

Prévention des risques chimiques et biologiques

Études et recherches

RAPPORT R-941



Prévention des risques liés aux pesticides chez les producteurs de pommes État des lieux et actions à mener pour une meilleure protection individuelle

*Ludovic Tuduri
Danièle Champoux
Caroline Jolly
Jonathan Côté
Michèle Bouchard*



Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES

travaillent pour vous !

Mission

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes;

Assurer la diffusion des connaissances et jouer un rôle de référence scientifique et d'expertise;

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail.

Pour en savoir plus

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement. www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CNESST. Abonnement : <https://abonnement.lacsst.com/prevention>

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec
2016
ISBN : 978-2-89631-902-2
ISSN : 0820-8395

IRSST - Direction des communications
et de la valorisation de la recherche
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche Robert-Sauvé
en santé et en sécurité du travail,
Novembre 2016

Prévention des risques chimiques et biologiques

Études et recherches

RAPPORT R-941

Prévention des risques liés aux pesticides chez les producteurs de pommes État des lieux et actions à mener pour une meilleure protection individuelle

Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

*Ludovic Tuduri, Danièle Champoux, Caroline Jolly,
IRSST*

*Jonathan Côté, Michèle Bouchard,
Département de santé environnementale et santé au travail,
Université de Montréal*

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca



Cette publication est disponible
en version PDF
sur le site Web de l'IRSST.

ÉVALUATION PAR DES PAIRS

Conformément aux politiques de l'IRSST, les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

REMERCIEMENTS

L'équipe de recherche tient particulièrement à remercier :

- Les producteurs de pommes ayant accepté de nous accueillir dans leurs exploitations pour réaliser les entrevues et effectuer les observations.
- Mélanie Noël, François Blouin et les Producteurs de pommes du Québec (PPQ) pour leur collaboration sincère et efficace, et leur contribution à la réalisation de l'enquête par questionnaire.
- Le Réseau-pommier, notamment Gérald Chouinard et son équipe de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Roland Joannin du club Agropomme, Évelyne Barriault et Karine Bergeron du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Leurs interventions respectives ont permis de comprendre la structuration du milieu, d'identifier les informateurs clés, de communiquer avec les producteurs de pommes et ont donc contribué à la réussite du projet.
- Les étudiants ayant participé au projet, Morgane Bellien Lacoste, Jennifer Landry, Ariane Guilbert, Lucie Bréart et Émile Lufungula Yoto.
- Les membres du comité de suivi, Isabelle Gorse, du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC); Évelyne Cambon-Goulet, de la Direction de la santé publique de la Montérégie; Diane Fortin, de l'Union des producteurs agricoles (UPA); Isabelle Couture, du MAPAQ; François R. Granger, de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST).
- Les membres de la Chaire d'analyse et de gestion des risques toxicologiques de l'Université de Montréal.

SOMMAIRE

Au Québec, on dénombrait près de 29 000 exploitations qui procuraient 125 000 emplois à des travailleurs du secteur de la production agricole (2007). Alors que les pesticides ont pour fonction de lutter contre les parasites des cultures, ils peuvent avoir des effets, à court et long termes, sur la santé des producteurs qui y sont exposés, majoritairement par la peau. Leur utilisation est donc encadrée et des mesures de prévention du risque sont proposées, au nombre desquelles les équipements de protection individuelle (ÉPI) jouent un rôle essentiel. Dans un contexte de quasi-absence de données sur les maladies et lésions professionnelles relatives aux agents causaux « pesticides » au Québec, le message de prévention actuel ne donne pas tous les résultats attendus. Ainsi, cette étude pluridisciplinaire présente un état des lieux sur la prévention par les ÉPI utilisés contre les pesticides en agriculture, dresse un portrait des contextes et pratiques de travail de la production de pommes québécoise, et définit une liste préliminaire de pesticides dont il faudrait se protéger, prioritairement dans ce secteur. Des pistes d'action sont finalement suggérées et discutées.

C'est l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) qui pilote l'homologation des pesticides au Canada. L'ARLA réalise une évaluation du risque et décide des mesures de mitigation à mettre en œuvre pour assurer des conditions de travail sécuritaires. Cette évaluation est basée, entre autres, sur l'étude de scénarios d'exposition où l'utilisation d'ÉPI est prise en compte par l'application de facteurs de protection (%) pour chaque type d'équipement. Les recommandations quasi systématiques de port d'ÉPI figurant sur les étiquettes ont force de loi, et leur respect est présumé garant d'un risque acceptable.

Les appareils de protection respiratoire recommandés doivent être certifiés, alors que les équipements de protection cutanée sont décrits de manière générique. Des normes pouvant aider à désigner clairement les vêtements de protection requis et à caractériser un socle minimum de performance existent à travers le monde. La norme CSA Z-16602 sur les vêtements de protection chimique propose une classification selon la nature du risque anticipé, mais leur résistance chimique aux pesticides n'est pas mesurée. La norme ISO 27065, quant à elle, est spécifique aux vêtements de protection contre les pesticides. Elle décrit des vêtements classables selon trois niveaux de performance, que l'on choisit en fonction du risque anticipé pour chaque situation de travail.

