

PARTIE B - CHAPITRE 7

EXPOSITION CUTANÉE

LIGNES DIRECTRICES 875.2400	B7-1
7.1 INTRODUCTION	B7-1
7.2 PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS	B7-1
7.2.1 <u>Substance à l'essai</u>	B7-1
7.2.2 <u>Moment des applications</u>	B7-1
7.2.3 <u>Dose et fréquence d'application des pesticides</u>	B7-2
7.2.4 <u>Paramètres d'échantillonnage</u>	B7-2
7.2.5 <u>Techniques d'échantillonnage</u>	B7-3
7.2.5.1 <i>Pièces de tissu pour l'exposition cutanée</i>	B7-5
7.2.5.2 <i>Dosimètres couvrant tout le corps</i>	B7-8
7.2.5.3 <i>Lavage et rinçage des mains</i>	B7-10
7.2.5.4 <i>Gants d'échantillonnage</i>	B7-12
7.2.5.5 <i>Marqueurs fluorescents</i>	B7-13
7.2.6 <u>Considérations générales sur le prélèvement d'échantillons</u> <u>sur le terrain</u>	B7-13
7.3 ENTREPOSAGE DES ÉCHANTILLONS	B7-14
7.4 ANALYSE DES ÉCHANTILLONS	B7-14
7.5 CALCULS	B7-14
7.6 COMMUNICATION DES RÉSULTATS	B7-14
RÉFÉRENCES DU CHAPITRE 7 DE LA PARTIE B	B7-15

PARTIE B - CHAPITRE 7
EXPOSITION CUTANÉE
LIGNES DIRECTRICES 875.2400

7.1 INTRODUCTION

Cette partie des présentes lignes directrices décrit les techniques d'échantillonnage communément employées pour mesurer l'exposition cutanée par dosimétrie passive. Les données recueillies à partir de cette partie des lignes directrices serviront de base pour la réglementation de composés chimiques dans différents contextes, notamment agricoles, industriels et résidentiels. Cette réglementation sera fondée sur le processus des évaluations de l'exposition et des évaluations des risques faites à partir de ces données. De plus, les données sur l'exposition cutanée peuvent être utilisées de pair avec des données sur la dissipation de composés chimiques dans le milieu ambiant pour déterminer des coefficients de transfert chimique (consulter les chapitres 3 à 6 de la partie B). Ces coefficients de transfert sont applicables, dans le cadre de l'évaluation de l'exposition et de l'évaluation des risques, à la prévision de l'exposition en fonction d'activités spécifiques, avec l'emploi de données sur la concentration du résidu en milieu ambiant lorsqu'il n'existe pas de données sur l'exposition en fonction de scénarios précis (p. ex., détermination de délais de sécurité à l'intention des travailleurs agricoles à partir de données sur la dissipation obtenues dans une région différente).

7.2 PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS

7.2.1 Substance à l'essai

Comme mentionné en 40 CFR 158.390, la substance à l'essai devant servir pour les mesures de l'exposition cutanée doit être une préparation commerciale ordinaire. Lorsque des métabolites, des composés de transformation ou des contaminants de préparations commerciales de pesticides sont à la source de préoccupations d'ordre toxicologique, les chercheurs peuvent envisager de procéder à des échantillonnages précisément en fonction de ces composés.

7.2.2 Moment des applications

Le prélèvement d'échantillons doit se dérouler pendant la saison où le pesticide doit normalement être utilisé ou dans des conditions climatiques essentiellement identiques à celles qu'on prévoit au cours de cette saison. On doit étudier les prévisions météorologiques pour éviter d'entreprendre les essais juste

avant (p. ex., 24 h avant) des précipitations. Pour plus de renseignements sur les considérations d'ordre climatologique, se reporter au chapitre 2 de la partie B, Conception des études.

7.2.3 Dose et fréquence d'application des pesticides

En général, la préparation commerciale choisie pour l'étude doit être appliquée à la dose maximale spécifiée sur l'étiquette. De plus, il est suggéré d'appliquer aussi le produit à moindre dose si possible. Par exemple, on emploie souvent la dose ordinaire pour les évaluations de la cancérogénicité (U.S. EPA, 1997). L'évaluation exercée à plus d'une dose apporte un complément d'information sur le rapport entre la dose, les dépôts et les coefficients de transfert. En outre, les essais effectués à une dose moins élevée peuvent être utiles s'il advenait que la dose maximale conduirait à un risque inacceptable.

Lorsque des applications multiples sont recommandées, on doit procéder aux intervalles entre applications les plus rapprochés possibles. En outre, on doit examiner la question de l'accumulation possible de résidus attribuable à des applications multiples. La méthode d'application et l'équipement ordinairement utilisés avec la substance à l'essai doivent être employés.

7.2.4 Paramètres d'échantillonnage

Les paramètres d'échantillonnage doivent être fondés sur les critères suivants :

- On doit produire un nombre d'échantillons répétés assez élevé pour régler les problèmes liés à l'exposition qui concernent chacune des populations en question. En général, toutes les études doivent comprendre au moins 15 échantillons répétés par activité. Dans la mesure du possible, ils doivent être répartis comme suit : 5 échantillons répétés (c.-à-d. personnes) pour chacune de trois périodes d'évaluation (c.-à-d. « n » jours après le traitement). Les chercheurs doivent faire preuve de souplesse quant au nombre et à la répartition (emplacements et intervalles après le traitement) des échantillons répétés. Puisque ces directives ne peuvent pas s'appliquer à tous les scénarios possibles, l'EPA demande aux chercheurs de lui soumettre leurs protocoles pour qu'elle puisse les examiner avant que les études ne commencent.
- La période d'évaluation de l'exposition doit être suffisamment longue pour permettre de bien détecter les résidus sur les dosimètres, et pour être représentative d'une activité normale. Elle-même doit être bien définie et représentative des pratiques normales. La plupart des activités après l'application vont d'une durée de 4 heures (p. ex., récolte de roses ou de chrysanthèmes en serre) à 8 heures (p. ex., cueillette de fraises). Bref, il est recommandé de prendre une durée

d'évaluation conforme aux activités ordinaires pour toutes les observations répétées. On doit fournir, dans le protocole des études, la justification du choix de la durée de ces périodes.

