépourvu lorsque vient le temps de déterminer un tel délai. Le CTQ reçoit, par ailleurs, plusieurs demandes d'information à cet effet lorsque les opérations de cultures annuelles débutent.

Seuls les produits qui démontrent un fort potentiel de toxicité font normalement l'objet d'une étude visant à déterminer des délais de réentrée sécuritaires. Aux États-Unis, par exemple, l'Environmental Protection Agency (U.S. EPA, 1984) et le California Department of Food and Agriculture (CDFA) n'exigent des études d'évaluation de délais de réentrée que pour l'homologation des produits antiparasitaires répondant aux critères de toxicité correspondant à la catégorie I de la classification du Federal Insecticides, Fungicides and Rodenticides Act (FIFRA). Dans la réalité, les études connues font généralement référence aux pesticides organophosphorés les plus toxiques et ce, dans le cadre d'une utilisation dans les grands vergers américains. Pour tous les produits ne répondant pas aux caractéristiques de toxicité élevée, il est très rare que l'on puisse retrouver des informations sur les délais de réentrée à respecter et ce, tant sur l'étiquette du produit, que sur la fiche signalétique lorsqu'elle est disponible. Afin de combler le vide en la matière, le CTQ, à la demande du ministère des Ressources naturelles du Québec, a effectué une étude visant à proposer et à valider des critères de détermination de délais de réentrée pour les pesticides utilisés en pépinières forestières (Samuel et al., 1996). Le présent article se veut un résumé de cette étude.

LES CRITÈRES DE DÉTERMINATION DE DÉLAIS DE RÉENTRÉE PROVISOIRES

Dans le cas des pesticides pour lesquels aucun délai de réentrée spécifique n'a été déterminé lors du processus d'homologation, plusieurs approches ont été proposées depuis le début des années 70. Au Canada, aucun texte réglementaire ne porte spécifiquement sur la détermination de délais de réentrée. Aux États-Unis, par contre, le Worker Protection Standard (WPS) proposa un délai de réentrée d'ordre général dès 1974. Ce délai prohibait l'accès, sans protection individuelle, à un site ayant fait l'objet d'un traitement aux pesticides jusqu'à ce que le produit pulvérisé soit séché et que les poussières soient bien déposées. En 1992, une modification au WPS établit un délai provisoire minimal de réentrée de 12 heures pour tous les pesticides utilisés en agriculture, le délai d'ordre général apparaissant inapproprié compte tenu de la difficulté à déterminer à quel moment le produit était séché ou quand les poussières étaient déposées. Ce nouveau délai minimal de 12 heures avait aussi l'avantage d'introduire un facteur de sécurité pour les effets chroniques inconnus (Federal Register, 1992). Il est important de noter que ce délai minimal fut retenu car plusieurs données indiquaient que pour un grand nombre de produits, les résidus avaient significativement diminué après 12 heures. Ce délai "par défaut" couvrait un très grand nombre de matières actives et seuls les produits plus toxiques de catégorie I et II selon la classification de FIFRA avaient un délai de réentrée plus long (entre 24 et 72 h).

Selon cette approche, les délais de réentrée sont déterminés sur la base de la toxicité aiguë de la matière active d'un pesticide. La catégorie de toxicité de chaque matière active est obtenue en comparant les données disponibles sur la toxicité aiguë cutanée et les effets d'irritation cutanée et oculaire. La plus toxique des catégories de toxicité applicable obtenue doit être utilisée pour déterminer le délai de réentrée. En 1995, le WPS fut de nouveau modifié pour permettre aux travailleurs de retourner effectuer des travaux ne nécessitant qu'un contact minimal avec les surfaces traitées et qui, s'ils étaient retardés, entraîneraient des pertes économiques considérables (Federal Register, 1995a). Le même type d'exemption fut accordé pour les activités d'irrigation (Federal Register, 1995b). Dans les deux cas, des mesures de protection obligatoires ont été déterminées pour les situations de retour anticipé sur un site contaminé.