La mesure de l'efficacité de protection des vêtements en conditions de travail peut apporter des informations complémentaires aux données tirées de la normalisation. Une vingtaine d'études scientifiques s'y rapportant ont été recensées pour le milieu agricole. Les facteurs de protection mesurés sont compatibles avec ceux escomptés par l'ARLA dans son évaluation du risque, mais la faible quantité de données et la grande variabilité en matière méthodologique et expérimentale, réduisent la portée de la comparaison. Des difficultés ou des lacunes d'origine variée limitent donc la certitude d'avoir atteint l'efficacité de protection attendue des ÉPI.

L'étude menée auprès des producteurs de pommes du Québec a permis de mieux appréhender la réalité de leur métier, et de contextualiser l'état des lieux réalisés. Plus de 500 exploitations, majoritairement de petites tailles, sont recensées au Québec. Les producteurs décrivent une forte pression économique, liée notamment au coût de la terre, des équipements, des arbres et des pesticides. Le contexte environnemental, parasites nouveaux, gels, grêle, concentration et

proximité des vergers, s'ajoute à la pression économique. Pour y faire face et assurer un rendement satisfaisant, les producteurs adaptent le type de plantation, les variétés de pommes, expérimentent différentes conduites culturales et recourent aux pesticides.

Depuis une quinzaine d'années, les producteurs voient leur métier évoluer. Une majorité de producteurs expriment leur accord avec les objectifs et les pratiques de la production fruitière intégrée (PFI); de nouveaux insecticides se substituent aux anciens, des molécules présentant de moindres risques sont favorisées, la stratégie de pulvérisation basée notamment sur le dépistage régulier est largement adoptée. Cette implantation est favorisée grâce au soutien apporté par des agronomes du MAPAQ, de clubs techniques ou indépendants, qui sont reconnus comme des intervenants clés appréciés des producteurs.

La pression des ravageurs et les contraintes économiques amènent toutefois les producteurs à privilégier souvent l'usage de pesticides plus efficaces, et moins compatibles avec les objectifs de la PFI. La vente aux grossistes est la stratégie favorisée par une majorité de producteurs, car elle assurerait de meilleurs prix pour les fruits. Le débouché choisi pour la production de pommes et les attentes des consommateurs pour des fruits parfaits pourraient influencer le nombre de pulvérisations. Ce contexte participe à l'exposition des producteurs aux pesticides.

L'analyse exploratoire de l'activité et des situations d'exposition a permis d'identifier également l'aménagement des lieux, la formulation et l'emballage des pesticides, ainsi que la conception des équipements comme des déterminants de l'exposition lors de la préparation de la bouillie et de la pulvérisation. Dans ces situations et d'autres, l'utilisation des ÉPI peut jouer un rôle de protection significatif, mais cette utilisation n'est toutefois pas systématique ou rigoureuse, un résultat maintes fois rapporté dans d'autres études. Les producteurs disent qu'ils n'ont pas assez d'information claire sur le risque lié aux pesticides et sur la meilleure façon de s'en protéger. L'effet combiné de la perception et de l'information sur le risque, ainsi que des contraintes temporelles et financières, s'ajoutent aux lacunes de l'offre des ÉPI.

Finalement, il apparaît que de nombreuses mesures peuvent être proposées pour améliorer la prévention du risque lié aux pesticides dans le milieu agricole, et en particulier, chez les producteurs de pommes. Des efforts de sensibilisation, déployés auprès de ces derniers, par la formation notamment, pourraient les convaincre de la nécessité d'adopter une approche systématique et rigoureuse de protection de leur santé présente et future. Des efforts concertés des institutions concernées et des milieux agricole et scientifique peuvent soutenir les efforts des producteurs en ce qui a trait à la réduction de l'utilisation des pesticides. Une liste préliminaire de pesticides, obtenue grâce aux indices de risque construits dans cette étude pour les produits les plus utilisés par les producteurs, peut contribuer à l'orientation des efforts en prévention et en recherche. La normalisation et une meilleure conception des équipements utilisés par les producteurs devraient favoriser une réduction de l'exposition. Concernant les ÉPI, enfin, une désignation claire des équipements recommandés sur l'étiquette accompagnant les pesticides, ainsi qu'une meilleure caractérisation de leurs performances, sont souhaitables. La formation et l'information requises sur les ÉPI devraient également être élaborées de manière concertée par les parties prenantes et diffusées par un réseau d'intervenants clés, ayant la confiance des producteurs.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	I
SOMMAIRE	III
TABLE DES MATIÈRES	V
LISTE DES TABLEAUX	VII
LISTE DES FIGURES.....	IX
LISTE DES SYMBOLES, SIGLES ET ACRONYMES.....	XI
1. LA PRODUCTION DE POMMES ET LES PESTICIDES.....	1
1.1 La production de pommes au Canada	1
1.1.1 Un aperçu global	1
1.1.2 Aperçu comparatif entre les provinces	2
1.1.3 La production de pommes au Québec.....	2
1.2 Pesticides, santé et sécurité du travail (SST) en agriculture.....	4
1.2.1 Utilisation de pesticides	4
1.2.2 L'exposition aux pesticides, un facteur de risque en agriculture.....	7
1.2.3 Approches de prévention	11
1.3 Synthèse et objectifs de l'étude	16
2. MÉTHODES.....	19
2.1 Les ÉPI contre les pesticides en agriculture	19
2.1.1 Réglementation et ÉPI	19
2.1.2 Normes et ÉPI.....	20
2.1.3 Efficacité de terrain.....	20
2.2 Collecte de données originales auprès des producteurs de pommes québécois	20
2.2.1 Rôle du comité de suivi du projet	20
2.2.2 Éthique de la recherche	21
2.2.3 Rencontres préparatoires avec des informateurs périphériques.....	21
2.2.4 Observations et entrevues avec un échantillon de producteurs	21
2.2.5 Enquête par questionnaire.....	23
2.3 Priorisation des pesticides d'intérêt en production de pommes	27
2.3.1 Pesticides d'intérêt	27
2.3.2 Priorisation.....	28