- On doit remplacer les vêtements, les gants ou les échantillons pendant le poste de travail en cas de pénétration du pesticide, sinon attendre les pauses avant de le faire. Il faut prélever des échantillons de l'eau de lavage et de rinçage des mains par intervalles réguliers lorsque les sujets d'expérience se lavent les mains de façon coutumière aux heures de pause (pour le goûter, par exemple) et à la fin de la période d'évaluation de l'exposition. Lorsque l'activité correspondant à une exposition représentative est de courte durée (p. ex., 4 h), l'eau d'un lavage des mains suffira.
- Les études de dosimétrie passive doivent être réalisées de pair avec celles sur le résidu transférable. Consulter les chapitres appropriés pour des directives sur les types et le nombre d'échantillons de résidus transférables qui conviennent.
- Les emplacements et les saisons d'évaluation doivent être choisis en fonction de l'activité. Il faut considérer s'il est nécessaire de procéder à des études à différents emplacements géographiques/climatiques.
- Les activités d'évaluation doivent se dérouler avant que les résidus se soient dissipés au point de ne plus être quantifiables.

7.2.5 Techniques d'échantillonnage

Les techniques où on utilise des pièces de tissu, des vêtements complets, l'eau de lavage et de rinçage des mains, les gants et les marqueurs fluorescents sont les techniques de dosimétrie passive appliquées à la mesure de l'exposition cutanée dont il est question dans cette partie des lignes directrices. Le choix de la technique appropriée est fonction de plusieurs facteurs, notamment des activités à contrôler, des conditions du milieu (p. ex., stress thermique) et des propriétés physico-chimiques de la matière active.

L'EPA recommande d'utiliser des dosimètres couvrant tout le corps plutôt que des pièces. Il y a eu cependant peu ou pas de résultats de recherche parus qui comparent ou valident ces deux techniques. Chacune présente des avantages et des inconvénients; pour les études portant sur l'exposition à l'air libre, l'EPA accepte les deux. Cependant, il est essentiel d'employer des dosimètres couvrant tout le corps pour

la réalisation d'études efficaces de l'exposition à l'intérieur de locaux en milieu résidentiel. Voici des incertitudes associées à ces méthodes :

- Les pièces de tissu servant à l'évaluation de l'exposition comportent un endos protecteur pour empêcher la pénétration des résidus collectés. Par ailleurs, on prend généralement, comme dosimètres couvrant tout le corps, des sous-vêtements longs ou une combinaison portés sans endos protecteur et de façon à ce qu'ils soient en contact avec la peau. Comme il n'y a pas d'obstacle imperméable, il existe une possibilité que les résidus passent à travers ces dosimètres et qu'ils atteignent la peau. Cela pourrait résulter en une sous-évaluation de l'exposition.
- Les pièces couvrent une petite partie seulement de l'organisme et les lectures qu'elles permettent de faire sont extrapolées pour donner une estimation de l'exposition de l'organisme entier. Un contact inopiné ou le dépôt non uniforme des pesticides sur les pièces peuvent conduire à une sous- ou à une surévaluation de l'exposition (Fenske, 1990). L'EPA est d'avis qu'un dépôt non uniforme n'est pas aussi critique dans le cas des scénarios d'évaluation de l'exposition après l'application dans le cas de scénarios de personnes qui manutentionnent les pesticides (c.-à-d. qui manutentionnent des produits à concentration élevée).

Pour ce qui est de l'évaluation de l'exposition des mains à partir de l'eau de lavage ou de rinçage, l'EPA se soucie des insuffisances associées aux techniques de récupération au champ qui commencent par un enrichissement de l'eau de rinçage. Ces méthodes ne parviennent pas à tenir compte, dans diverses conditions physiologiques ou du milieu, du potentiel du dosimètre (dans ce cas-ci, les mains) de capturer ou de retenir une partie du résidu. De plus, elles ne tiennent pas compte de l'efficacité du solvant comme moyen de récupération du résidu sur les mains. Fenske et Lu (1994) ont signalé, relativement à l'efficacité de l'enlèvement du résidu par le lavage des mains, que le chlorpyrifos était adsorbé sur la peau ou était absorbé par celle-ci, en quantité élevée; ils ont aussi signalé que l'exposition pouvait être sous-estimée de deux à cinq ordres de grandeur. Donc, les lacunes de cette technique d'évaluation peuvent conduire à sous-estimer l'exposition réelle de la main. L'emploi de gants de coton légers pour l'évaluation de l'exposition, qui peuvent être enrichis directement en vue de la récupération au champ, permet de minimiser ces problèmes. Des articles scientifiques montrent que les gants de coton fournissent, pour de mêmes activités, un résidu plus important que le lavage des mains (Fenske *et al.*, 1989; Davis *et al.*, 1983). L'EPA recommande que les chercheurs tiennent compte de ces préoccupations au moment de choisir et de développer une méthode d'évaluation de l'exposition des mains.