Comme il serait illusoire de vouloir documenter des délais de réentrée pour l'ensemble des pesticides, une telle approche basée sur les caractéristiques de toxicité apparaît plus qu'intéressante et appropriée en autant qu'elle ait été validée dans un contexte spécifique de travail. Par exemple, le délai minimal de 12 heures proposé par U.S. EPA repose sur des données provenant d'études spécifiques au contexte d'utilisation américain. Or, s'il s'avère que de faibles résidus sont généralement décelables après ce délai aux États-Unis, nous ne pouvons être certains que ces données soient applicables au contexte québécois. Il suffit de se rappeler comment les considérations climatiques régionales ont modulé le niveau de risque lors de l'utilisation de pesticides organophosphorés aux États-Unis.

VALIDATION DE CRITÈRES DE DÉTERMINATION DE DÉLAIS DE RÉENTRÉE POUR LES PESTICIDES UTILISÉS EN PÉPINIÈRES FORESTIÈRES

Nous avons proposé une première série de critères de détermination de délais de réentrée en s'inspirant des critères recommandés par U.S. EPA. Ces critères préliminaires, qui sont présentés au tableau 1, se voulaient toutefois plus restrictifs et conservateurs que ceux de l'organisme américain car nous ne possédions pas de données d'exposition dans le contexte de travail spécifique aux pépinières québécoises (méthodes de travail, conditions météorologiques, types de culture, etc.). Il était alors important de documenter, par une étude terrain, les conditions d'exposition des travailleurs effectuant généralement des travaux manuels impliquant un contact direct avec la végétation et le sol contaminé avant d'apporter une modification à ces délais préliminaires. Les tâches de suivi de culture et de sarclage manuel correspondaient bien aux types d'activités visés.

Tableau 1 : Critères préliminaires de détermination des délais de réentrée proposés par le CTQ

Pesticide	Délai proposé
Pesticides de faible toxicité (DL50 orale > 500 mg/kg; ou DL50 cutanée > 1000 mg/kg)	24 h min. 48 h lorsque le produit présente un potentiel important d'irritation cutanée * chez l'humain ou des risques d'effets chroniques importants **
Pesticides très toxiques ou modérément toxiques (DL50 orale % 500 mg/kg; ou DL50 cutanée % 1000 mg/kg)	48 h min. 72 h lorsque le produit présente un potentiel significatif de toxicité cutanée chez l'humain (selon modélisation) ***
Mélange de deux pesticides modérément ou très toxiques	Sommes des délais de réentrée de chacun des pesticides
Délai plus long proposé par le fabricant	Respecter ce délai
Serres et tunnels	Délai supplémentaire de 24 h si une bonne aération est impossible

* Irritation sévère ou modérée et/ou dommage cutané ayant persisté plus de 72 h lors des études animales

** Évidence de cancérogénicité chez l'animal ou cancérogène possible chez l'humain et/ou altération physiologique persistant chez l'humain (ex: neuropathie)

*** Selon l'approche de Bergerova et al. (1990)

Cette étude visait à valider des délais de réentrée théoriques pour certains produits par une mesure de l'exposition des travailleurs et par une estimation des résidus délogeables de la végétation et du sol contaminé. Nous visions à vérifier si un délai théorique prédéterminé selon certains critères liés à la toxicité du produit pouvait effectivement assurer la sécurité des travailleurs dans le cadre d'activités de travail spécifiques. L'approche qui fut retenue pour valider les délais de réentrée s'inspire de la méthode des niveaux d'exposition admissibles proposée par U.S. EPA et devait nous permettre de répondre aux objectifs spécifiques suivants:

Vérifier si les niveaux de résidus délogeables diminuent significativement au cours de la période comprise entre

l'application et le délai de réentrée théorique.

Vérifier le comportement des résidus dans le sol au cours de la même période.

Estimer l'exposition cutanée des travailleurs lors de travaux effectués à l'expiration du délai de réentrée et vérifier la corrélation entre cette exposition, les résidus délogeables et les résidus dans le sol.