3. RÉSULTATS.....	33
3.1 Réglementation, normalisation et efficacité de terrain des ÉPI	33
3.1.1 Réglementation et ÉPI	33
3.1.2 Normalisation et ÉPI.....	41
3.1.3 Efficacité de terrain des vêtements de protection	46
3.1.4 Discussion	51
3.2 Le métier de producteur de pommes : contextes socio-économique, organisationnel et personnel.....	53
3.2.1 Les caractéristiques sociodémographiques des producteurs	53
3.2.2 Contexte de la production des pommes	55
3.2.3 Organisation de la production	59
3.2.4 Utilisation des pesticides et situations d'exposition	67
3.2.5 Perception du risque, ÉPI et santé.....	78
3.2.6 Discussion	93
3.3 Priorisation des formulations et des ingrédients actifs.....	98
4. DISCUSSION GÉNÉRALE	103
4.1 La prévention des risques à la source	103
4.2 La prévention des risques par les mesures d'ingénierie et les mesures administratives	104
4.3 La prévention des risques par l'utilisation d'équipements de protection individuelle	106
4.3.1 L'existence, la désignation claire, la disponibilité commerciale et le coût des ÉPI ...	106
4.3.2 Le respect de la consigne du port des ÉPI	108
5. CONCLUSION.....	111
BIBLIOGRAPHIE.....	115

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Distribution des exploitations et des superficies selon les régions productrices de pommes au Québec (14, 16)	3
Tableau 2. Distribution des vergers québécois selon les superficies (17)	3
Tableau 3. Matières actives les plus vendues au Canada et au Québec (22, 23)	5
Tableau 4. Taux d'utilisation de pesticides chez les producteurs de pommes québécois (15, 25, 26)	6
Tableau 5. Taux d'utilisation de pesticides chez les producteurs de pommes québécois selon la taille de l'exploitation (15, 25, 26)	6
Tableau 6. Pesticides les plus utilisés au Québec en production de pommes (27)	7
Tableau 7. Présomption de lien entre exposition professionnelle aux pesticides et pathologies, adapté de (39)	8
Tableau 8. Recension des études publiées dans la littérature scientifique sur l'exposition aux pesticides en production de pommes	10
Tableau 9. Taux d'utilisation d'ÉPI (%) lors des étapes de préparation et de pulvérisation en production végétale au Québec (99)	15
Tableau 10. Mots-clés et leurs variantes utilisés pour la recherche	19
Tableau 11. Comparaison de la distribution des exploitations participantes selon la superficie exploitée, avec les données du MAPAQ (17)	22
Tableau 12. Distribution du nombre des questionnaires reçus et exploités	25
Tableau 13. Valeurs limites d'exposition répertoriées pour les ingrédients actifs de pesticides et définition	29
Tableau 14. Bases de données utilisées pour documenter les paramètres physico-chimiques, les données toxicologiques et les valeurs limites d'exposition	30
Tableau 15. Exigences relatives aux ÉPI au Québec, aux États-Unis et en Europe	33
Tableau 16. Textes réglementaires sur les pesticides	34
Tableau 17. Types de messages de recommandation d'ÉPI sur les étiquettes	39
Tableau 18. Essais à mener sur les VPC selon la norme ISO 16602:2007 (146)	43
Tableau 19. Essais à mener sur les vêtements de protection contre les pesticides selon la norme ISO 27065:2011(157)	45
Tableau 20. Études traitant de l'efficacité de terrain des vêtements de protection	49
Tableau 21. Nombre d'études spécifiques recensées pour chaque type de vêtement	50
Tableau 22. Facteurs de protection (%) déterminés pour les matériaux les plus communs	51
Tableau 23. Synthèse des caractéristiques sociodémographiques des producteurs de pommes	54
Tableau 24. Synthèse des caractéristiques des exploitations	56