Les chercheurs doivent aussi déterminer à quelle place installer les dosimètres (par dessus ou par dessous les vêtements). S'ils choisissent de les installer par dessus, d'autres incertitudes, connexes à

l'addition des facteurs de pénétration, s'ajoutent à l'évaluation des risques. Même si l'EPA préfère que les dosimètres soient placés en dessous de vêtements de travail ordinaires, l'emplacement est fonction du scénario d'emploi. S'il est besoin de porter des vêtements ordinaires, des dosimètres intérieurs et extérieurs doivent être utilisés pour pouvoir faire l'évaluation d'autres types de vêtements.

7.2.5.1 Pièces de tissu pour l'exposition cutanée

La méthode utilisant des pièces absorbantes mesure l'exposition cutanée avec des pièces fixées à des positions précises sur le corps de travailleurs, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur des vêtements. Des pièces de taille déterminée, employées comme substrat collecteur du pesticide et de substances de remplacement servent à mesurer la quantité de pesticide qui vient en contact avec les vêtements ou la peau. Les activités après l'application exécutées, les pièces sont retirées et le dépôt de pesticide est dosé. On calcule la relation qui existe entre la concentration mesurée sur des pièces situées à des positions précises sur le corps et des superficies uniformisées correspondant à ces positions afin d'obtenir une estimation de l'exposition cutanée. Les différences mesurées entre les pièces situées en dedans des vêtements et celles situées en dehors peuvent servir à calculer les coefficients de pénétration des vêtements. On trouvera dans Durham et Wolfe (1962), Wolfe (1976) et Davis (1980) des examens détaillés de la méthode d'échantillonnage par pièces (plaquettes).

Composition et dimensions des pièces. La composition et les dimensions des pièces utilisées pour les études de dosimétrie sont des facteurs importants et doivent être fondées sur les caractéristiques physico-chimiques du pesticide et sur le scénario d'exposition. Par exemple, ces pièces peuvent être faites de pâte à papier (p. ex., alpha-cellulose) ou d'un matériau similaire. Une alpha-cellulose de grande qualité absorbe une quantité considérable de résidu avant de se désintégrer. Le papier pour la chromatographie préparative est un autre matériau qui donne des résultats satisfaisants et qu'on peut se procurer en lots d'une taille raisonnable. Il y a aussi la gaze de qualité chirurgicale, les tissus dont sont faits les vêtements et le papier buvard. Dans les milieux très poussiéreux, les chercheurs doivent envisager l'utilisation de matériaux assez poreux pour collecter la poussière ou les résidus secs. Il est suggéré d'employer la gaze de qualité chirurgicale pour les formulations sèches. Ordinairement, les matériaux dont sont faites les pièces ne nécessitent pas une préextraction afin d'éliminer les substances qui pourraient interférer avec l'analyse des résidus. Il faut toutefois vérifier ce qu'il en est avant le commencement des essais employant les pièces. Celles-ci doivent avoir 1 mm d'épais et doivent être munies d'un endos imperméable comme du papier aluminium, du polyéthylène ou du papier cristal. Ces endos réduisent les risques d'une contamination des pièces par des matières sur la peau ou les vêtements et ils empêchent les résidus collectés de traverser la plaque pour atteindre la peau ou les vêtements. L'EPA juge que les pièces multicouches ne sont pas appropriées à la détermination de la pénétration. On doit plutôt évaluer la

pénétration dans les vêtements au moyen de pièces placées à l'intérieur et à l'extérieur de ceux-ci. Les pièces doivent être fabriquées de manière à ce que la superficie exposée de chacune soit d'environ 10 cm x 10 cm (100 cm²). Il est généralement incorrect d'employer des superficies plus réduites et on doit donc éviter cette pratique.

Mise en place et fixation des pièces. Selon la façon dont se fait l'exposition, les pièces doivent être fixées de manière à recueillir des résidus représentatifs de tous ceux qui viennent en contact avec toutes les parties du corps. Normalement, il faut 10 à 12 pièces par position à chaque période d'exposition. Celles-ci doivent être fixées à l'intérieur des vêtements du sujet conformément à la figure B7-1. Elles doivent être fixées directement sur la peau du sujet ou sur les vêtements portés sur la peau. Elles ne doivent pas être fixées sur le côté intérieur des vêtements les plus à l'extérieur parce qu'elles ne collecteraient pas les substances chimiques ou les résidus qui passent par les interstices des vêtements. Les pièces doivent être fixées aux places suivantes : le dessus des épaules, la nuque juste sous la limite inférieure du collet, le haut du sternum près de l'embranchement de la jugulaire, derrière les avant-bras et sur le devant des cuisses et le devant et le bas des jambes. Les pièces placées sous les vêtements doivent être centrées sur les coutures ainsi que sous des parties du matériel ne portant pas de coutures parce que les coutures sont souvent les points de pénétration maximale. Il faut ajouter des pièces supplémentaires lorsque les ouvriers doivent se livrer à des activités risquant d'exposer de manière exceptionnellement intense certaines parties de leur anatomie qui ne sont pas bien couvertes par la distribution normale des pièces. Lorsqu'on souhaite déterminer, dans le cadre de l'étude au champ, la pénétration réelle des vêtements de travail, on peut attacher des pièces additionnelles sur les vêtements extérieurs des ouvriers. Il n'est pas acceptable d'utiliser sous les vêtements des pièces formées de plusieurs couches. On doit veiller à ce que toutes les pièces fixées aux vêtements extérieurs soient placées à proximité, mais pas au dessus, des pièces situées à l'intérieur. On peut fixer les pièces à la peau avec, par exemple, du sparadrap chirurgical qui les gardera bien en place pendant les activités les plus intenses. On peut fixer celles qui sont attachées aux vêtements au moyen d'épingles de sûreté, d'agrafes ou de ruban adhésif. Certains chercheurs ont eu recours à des harnais ou des vestes légères à poches de devant ouvertes pour retenir les pièces à hauteur des épaules, de la poitrine et du dos. Ces variantes ont été utilisées avec succès et elles sont acceptables. On doit vérifier les pièces pour s'assurer qu'elles n'ont pas été contaminées et pour juger des risques de pertes vers les produits adhésifs ou en provenance de ceux-ci.