Estimer l'exposition totale des travailleurs par la mesure du produit mère et/ou des métabolites dans l'urine pour une période de 24 heures et vérifier la corrélation entre les mesures urinaires et l'exposition cutanée.

Après consultation des intervenants des pépinières, le choix des pesticides fut arrêté sur les matières actives suivantes: la simazine et le fluazifopbutyl (herbicides), le bénomyl (fongicide) et le chlorpyrifos (insecticide).

MÉTHODOLOGIE

Afin de bien cerner les risques d'exposition des travailleurs, nous avons évalué les résidus dans le sol de surface et les niveaux de résidus délogeables des plants au cours d'une période pouvant parfois aller jusqu'à 96 h. Comme l'exposition des travailleurs aux résidus foliaires délogeables est beaucoup plus associée à la surface de contact du plant qu'à son poids frais, il était préférable d'exprimer les résidus délogeables en terme de quantité par surface. Or, dans le cas des conifères, il est très complexe de mesurer la surface cumulative des aiguilles d'un plant d'où l'intérêt d'être capable de documenter la relation entre la surface et le poids frais du plant. En effet, il est beaucoup plus pratique de pouvoir déterminer la surface d'un plant à partir d'une variable plus accessible comme son poids frais. Afin de préciser la relation entre ces variables, nous avons utilisé une technique d'approximation mathématique pour déterminer la surface cumulative des aiguilles des plants d'épinette noire. Une régression linéaire fut effectuée pour quantifier la relation entre la surface et le poids frais des plants. L'exposition cutanée des travailleurs a été confirmée par la mesure des résidus de pesticides dans l'eau de lavage des mains des travailleurs. L'exposition totale aux pesticides a été évaluée par la mesure des résidus de pesticides ou de leurs métabolites dans l'urine totale des travailleurs au cours d'une période de 24 heures.

La première année, la durée des périodes de prélèvements fut déterminée en fonction des délais de réentrée préliminaires établis lors de la première phase de l'étude (Samuel et Phaneuf, 1993). Ces délais étaient de 48 heures pour la simazine et le bénomyl, de 24 heures pour le fluazifopbutyl et de 72 heures pour le chlorpyrifos. Pour la seconde année du projet, les délais furent modifiés compte tenu des faibles niveaux d'exposition des travailleurs mesurés la première année. Les premiers résultats d'exposition des travailleurs ont en effet démontré que les critères initialement proposés pour la détermination des délais de réentrée provisoires étaient probablement trop élevés et que des critères se rapprochant de ceux proposés par le Worker Protection Standard seraient sûrement plus appropriés. En fonction de ces nouveaux critères, les délais ont été abaissés à 24 heures pour la simazine et le bénomyl, à 12 heures pour le fluazifopbutyl et à 36 heures pour le chlorpyrifos. À cause des horaires de travail, il fut cependant impossible de faire effectuer des travaux sur le terrain 12 et 36 heures après l'application pour le fluazifopbutyl et le chlorpyrifos. Les prélèvements de la seconde année ont donc été effectués jusqu'à 24 et 48 heures pour ces deux produits. Les nouveaux critères, proposés la seconde année du projet et finalement retenus comme outil de détermination de délais de réentrée provisoires, sont présentés dans la conclusion.