Tableau 25. Fréquence d'utilisation (f_i) des fongicides en pomiculture et indices de risque calculés à partir du coefficient de perméabilité (K_p), du taux d'application (Q) et des valeurs limites d'exposition (AOEL et cRfD) propres à chacun	99
Tableau 26. Fréquence d'utilisation (f_i) des insecticides en pomiculture et indices de risque calculés à partir du coefficient de perméabilité (K_p), du taux d'application (Q) et des valeurs limites d'exposition (AOEL et cRfD) propres à chacun	100

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Répartition des utilisations de pesticides en milieu agricole au Québec et au Canada (22, 23).....	5
Figure 2. Impact environnemental moyen (risques pour la santé et l'environnement) des pesticides appliqués par pulvérisation dans les vergers du Québec, 1978 à 2007, d'après Chouinard et coll. (93).	13
Figure 3. Exemple de scénario d'exposition contenu dans la PHED (140).....	38
Figure 4. Recommandations d'ÉPI par le MDDELCC et le MSSS (143).....	41
Figure 5. Localisation de <i>patches</i> pour la mesure de l'exposition cutanée (40).....	47
Figure 6. Distribution des producteurs selon le type de régie pratiquée (n=164).....	63
Figure 7. Distribution des producteurs selon les sources d'information sur le choix des pesticides.64	
Figure 8. Distribution des producteurs selon le principal critère de sélection des pesticides (n=147).....	66
Figure 9. Deux types de pulvérisateurs observés sur les exploitations.....	71
Figure 10. Tracteurs-cabines non étanches observés sur les exploitations.....	72
Figure 11. Distribution des producteurs selon le type de filtre utilisé sur le tracteur-cabine (n=108).....	73
Figure 12. Distribution des producteurs selon le respect du délai de réentrée (n=156).....	76
Figure 13. Distribution des producteurs selon la perception de l'importance des risques pour la santé lors de trois étapes d'utilisation des pesticides.	79
Figure 14. Distribution des producteurs selon la perception des risques pour les différents types de produits.....	80
Figure 15. Distribution des producteurs selon la perception du risque associée à la forme physique des produits phytosanitaires commerciaux (n=162).....	82
Figure 16. Distribution des producteurs selon la perception des risques pour la santé	82
Figure 17. Distribution des producteurs selon les sources d'information sur le choix des EPI.	84
Figure 18. Distribution des producteurs selon le port d'ÉPI pour différents types de produits (n=140).....	86
Figure 19. Distribution des producteurs selon le type d'ÉPI porté pendant la préparation des pesticides.....	87
Figure 20. Distribution des producteurs selon le type d'ÉPI porté pendant la pulvérisation des pesticides.....	88
Figure 21. Distribution des producteurs selon le type d'ÉPI porté pendant le nettoyage.....	89
Figure 22. Distribution des producteurs selon le type de protection respiratoire le plus souvent utilisé (n=125).	90
Figure 23. Distribution des producteurs selon les matériaux des gants imperméables	91

Figure 24. Distribution des producteurs selon l'opinion sur la garantie associée à l'homologation des pesticides par l'ARLA en ce qui a trait à la santé des utilisateurs (n=161).....	92
--	----

LISTE DES SYMBOLES, SIGLES ET ACRONYMES

ADE :	Quantité de pesticides recueillie sous le vêtement de protection (mg)
$AOEL$:	<i>Acceptable Operator Exposure Level</i> (mg/kg/j)
E :	Efficacité ou facteur de protection (%)
f_i :	Fréquence d'utilisation d'une préparation commerciale contenant le produit actif i (%)
FP :	Facteur de pénétration (%)
ir_f :	Indice de risque pour la préparation commerciale
ir_i :	Indice de risque pour le produit actif
ir_a :	Indice de risque par application
IR_x :	Indice de risque x normalisé ($x = f, i$ ou a)
K_{ow} :	Coefficient de partage octanol-eau
K_p :	Coefficient de perméabilité cutanée (cm/h)
M :	Masse moléculaire (g/mol)
$MAX(ir_x)$:	Valeur maximale calculée parmi les ir_x
PDE :	Quantité de pesticide recueillie sur le vêtement de protection (mg)
Q :	Masse d'ingrédient actif i appliquée par hectare, par application (kg/ha)
AAC :	Agriculture et agroalimentaire Canada
ACGIH :	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
ACIA :	Agence canadienne d'inspection des aliments
ADI_{WHO} :	<i>Acceptable Daily Intake</i> de l'Organisation mondiale de la santé (mg/kg/j)
ADI_{HC} :	<i>Acceptable Daily Intake</i> de Santé Canada (mg/kg/j)
AERU :	Agriculture and Environment Research Unit
AFNOR :	Association française de normalisation
AHED :	<i>Agricultural Handler Exposure Database</i>
AHS :	<i>Agricultural Health Study</i>
ANSES :	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ANSI :	American National Standards Institute
APR :	Appareil de protection respiratoire
ASABE :	American Society of Agricultural and Biological Engineers
ASTM International :	Organisme de normalisation anciennement connu sous le nom d'American Society for Testing and Materials
ARLA :	Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire
BHSE :	British Health and Safety Executive, appelé maintenant Health and Safety Executive
CAPQ :	Centre antipoison du Québec
CEN :	Comité européen de normalisation
CL_{50} :	Concentration létale pour 50 % de la population testée (mg/m ³)
CSA Group :	Anciennement connu sous le nom de Canadian Standards Association - Association canadienne de normalisation
CCHST :	Centre canadien d'hygiène et de sécurité du travail