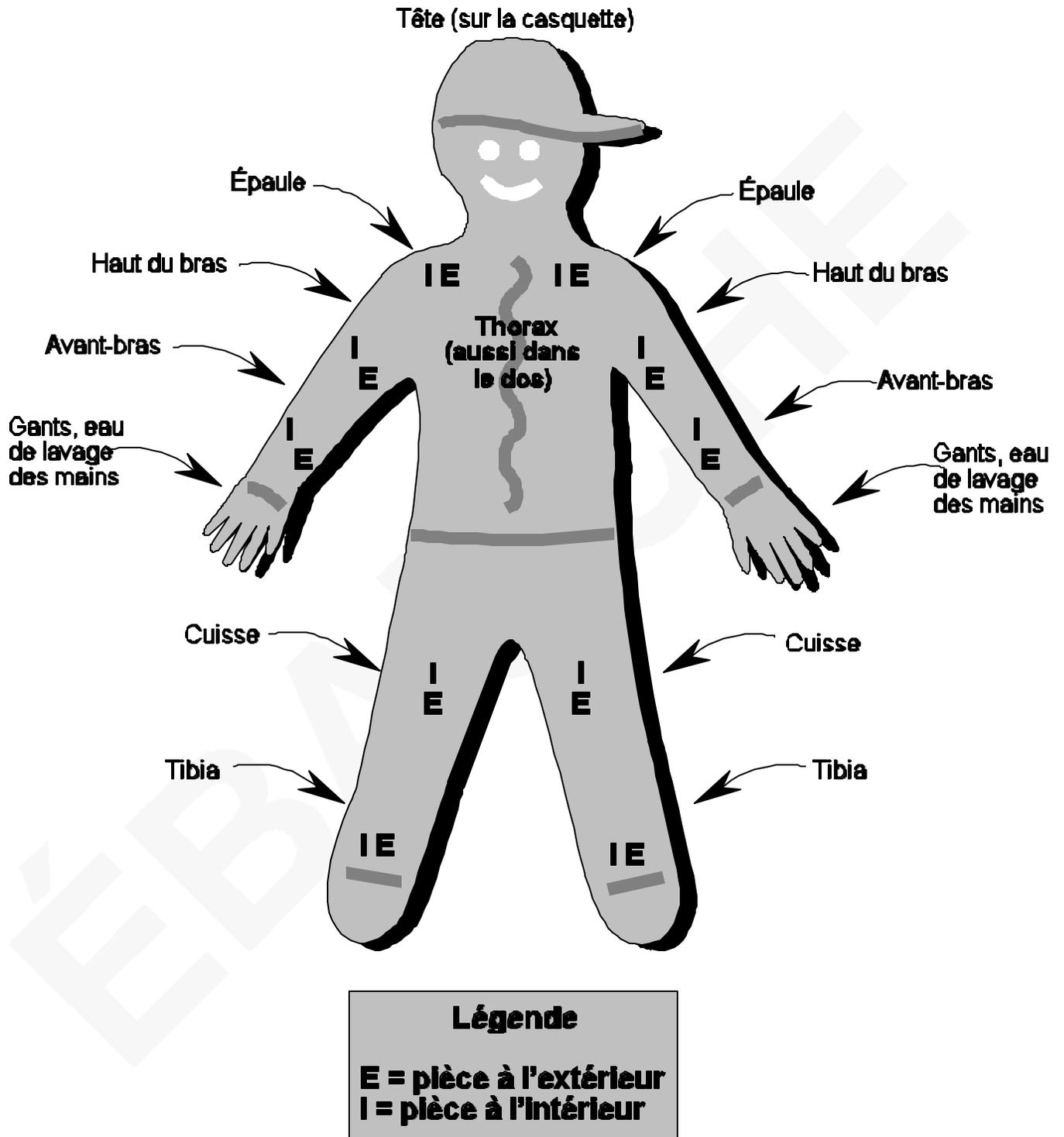


Figure B7-1. Positions des pièces

Enlèvement et manipulation des pièces. La façon de manipuler les pièces qui ont été exposées dépend de la stabilité des pesticides à l'étude. Lorsque les résultats de l'étude préparatoire à l'étude sur le terrain indiquent que le pesticide est stable sur les pièces humectées, on doit placer les pièces dans une enveloppe de protection préétiquetée en évitant toute contamination et toute perte de résidu par contact avec celle-ci. Toutes les enveloppes contenant des pièces exposées à l'occasion d'une même exposition d'un même sujet doivent être regroupées. Il faut veiller à ne pas contaminer les pièces pendant leur manipulation. Lorsque l'étude préparatoire au champ indique que le pesticide est instable, le chercheur doit fournir une méthode de manipulation des pièces qui a été documentée, avant le commencement de l'étude.