RÉSULTATS

Pour trois des produits, les résultats ont démontré que les résidus délogeables des plants diminuaient généralement de façon significative entre la période de 1 heure et celle de 24 heures suivant l'application. Dans le cas du bénomyl, la baisse des résidus délogeables n'était significative qu'après une période de pluie. Par ailleurs, il fut impossible d'observer une baisse significative des résidus de ces pesticides dans le sol de surface au cours de l'étude. Les risques d'une exposition cutanée, suite à un contact avec le sol ou les plants, ont pu être confirmés par la mesure de résidus de pesticides dans l'eau de lavage des mains de tous les travailleurs. Malgré qu'une exposition cutanée ait été confirmée dans tous les cas, les résultats de l'évaluation de l'exposition par la surveillance biologique indiquent qu'aucun travailleur n'aurait absorbé une dose de pesticides qui serait supérieure à la dose journalière qu'un individu pourrait ingérer durant toute sa vie sans subir d'effet nocif pour sa santé (Drf). Ces différentes informations nous indiquent que pour plusieurs produits, le risque d'exposition cutanée devrait diminuer significativement entre 1 heure et 24 heures et ce, surtout si le type de travail implique principalement une manipulation des plants et peu de contact avec le sol. Bien que nos échantillons étaient parfois assez petits à cause des subdivisions nécessaires pour comparer des catégories possédant les mêmes caractéristiques (durée du délai de réentrée, conditions climatiques, etc.), nous avons observé une association entre certaines variables et la quantité de résidus mesurée sur les mains des participants. Ces variables sont : la quantité de résidus délogeables, la concentration de résidus dans le sol de surface, et la durée de la période de travail. Il fut cependant impossible d'observer une corrélation significative entre les résidus sur les mains et l'excrétion urinaire de pesticides. Les résultats ont démontré que les délais estimés lors de la seconde phase de l'étude étaient sécuritaires et que des critères de détermination basés sur la toxicité des pesticides pouvaient être retenus comme méthode de détermination des délais de réentrée provisoires dans le contexte des travaux effectués dans les pépinières.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Comme l'exposition se fait généralement par la voie cutanée lors de l'exécution de travaux manuels de sarclage ou de suivi de culture, le degré de toxicité aiguë cutanée systémique devrait servir de critère de base pour déterminer un délai de réentrée provisoire. Cependant, certains produits peuvent avoir une DL50 cutanée faible mais présenter un potentiel d'irritation oculaire ou cutanée important. L'approche que nous proposons doit donc tenir compte de ces deux critères. Par ailleurs, certains produits peuvent avoir été identifiés comme responsables d'effets chroniques sur la santé (produits cancérigènes, mutagènes). Bien que les travailleurs ne soient pas souvent exposés lors de travaux manuels, nous croyons qu'un délai supplémentaire devrait être ajouté au délai de base déterminé à partir de la toxicité aiguë afin de tenir compte de ces effets chroniques. Le tableau 2 présente les différents critères que nous proposons pour la détermination de délais de réentrée provisoires alors que le tableau 3 présente la classification des catégories de toxicité utilisée par FIFRA.

Tableau 2 : Critères de détermination d'un délai de réentrée pour les pesticides utilisés en pépinières

Critères de base	Délai (h)
<input type="checkbox"/> Catégorie de toxicité* I (selon la classification de FIFRA)	48
<input type="checkbox"/> Catégorie de toxicité II	24
<input type="checkbox"/> Catégorie de toxicité III	12
Critères complémentaires	Délai supplémentaire (h)
<input type="checkbox"/> Plusieurs matières actives	Délai déterminé en fonction de la matière active la plus toxique
<input type="checkbox"/> Effets cancérigènes et mutagènes observés lors d'études expérimentales	Ajouter 12 h au délai de base
<input type="checkbox"/> Inhibiteurs de cholinestérases	Ajouter 12 h au délai de base

* *Catégorie de toxicité la plus importante en tenant compte de la DL50 cutanée et des effets d'irritation cutanée et oculaire. La plus toxique des catégories de toxicité applicable doit être utilisée pour déterminer le délai de réentrée.*

Il est important de noter que lorsqu'un délai plus long est proposé par le fabricant sur l'étiquette du produit, il faudra retenir ce délai. De plus, tout délai de réentrée spécifique à un produit et qui aura été déterminé dans le cadre d'un processus réglementaire devra prévaloir sur un délai provisoire. Dans le cas spécifique des serres ou des tunnels, un délai supplémentaire de 24 heures devrait être ajouté au délai de base, s'il est impossible d'assurer une bonne ventilation du site. Dans le cas où une bonne ventilation serait possible, nous conseillons tout de même un délai supplémentaire de 12 heures. Pour les produits de fumigation, tout délai de réentrée existant (heure, jour ou niveau d'exposition acceptable) devrait être retenu. Les délais de réentrée pour ces produits devraient être établis sur une base de cas par cas (Tableau 3).