CNESST :	Commission des normes, de l'équité et de la santé et la sécurité du travail, anciennement connu sous le nom de CSST
DFG :	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DL_{50} :	Dose létale pour 50 % de la population testée (mg/kg)
DRASS :	Direction régionale des affaires sanitaires et sociales
EFSA :	European Food Safety Authority
ÉPI :	Équipement de protection individuelle
FAO :	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FIFRA :	<i>Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act</i>
GTEFCP :	Groupe de travail national sur l'éducation, la formation et la certification en matière de pesticides
HRI :	Hôtellerie, restauration, institution
HSDB :	<i>Hazardous Substances Data Bank</i>
IDHL :	<i>Immediately Dangerous to Health and Life</i> (mg/m ³) (30 min)
INRS :	Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
INSERM :	Institut national de la santé et de la recherche médicale
INSPQ :	Institut national de la santé publique du Québec
IRB :	Indice de risque pour les espèces bénéfiques du verger
IRDA :	Institut de recherche et de développement en agroenvironnement
IRE :	Indice de risque pour l'environnement
IRPeQ :	Indice de risque des pesticides du Québec
IRS :	Indice de risque pour la santé
IRSST :	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail
ISO :	Organisation internationale de normalisation
ISQ :	Institut de la statistique du Québec
LMR :	Limite maximale de résidus (mg/kg)
LOAEL :	<i>Lowest-observed-adverse-effect level</i> – Dose minimale avec effet nocif observé
LPA :	Loi sur les produits antiparasitaires
LSST :	Loi sur la santé et la sécurité du travail
MAK :	<i>Maximale Arbeitsplatz-Konzentration</i> (8 h) (mg/m ³)
MAPAQ :	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDDELCC :	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MOE :	<i>Margin of Exposure</i>
MSHA :	Mine Safety and Health Administration
MSSS :	Ministère de la Santé et des Services sociaux
NIOSH :	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
NOAEL :	<i>No-observed-adverse-effect level</i> – Dose sans effet néfaste observé
OCDE :	Organisation de coopération et de développement économiques
OMS :	Organisation mondiale de la santé
OSHA :	Occupational Health and Safety Administration
OSHS :	<i>Occupational Safety and Health Standard</i>
PE :	Petites entreprises
PEL :	<i>Permissible Exposure Level</i> (8 h) (mg/m ³)

PFI :	Production fruitière intégrée
PHED :	<i>Pesticide Handlers Exposure Database</i>
PPDB :	<i>Pesticide Properties DataBase</i>
PRDD :	<i>Proposed Regulatory Decision Document</i>
PPQ :	Producteurs de pommes du Québec
RED :	<i>Reregistration Eligibility Decision</i>
REL :	<i>Recommended Exposure Limit</i> (mg/m ³) (8 h)
aRfD, cRfD :	Dose de référence par ingestion, aiguë et chronique (mg/kg/j)
RSST :	Règlement sur la santé et la sécurité du travail
RTECs :	<i>Registry of Toxic Effects of Chemical Substances</i>
SAGE :	Outil d'information sur les risques pour la santé et l'environnement ainsi que sur les usages agricoles pour une gestion rationnelle et sécuritaire des pesticides au Québec
SOFAD :	Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec
SPQA :	Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture
SST :	Santé et sécurité du travail
TLV-STEL :	<i>Threshold limit values-short term exposure limit</i> (15 min) (mg/m ³)
TLV-TWA :	<i>Threshold limit values-time-weighted average</i> (8 h) (mg/m ³)
UdeM :	Université de Montréal
UPA :	Union des producteurs agricoles
URCAM :	Union régionale des caisses d'assurance maladie
USEPA :	United States Environmental Protection Agency
VEA :	Valeur d'exposition admissible
VLEP :	Valeur limite d'exposition professionnelle (8 h) (mg/m ³)
VME :	Valeur moyenne d'exposition (8 h) (mg/m ³)
VPC :	Vêtement de protection chimique
VTO :	Vêtements de travail ordinaires
WPS :	<i>Worker Protection Standard</i>

1. LA PRODUCTION DE POMMES ET LES PESTICIDES

Le secteur bioalimentaire est stratégique pour le Québec (1). Il contribue au bon état de santé des Québécois par l'alimentation, participe au développement économique du Québec et de ses régions et met en valeur les ressources du territoire (2). Il regroupe la production agricole, la pêche et l'aquaculture commerciales, la transformation et la commercialisation des aliments/boissons, ainsi que le réseau « HRI » (hôtellerie, restauration, institution). Environ 475 000 emplois y sont liés. Dans le secteur de la production agricole, on dénombrait en 2007 près de 29 000 exploitations qui procuraient un emploi à 125 000 travailleurs (3). Après la banane, la pomme est le fruit le plus prisé au Canada comme au Québec, suivie par les petits fruits (bleuets, canneberges, fraises). Il apparaît donc logique que la pomme soit le fruit le plus cultivé au Québec, devant la canneberge et le bleuets (4).