7.2.5.2 Dosimètres couvrant tout le corps

La méthode consistant à effectuer les mesures sur tout le corps est une autre façon d'obtenir les résultats recherchés. Elle consiste à faire porter des dosimètres couvrant tout le corps afin de capter les pesticides qui, autrement, atteindraient la peau. Ce type de dosimètre a été employé dans diverses circonstances, notamment à des fins d'homologation. Il a aussi été utilisé à des fins de recherche, soit pour contrôler l'exposition au cours d'activités spécifiques (voir l'analyse du Jazzercise TM au chapitre 12 de la partie B, intitulé Description des activités humaines).

Composition du dosimètre couvrant tout le corps. Aux fins de ce document, on peut donner la définition suivante à ce dosimètre : tout vêtement (chaussons compris) utile à l'évaluation de l'exposition cutanée totale. Il doit être fait d'un matériau absorbant approprié comme le coton ou les mélanges coton/polyester. Les chercheurs ont le choix de plusieurs options (WHO, 1982; Abbott *et al.*, 1987). Les dosimètres couvrant tout le corps de type standard qui sont généralement acceptés comprennent les chaussons blancs de coton vendus dans le commerce, les t-shirts à manches longues en coton et les sous-vêtements isolants (culotte et chandail). Les tenues vestimentaires du type « Union » ou les combinaisons légères sont acceptables pour mesurer l'exposition dans la mesure où le tissu dont elles sont faites est assez épais pour empêcher la pénétration du résidu lorsqu'elles sont saturées. Les chercheurs peuvent choisir des vêtements parmi une vaste gamme offerte sur le marché (taille, fournisseur, type de tissu, à ceinture élastique, chevillière, etc.)

Au moment du choix, les chercheurs doivent accorder beaucoup d'attention à la durabilité des vêtements ainsi qu'à leur approvisionnement. Les dosimètres standard dont il a été question plus haut doivent pouvoir résister aux agressions mécaniques (abrasion, accrocs, déchirures, etc.) pendant les activités de routine des sujets, notamment la récolte et l'entretien des cultures, les inspections et la

plantation). La durabilité sur le plan mécanique est essentielle; si les dosimètres ne sont pas demeurés intacts à la fin d'une période d'évaluation de l'exposition, ils sont inutilisables.

L'approvisionnement est un autre facteur important. Les chercheurs doivent veiller à les acheter en quantité suffisante pour faire en sorte que tous les dosimètres utilisés pour mesurer une forme particulière d'exposition, dans le cadre d'une étude donnée, soient du même type (p. ex., mélanges de tissus) et proviennent du même lot de production. Il est essentiel de se procurer des dosimètres du même lot ou de lots de production similaires parce que cela permet de procéder à des comparaisons directes des résultats d'exposition. De plus, on doit utiliser des blancs d'échantillon et des échantillons enrichis pour évaluer la contamination et le taux de récupération par lot de production ou autre.

Dans une variante de la méthode par dosimètre couvrant tout le corps, on emploie des vêtements de travail ordinaires (c.-à-d. tenant compte de l'activité et des conditions météorologiques dominantes) comme substrat d'échantillonnage (Chester, 1993). Ainsi, l'exposition peut être estimée simultanément par dosimétrie cutanée et par évaluation biologique (Chester, 1993). Toutefois, lorsqu'on emploie, comme dosimètres couvrant tout le corps (dépôt total), des vêtements ordinaires ne faisant qu'une épaisseur de tissu sur la peau, on doit évaluer le facteur de pénétration des vêtements afin d'obtenir une estimation de la quantité de résidu qui atteint la peau.

Installations nécessaires. Cela va de soi, lorsqu'on parle de dosimètres couvrant tout le corps, on doit penser à différentes installations. Les sujets doivent avoir un peu d'intimité lorsqu'ils enfilent ou retirent leurs vêtements. Ces pièces ne doivent pas être contaminées par la substance à l'étude ou par d'autres composés chimiques servant aux préparatifs des essais au champ.

Enlèvement et découpage des vêtements couvrant tout le corps. À la fin d'une période d'évaluation de l'exposition, les chercheurs doivent veiller à l'intégrité des échantillons. Il est essentiel d'appliquer de méthodes adaptées de prélèvement des échantillons afin de réduire le plus possible la perte de la substance à l'essai et d'empêcher la contamination des dosimètres. L'exposition terminée, il faut retirer les dosimètres et les découper avant des les entreposer en vue de l'extraction et de l'analyse. Selon le type de formulation employé, on doit considérer la possibilité de tourner les vêtements à l'envers afin de réduire le plus possible la perte de la substance d'essai après l'enlèvement des vêtements. Cette méthode est probablement mieux adaptée aux liquides qu'aux formulations sèches puisqu'une partie des poudres risque d'être perdue pendant la manipulation. Les chercheurs doivent veiller attentivement à éviter toute contamination croisée des dosimètres exposés pendant leur enlèvement et leur découpage. Ordinairement, on demande aux sujets de porter des dosimètres couvrant tout le corps en dessous de leurs vêtements normaux de travail de manière à simuler les surfaces d'adsorption et d'absorption de la peau protégée par

des vêtements de travail ordinaires. Cela étant, ces vêtements agissent comme un « filtre protecteur » que doit franchir le résidu avant d'atteindre le dosimètre. Par conséquent, on doit considérer les vêtements des sujets comme des sources potentielles de contamination croisée. Les chercheurs doivent mettre au point des méthodes afin de la réduire le plus possible. Par exemple, afin d'obtenir un échantillon représentatif, on peut demander aux sujets de procéder de la façon suivante, avec l'aide d'un technicien : 1) porter des gants de caoutchouc pour retirer les vêtements extérieurs; 2) jeter cette paire de gants et enfiler d'autres gants non contaminés; 3) enlever et découper le dosimètre couvrant tout le corps et placer les pièces découpées dans des contenants d'entreposage des échantillons. Les dosimètres doivent être découpés au moins en pièces correspondant aux bras, aux jambes et à la partie centrale des vêtements. On doit procéder à ce découpage de façon à réduire le plus possible la contamination croisée. On doit manipuler les sections découpées par ordre croissant de contamination probable.