Tableau 3: Classification des catégories de toxicité selon FIFRA

Indicateur de risque	Catégories			
	I	II	III	IV
DL50 orale	% 50 mg/kg	50 - 500 mg/kg	500 - 5000 mg/kg	> 5000 mg/kg
Cl50 inhalation	% 0,2 mg/l	0,2 - 2 mg/l	2 - 20 mg/l	> 20 mg/l
DL50 cutanée	% 200 mg/kg	200 - 2000 mg/kg	2000 - 20000 mg/kg	> 20000 mg/kg
Effets oculaires	Corrosif; opacité cornéenne non réversible dans un délai de 7 j	Opacité cornéenne réversible dans un délai de 3 j. Irritation sévère persistante pendant 7 j	Pas d'opacité cornéenne. Irritation dans les 7 j	Pas d'irritation
Effets cutanés	Corrosif	Irritation sévère à 72 h	Irritation modérée à 72 h	Irritation légère à modérée à 72 h

Source: Tableau adapté (Hayes et Laws, 1991)

Bien que l'étude concerne le travail dans des pépinières forestières, nous croyons qu'une telle approche pourrait aussi

être retenue pour les secteurs de l'agriculture et de l'horticulture. Une phase de validation devrait cependant être effectuée pour ces secteurs d'activité compte tenu des différences observables concernant le cadre de travail. Nous pensons, entre autres, aux heures de travail effectuées au cours d'une journée et aux types de végétation.

Onil Samuel, B.Sc., Coordonnateur de projet, CTQ

Références

Bergerova VF, Pierce JT, Oraz PO (1990) **Dermal absorption of industrial chemicals : criteria for skin notation**, Am J Ind Med 17:617-35.

Federal Register (1995a) **Worker protection standards; restricted entry intervals for limited contact tasks**, 40 CFR part 156, 60(85):21955-60.

Federal Register (1995b) **Worker protection standards; Agricultural pesticides; exception to early entry restrictions; irrigation activities**, 40 CFR part 156, 60(85):21960-5.

Federal Register (1992) **Worker protection standards**, 40 CFR parts 156 and 170, 57(163):38102-76.

Hayes WJ, Laws ER (1991) **Handbook of pesticide toxicology, vol. 1, General principles**, Academic Press Inc., Toronto, p. 413.

Samuel O, St-Laurent L, Ferron L, Dumas P, Guillot JG, Gingras G (1996) **Proposition et validation de critères de détermination de délais de réentrée pour les pesticides utilisés en pépinière forestière**, Sainte-Foy, Centre de toxicologie du Québec, pour le ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction de l'environnement forestier, 95 p., annexes.

Samuel O, Lefebvre L (1994) **Évaluation de l'exposition aux pesticides organophosphorés et carbamates**, Sainte-Foy, Centre de toxicologie du Québec pour Le complexe serricole Rose-Drummond Inc. 16 p., annexes.

Samuel O, Phaneuf D (1993) **Délais de réentrée suite à l'utilisation de pesticides en pépinière**, Rapport préliminaire, Centre de toxicologie du Québec, Sainte-Foy, réalisé pour le ministère des Forêts du Québec, 16 p.

U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency) (1984) **Pesticide assessment guidelines, subdivision K, exposure: reentry protection**, NTIS, PB85-120962, 53

Cet article est tiré du Bulletin d'information toxicologique de juillet 1996.

Son contenu est identique à l'original publié en 1996 et n'a aucunement été modifié depuis sa parution.

Page créée le 13 mars 2003
Modifiée le 13 mars 2003