La pomme, tout comme d'autres fruits de verger, nécessite beaucoup de traitements antiparasitaires, quel que soit le mode de production, du conventionnel au biologique. Van Drooge et coll. (5) ont évalué à environ 50 le nombre de traitements des vergers de pommiers aux Pays-Bas en 1997, alors que Sauphanor et coll. (6) l'estimaient entre 25 et 30 en France (période 2002-2007). Au Québec, il était question de 18 traitements par saison en 1990 (7). Une estimation plus récente indique que plus de 12 traitements par saison peuvent être nécessaires (4). L'intensité des traitements est associée à la présence de résidus de pesticides dans les fruits. Ainsi, 88 % des échantillons de pommes testés au Canada présentaient un résidu ou plus en 2012-2013 (8), et au Québec, pour les années 2007-2009, le taux variait de 56 à 82 %. Sur la même période, entre sept et dix résidus de pesticides différents ont été identifiés dans l'ensemble des échantillons analysés (9). L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a rapporté, pour la période 2012-2013, la présence récurrente d'éthylène diamine (associé à l'utilisation de fongicides tels que le mancozèbe et le captane (fongicide) dans les pommes cultivées au Canada (8). Les teneurs en résidus ne dépassent que très rarement les limites maximales de résidus (LMR) au Québec, au Canada et dans l'Union européenne (<1 %). L'ensemble des données disponibles confirme le fait que la production de pommes repose sur l'utilisation d'un large éventail de pesticides.

1.1 La production de pommes au Canada

1.1.1 Un aperçu global

Les pommes sont cultivées au Canada depuis l'arrivée des premiers colons européens au XVII^e siècle. Elles ont été un des piliers du développement économique national (10). L'évolution de l'agriculture canadienne a cependant amené les superficies consacrées à la production de pommes à diminuer d'année en année, comme pour les pêches, les poires et les prunes-pruneaux. Ainsi, entre 1941 et 2011, les superficies sont passées de 53 820 à 18 243 ha. Sur la même période, le rendement à l'hectare a été multiplié par 4,3, compensant ainsi les pertes en superficies. Il reste néanmoins que la production annuelle par habitant est passée de 23,6 à 11,8 kg (11).

La tendance à la baisse se maintient au Canada, les superficies en production en 2013 étant estimées à 15 494 ha (12). En 2014, la part de la pomme au regard de la superficie de production

fruitière canadienne était de 18,6 %, située entre les bleuets (47,6 %) et les raisins (13,7 %) (12). Pour les années 2009-2013, le Canada avait un rendement moyen de 23,0 tonnes par hectare (T/ha) (13); il se situait au 33^e rang des exportateurs et au 8^e rang des importateurs mondiaux de pommes en 2011.

1.1.2 Aperçu comparatif entre les provinces

La diminution des superficies agricoles canadiennes consacrées à la culture de la pomme se reflète dans les différentes provinces productrices de pommes que sont l'Ontario, le Québec, la Colombie-Britannique, la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick. Entre 2002 et 2010, ces provinces ont respectivement perdu 28, 10, 39, 27 et 45 % de surfaces de culture consacrées à la pomme (12). Cette diminution serait due à la croissance de la production d'autres fruits, aux plantations « haute densité » de pommiers et à l'implantation de nouvelles variétés de pommes pour augmenter les rendements (10).

En 2014, l'Ontario, le Québec et la Colombie-Britannique se partageaient respectivement 37, 28 et 23 % de la superficie totale consacrée à la production de pommes au Canada. La Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick suivaient avec 11 et 1 % de la superficie (12).

Les rendements (T/ha) étaient de 25,1 en Ontario, de 24,8 au Québec, 26,8 en Colombie-Britannique et de 21,3 en Nouvelle-Écosse sur la période 2013-2014 (12). Finalement, le Québec est la deuxième province productrice de pommes avec 29,1 % de la production et 26,8 % de la valeur des ventes à la ferme, devant la Colombie-Britannique (20,9 et 25,3 %) et derrière l'Ontario (39,1 et 37,9 %).

1.1.3 La production de pommes au Québec

En 2014, 18 % des superficies cultivées en fruits étaient consacrés à la production de pommes au Québec, soit entre les bleuets (environ 60 %) et les canneberges (14 %) (12). Ce secteur agricole représentait pourtant 26 % des exploitations agricoles produisant des fruits, soit 578 en 2012 (14), contre 588 en 2010. En 2012, 37 des 578 entreprises produisaient des pommes biologiques sur 1 % de la superficie pomicole totale (4).

Le nombre d'exploitations peut varier selon les méthodes de comptage et d'estimation utilisées. Ainsi, selon le Recensement de l'agriculture de 2011, ces exploitations seraient au nombre de 692 (15), et selon la fiche d'enregistrement des producteurs du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), données de 2011 extrapolées à 2013, elles seraient 802, dont 66 avec moins de 0,2 ha en culture ¹. Tous les propriétaires de vergers recensés n'étant pas nécessairement actifs chaque année, l'association des Producteurs de pommes du Québec (PPQ) comptabilise le nombre de producteurs actifs et le chiffrait à 522 en 2013.