L'EPA est d'avis qu'une bonne communication entre les sujets et les chercheurs est un facteur déterminant. C'est plus que jamais le cas au moment de récupérer les dosimètres couvrant tout le corps. Il faut donc que les chercheurs puissent être clairement compris par les sujets. Au besoin, ils doivent trouver des interprètes. Par exemple, des échantillons peuvent être invalidés par contamination croisée de différentes façons, notamment : 1) le sujet pose l'échantillon sur le plancher ou sur une chaise dans la pièce où il change de vêtements; 2) il touche à l'échantillon pendant qu'il porte encore les gants de caoutchouc servant à retirer les vêtements qu'il portait par dessus; 3) le côté extérieur des vêtements portés par dessus (concentration potentielle la plus élevée de résidu ou « peau » non protégée) vient en contact avec le dosimètre. Il existe un risque que les locaux où changer de vêtements après l'exposition soient fortement contaminés par les pesticides à l'étude parce qu'il est normal que les travailleurs se salissent pendant leur travail. Ces locaux peuvent être contaminés par la poussière et les particules de sol que les travailleurs transportent sur leurs vêtements et sur leurs chaussures pendant qu'ils changent de vêtements.

7.2.5.3 Lavage et rinçage des mains

L'exposition des mains correspond souvent à une part importante de l'exposition totale par la voie cutanée. Il est donc important de contrôler cette exposition. L'échantillonnage par rinçage des mains est une des méthodes qui ont été utilisées à cette fin. Avant les activités accomplies dans le cadre d'une étude appliquant une technique par rinçage des mains, on doit demander aux participants de se laver les mains avec un solvant approprié de manière à éliminer toute contamination de fond.

Substances utilisées. On peut avoir recours à différentes solutions pour le prélèvement d'échantillons de rinçage des mains. On peut prendre différentes solutions aqueuses d'un agent tensio--

actif ou encore de l'isopropanol ou de l'éthanol purs. Les chercheurs sont libres du choix du type de solution qu'ils comptent employer. Toutefois, ils doivent également bien veiller à tenir compte de la nature physico-chimique des pesticides qu'ils étudient. Ainsi, lorsqu'un pesticide est soluble dans l'eau, il faut utiliser une solution aqueuse d'un agent tensio-actif plutôt qu'un alcool pur (c.-à-d. que le coefficient de partition octanol-eau (K_{oc}) peut servir d'indicateur de la solubilité dans l'eau d'un composé chimique). Il faut préparer des quantités suffisantes des solutions de rinçage des mains avant de procéder aux essais au champ afin de supprimer les risques de contamination croisée pendant la préparation des solutions sur le terrain.

L'eau prise pour préparer les solutions aqueuses doit être distillée et désionisée; l'eau distillée ou l'eau désionisée suffira toutefois si on ne peut pas faire autrement. On peut se procurer l'eau servant à la préparation des solutions aqueuses d'un agent tensio-actif auprès d'un fournisseur commercial. Lorsqu'ils utilisent une eau de cette origine, les chercheurs doivent tenter de s'en procurer une quantité suffisante du même lot. Lorsqu'on emploie de l'eau du robinet purifiée par le laboratoire exécutant (c.-à-d. de l'eau distillée ou désionisée), il faut fournir une description du matériel utilisé dans le rapport. Les chercheurs doivent veiller à utiliser la même source d'eau à toutes les étapes de l'étude. Plusieurs agents tensio-actifs commerciaux peuvent servir à la préparation des solutions de rinçage des mains (p. ex., Sur-Ten, Aerosol OT-75, Nekal WT-27). En général, les solutions de rinçage des mains doivent être diluées et préparées de manière conforme à la description des solutions pour les résidus foliaires à faible adhérence (voir la partie B, chapitre 3).

On peut aussi employer les alcools purs (p. ex., l'isopropanol ou l'éthanol) comme solutions de rinçage des mains. Les facteurs décrits pour l'achat ou la préparation de l'eau pour les solutions de rinçage aqueuses, s'appliquent aussi aux alcools. Les chercheurs doivent utiliser des solvants utilisés pour des pesticides s'ils comptent utiliser les alcools purs comme solutions de rinçage des mains.

Méthodes d'échantillonnage. Les chercheurs appliquent une vaste gamme de techniques pour l'obtention d'échantillons de rinçage des mains. Certains préfèrent pratiquer une agitation mécanique minimale, d'autres y ont recours de façon courante dans leurs méthodes d'échantillonnage. Cependant, l'EPA recommande d'exercer une agitation mécanique. Il y a différentes façons d'opérer ce traitement qui, en principe, enlève les résidus sur la peau (Durham and Wolfe, 1962). On peut appliquer notamment :

- 1) une méthode de rinçage des mains prévoyant que les sujets se lavent les mains de façon normale;
- 2) une méthode où chaque main est placée dans un sac de polyéthylène contenant une solution de rinçage et est agitée vigoureusement pendant au moins 2 minutes. Toutes les méthodes appliquées au champ doivent être décrites soigneusement dans toute demande adressée à l'EPA.