Le Tableau 1 précise la répartition des exploitations sur le territoire québécois, à partir des données 2010 fournies dans le profil sectoriel de l'industrie horticole au Québec (14), ainsi que des données de l'Institut de la statistique du Québec (16).

¹ Tuduri L, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. *Échange d'informations*. 2015.

Tableau 1. Distribution des exploitations et des superficies selon les régions productrices de pommes au Québec (14, 16)

	Superficie		Exploitations	
	ha	%	n	%
Province de Québec	5837	100	588	100
Bas-Saint-Laurent	23	0,4	16	2,7
Saguenay – Lac-St-Jean	6	0,1	9	1,5
Capitale-Nationale	193	3,3	54	9,2
Mauricie	12	0,2	6	1,0
Estrie	70	1,2	21	3,5
Montréal	12	0,2	1	0,2
Outaouais	29	0,5	14	2,4
Abitibi-Témiscamingue	6	0,1	3	0,5
Côte-Nord	0	0	0	0
Nord-du-Québec	0	0	0	0
Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine	6	0,1	9	1,5
Chaudière-Appalaches	140	2,4	41	7,0
Laval	23	0,4	5	0,9
Lanaudière	6	0,1	4	0,6
Laurentides	1325	22,7	105	17,9
Montréal	3806	65,2	282	47,9
Centre-du-Québec	181	3,1	18	3,1

Les régions administratives de la Montérégie et des Laurentides regroupent à elles seules 88 % des superficies et 66 % des exploitations produisant des pommes. Elles sont suivies, avec un poids moins important, des régions Chaudière-Appalaches et Capitale-Nationale. Le verger québécois est donc fortement concentré dans deux régions. Il est aussi partagé entre des exploitations de petites tailles, comme le montre le Tableau 2.

Tableau 2. Distribution des vergers québécois selon les superficies ² (17)

Année	Superficie (ha)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	> 20
2008	52 %	19 %	11 %	8 %	10 %
2013	59 %	17 %	9 %	5 %	10 %

La majorité des exploitations représentent en effet des vergers de 5 ha ou moins. La taille moyenne d'un verger était de 9,3 ha en 2004, de 8,7 ha en 2008 et de 8,4 ha en 2013 (4, 17).

Un petit nombre de variétés de pommes cultivées au Québec dominant la production (4), et sont très peu exportées, surtout la McIntosh, la Spartan, la Cortland et l'Empire. Enfin, il apparaît que 43 % des pommes du Québec sont destinées à la transformation, un débouché moins rentable que le marché des produits frais (4).

² Tuduri L, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. *Échange d'informations*. 2015.

1.2 Pesticides, santé et sécurité du travail (SST) en agriculture

L'utilisation de pesticides, au sens commun du terme (substance qui élimine des organismes nuisibles) remonte à plusieurs centaines d'années av. J.-C. Le soufre est alors utilisé lors de fumigations. L'extraction et l'utilisation de molécules à effet insecticide provenant de plantes, telles que la roténone et la nicotine, sont décrites dès le XVII^e siècle. Plus tard, l'utilisation de molécules arséniées, ou à base de cuivre, se développent. C'est après la Deuxième Guerre mondiale, à la suite d'efforts de recherche et de développement industriels, que les molécules synthétiques font massivement leur apparition sur le marché agricole (18). Il s'agit alors d'augmenter les rendements de production pour nourrir la population mondiale. De nos jours, cette problématique est toujours réelle, mais s'ajoutent à celle-ci des critères de qualité (couleur, taille, forme, durée de conservation) qui sont prisés par les consommateurs contemporains, et également des critères de viabilité économique des systèmes agricoles (19).

1.2.1 Utilisation de pesticides

1.2.1.1 Définitions

Les produits utilisés pour les traitements phytosanitaires sont réglementés au Canada, et les responsabilités sont partagées entre les administrations fédérales, provinciales et municipales (cf. 3.1.1.2). Ils sont désignés par les termes « produits antiparasitaires » dans la législation et la réglementation canadiennes, et « pesticides » dans la législation et la réglementation québécoises :

- L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire du Canada (ARLA) définit un produit antiparasitaire comme « tout produit, substance ou organisme (notamment ceux résultant de la biotechnologie) constitué d'un principe actif ainsi que des produits de formulation et de contaminants et fabriqué, présenté, distribué ou utilisé comme moyen de lutte direct ou indirect contre les parasites par destruction, attraction ou répulsion, ou encore par atténuation ou prévention de leurs effets nuisibles, nocifs ou gênants » (20).
- Au Québec, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) définit le pesticide comme étant « toute substance, matière ou microorganisme destiné à contrôler, détruire, amoindrir, attirer ou repousser, directement ou indirectement, un organisme nuisible, nocif ou gênant pour l'être humain, la faune, la végétation, les récoltes ou les autres biens, ou destiné à servir de régulateur de croissance de la végétation, à l'exclusion d'un vaccin ou d'un médicament, sauf s'il est topique pour un usage externe sur les animaux » (21).