7.2.5.4 Gants d'échantillonnage

Le port des gants est une autre façon de contrôler l'exposition des mains. Comme on doit le faire dans le cas de la technique du rinçage des mains, on doit demander aux participants de se laver les mains avec un solvant approprié pour éliminer la contamination de fond avant d'enfiler les gants servant de dosimètres. Lorsqu'ils portent des gants de protection, les participants à ces études doivent porter les gants servant de dosimètres en dessous.

Matériaux. On trouve sur le marché une vaste gamme de gants de coton absorbants et légers. Au moment du choix, les chercheurs doivent accorder beaucoup d'attention à la durabilité ainsi qu'à la disponibilité de ces gants. La durabilité sur le plan mécanique est essentielle; si les dosimètres ne sont pas demeurés intacts à la fin d'une période d'évaluation de l'exposition, ils sont inutilisables. Ceux-ci doivent pouvoir résister aux agressions mécaniques (abrasion, accrocs, déchirures, etc.) pendant les activités de routine des sujets, notamment la récolte et l'entretien des cultures, les inspections et la plantation). Bien que les gants blancs des porteurs funéraires sont intéressants comme dosimètres pour les mains, ils ne sont pas assez résistants pour certains travaux. Différents gants à tissu maillé (parfois appelés « pickers gloves ») sont plus résistants. Comme on doit le faire avec tous les dosimètres, il faut prétester les gants afin de s'assurer qu'ils ne contiennent pas de substances susceptibles d'interférer avec l'analyse du résidu de pesticide.

L'approvisionnement est un autre facteur important. Les chercheurs doivent veiller à acheter les gants en quantité suffisante pour faire en sorte que tous ceux utilisés pour mesurer une forme particulière d'exposition, dans le cadre d'une étude donnée, soient du même type (p. ex., mélanges de tissus) et proviennent du même lot de production. Il est essentiel de se procurer des dosimètres du même lot ou de lots de production similaires parce que cela permet de procéder à des comparaisons directes des résultats.

Enlèvement des gants d'échantillonnage. À la fin d'une période d'évaluation de l'exposition, les chercheurs doivent veiller à l'intégrité des échantillons. Il est essentiel d'appliquer de méthodes adaptées de récupération des échantillons. Les chercheurs doivent en développer qui permettent d'empêcher la contamination croisée des dosimètres. Par exemple, pour obtenir un échantillon représentatif, les sujets doivent retirer les gants de leurs mains en les déroulant (c.-à-d. en les retournant sur eux-mêmes) pour les placer dans un contenant d'entreposage des échantillons.

7.2.5.5 Marqueurs fluorescents

Il est possible de quantifier l'exposition cutanée indirectement et de façon non invasive par la mesure du dépôt de substances fluorescentes. Ces substances peuvent être employées de pair avec l'enregistrement d'images vidéo pour produire des estimations de l'exposition sur pratiquement tout le corps de sujets (Fenske *et al.*, 1986a, 1986b, 1993). Pour cela, il faut produire des images du sujet avant et après l'exposition sous rayonnement U.V. de grande longueur d'onde, établir une courbe standard décrivant la relation entre la fluorescence mesurée à la surface de la peau et la quantité du marqueur déposé sur la peau. On doit aussi prélever des échantillons pour doser le résidu chimique de manière à quantifier le rapport entre le marqueur et la substance à l'étude déposés sur la peau. La technique de l'analyse d'images a été appliquée surtout aux mélangeurs et aux applicateurs de pesticides (Fenske, 1988; Methner and Fenske, 1994a, 1994b). On l'a aussi appliquée aux ouvriers qui manipulent du bois traité (Fenske *et al.*, 1987), aux enfants laissés sur une pelouse après l'application d'un marqueur (Black, 1993) et à des applicateurs travaillant en serre (Archibald, 1995).

Idéalement, cette technique pourrait améliorer la précision de l'évaluation de l'exposition cutanée parce qu'elle mesure la charge réelle sur la peau (c.-à-d. que la peau sert elle-même de substrat de collecte) et qu'elle est extrêmement sensible, sur le plan qualitatif. Mais en pratique, elle a plusieurs limites importantes. 1) L'emploi d'un marqueur suppose qu'on introduit une substance étrangère dans le système de production. 2) Il faut établir sur le terrain le transfert relatif du marqueur et de la substance à étudier. 3) Il faut parfois ajouter des étapes additionnelles d'assurance de la qualité pendant les études sur le terrain, notamment de détermination des plages efficaces et d'évaluation de la dégradation possible du marqueur au soleil. 4) Lorsque des vêtements de protection sont portés, il peut être nécessaire de procéder à des études indépendantes pour déterminer la pénétration relative du marqueur et de la substance étudiée dans les tissus. Voici quelques facteurs dont il importe de tenir compte avec l'emploi de cette technique : 1) on doit vérifier l'efficacité du marqueur ou du colorant employé, à titre de substitut de la substance à l'étude, avant de passer aux essais sur le terrain; 2) le marqueur ou le colorant ne doivent pas modifier les propriétés physiques de la formulation du pesticide; 3) le profil de pénétration dans les vêtements du marqueur ou du colorant doit être le même que celui du pesticide.

7.2.6 Considérations générales sur le prélèvement d'échantillons sur le terrain

On doit prélever des échantillons témoins en nombre suffisant pour qu'on puisse préparer des témoins enrichis pour chaque journée d'échantillonnage. Ceux-ci doivent être emballés, transportés, entreposés et analysés avec les échantillons sur l'exposition cutanée. Consulter la partie C pour des considérations détaillées sur l'AQ/CQ.

7.3 ENTREPOSAGE DES ÉCHANTILLONS

Les échantillons doivent être entreposés de façon à atténuer le plus possible leur détérioration et la perte des substances à analyser entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse. On trouvera des renseignements détaillés sur l'entreposage des échantillons à la partie C, AQ/CQ. Le chercheur est responsable de la démonstration de la stabilité des échantillons pendant la durée de conservation et dans les conditions observées.

7.4 ANALYSE DES ÉCHANTILLONS

Pour l'analyse de tous les échantillons, on doit appliquer des méthodes validées d'une sensibilité suffisante. Consulter la partie C, AQ/CQ, du présent document pour d'autres détails sur l'analyse des échantillons.

7.5 CALCULS

Consulter la partie D de ce document pour une description des calculs nécessaires à l'estimation des taux de dissipation, de l'exposition et du risque.

7.6 COMMUNICATION DES RÉSULTATS

Les données sur les endroits étudiés sur le corps et les données sur le résidu total doivent être présentées sous forme de tableau. La concentration des résidus doit être communiquée en mg ou en μg de la matière active du pesticide en fonction de la partie du corps où le résidu a été mesuré, lorsqu'on emploie des dosimètres couvrant tout le corps; elle est rapportée par unité de surface lorsque les données sont obtenues à partir de pièces de tissu (normalisation en fonction de la superficie de la pièce; les résultats sont exprimés en $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ou en mg/cm^2). Dans la mesure du possible, les données sur la distribution doivent être communiquées.

RÉFÉRENCES DU CHAPITRE 7 DE LA PARTIE B

Abbott, I.M.; Bonsall, J.L.; Chester, G.; Hart, T.B.; Turnbull, G.J. (1987) Worker exposure to a herbicide applied with ground sprayers in the United Kingdom. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 48:167-175.

Archibald, B.A. (1995) Estimation of Pesticide Exposure to Greenhouse Applicators Using Video Imaging and Other Assessment Techniques. *Am. Inc. Hyg. Assoc. J.* 56:226-235.

Black, K.G. (1993) An Assessment of Children's Exposure to Chlorpyrifos From Contact With a Treated Lawn. Ph.D. Dissertation, Rutgers University, Department of Environmental Sciences, New Brunswick, NJ, USA.

Chester, G. (1993) Evaluation of Agricultural Worker Exposure to, and Absorption of, Pesticides. *Ann. Occup. Hyg.* 37:509-523.

Davis, J.E. (1980) Minimizing Occupational Exposure to Pesticides: Personal Monitoring. *Res. Rev.* 75:35-50.

Davis, J.E.; Stevens, E.R., Staff, D.C. (1983) Potential Exposure of Apple Thinners to Azinphosmethyl and Comparison of Two Methods for Assessment of Hand Exposure. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 31:631-638.

Durham, W.F.; Wolfe, H.R. (1962) Measurement of the Exposure of Workers to Pesticides. *Bull. WHO.* 26:75-91.

Fenske, R.A. (1988) Correlation of Fluorescent Tracer Measurements of Dermal Exposure and Urinary Metabolite Excretion During Occupational Exposure to Malathion. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 49:438-444.

Fenske, R.A. (1990) Nonuniform Dermal Deposition Patterns During Occupational Exposure to Pesticides. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 19:332-337.

Fenske, R.A. (1993) Dermal Exposure Assessment Techniques. *Ann. Occup. Hyg.* 37(6):687-706.

Fenske, R.A.; Lu, C. (1994) Determination of Handwash Removal Efficiency: Incomplete Removal of Pesticide, Chlorpyrifos From Skin by Standard Handwash Techniques. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 55(5):425-432.

PARTIE B - LIGNES DIRECTRICES
Exposition cutanée (L.d. 875.2400)

Fenske, R.A.; Leffingwell, J.T.; Spear, R.C. (1986a) A Video Imaging Technique For Assessing Dermal Exposure - I. Instrument Design and Testing. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 47:764-770.

Fenske, R.A.; Wong, S.M.; Leffingwell, J.T.; Spear, R.C. (1986b) A Video Imaging Technique For Assessing Dermal Exposure - II. Fluorescent Tracer Testing. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 47:771-775.

Fenske, R.A.; Horstman, S.W.; Bentley, R.K. (1987) Assessment of Dermal Exposure to Chlorophenols in Timber Mills. *Appl. Ind. Hyg.* 2:143-147.

Fenske, R.A.; Birnbaum, S.G.; Methner, M.M.; Soto, R. (1989) Methods for Assessing Fieldworker Hand Exposure to Pesticides During Peach Harvesting. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 43:805-815.

Methner, M.M.; Fenske, R.A. (1994a) Pesticide Exposure During Greenhouse Applications, Part II. Chemical Permeation Through Protective Clothing in Contact With Treated Foliage. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 9:567-574.

Methner, M.M.; Fenske R.A. (1994b) Pesticide Exposure During Greenhouse Applications, Part I. Dermal Exposure Reduction Due to Directional Ventilation and Worker Training. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 9:560-566.

U.S. EPA. (1997) Standard Operating Procedures (SOPs) for Residential Exposure Assessments, draft report. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs.

Wolfe, H.R. (1976) Field Exposure to Airborne Pesticides, In: *Air Pollution From Pesticides and Agricultural Processes*. ed. Lee, R.E., Jr. CRC Press, Cleveland, Ohio.

World Health Organization. (1982) Field Surveys of Exposure to Pesticides. Standard Protocol. VBC/82.1. WHO, Geneva.