1.2.1.2 Estimation des ventes de pesticides

Au Canada, en 2011, pour les 6161 produits antiparasitaires homologués, $90,3 \times 10^6$ kg de matières actives (incluant eau de javel et créosote) ont été vendus (22). Au Québec, les quantités de pesticides vendues atteignent $3,9 \times 10^6$ kg (incluant eau de javel et créosote) (23). Alors que ce ne sont que 69 % des produits antiparasitaires qui sont dirigés vers l'agriculture au Canada, ce taux est de 84 % au Québec.

Par ailleurs, ces produits utilisés en milieu agricole se répartissent en trois catégories selon les nuisibles ciblés (Figure 1). On note donc une prédominance de l'utilisation d'herbicides sur le territoire canadien et québécois, tandis que le Québec recourt aux fongicides plus souvent que l'ensemble du Canada.

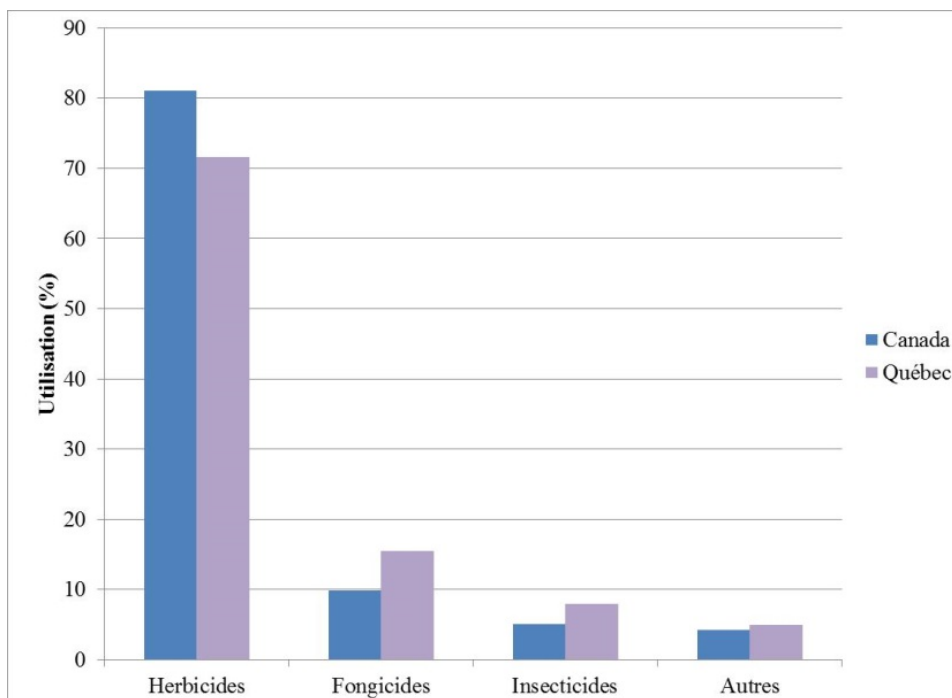


Figure 1. Répartition des utilisations de pesticides en milieu agricole au Québec et au Canada (22, 23).

Le Tableau 3 présente les matières actives les plus vendues au Canada et au Québec en 2011.

Tableau 3. Matières actives les plus vendues au Canada et au Québec (22, 23)

Canada (tous secteurs)	Canada (agricole)	Québec (tous secteurs)
2,4-D	1,3-dichloropropène	Atrazine et apparentées
Chlorothalonil	2,4-D	Chlorothalonil
Créosote	Bromoxynil	Glyphosate
Farine de gluten de maïs	Chlorothalonil	Mancozèbe
Glufosinate d'ammonium	Glufosinate d'ammonium	Metirame
Glyphosate	Glyphosate	S-métolachlor
Huile minérale	Huile minérale	
Hypochlorite de sodium	Mancozebe	
MCPA	MCPA	
Mélange de surfactants	Mélange de surfactants	

La confidentialité des données tirées du recensement ne permet pas de hiérarchiser de manière plus approfondie les ventes par matière active et par secteur. Les données pour le Québec indiquent que la liste fournie au Tableau 3 est constituée de matières ayant totalisé chacune plus

de $0,1 \times 10^6$ kg en ventes, et que la liste pour le Canada (tous secteurs) se base sur des ventes individuelles supérieures à 1×10^6 kg.

1.2.1.3 Estimation de l'utilisation des pesticides par les producteurs de pommes

En 2001, 73,2 % des exploitations agricoles (production végétale) canadiennes déclaraient utiliser des herbicides, des insecticides ou des fongicides (24). Ce taux était de 68,1 % au Québec. Une extraction de données du Recensement de l'agriculture de 2001, de 2006 et de 2011 (15, 25, 26) a permis de préciser les pratiques des exploitants québécois déclarant produire des pommes (certains ne produisaient que des pommes, d'autres produisaient également d'autres denrées). Le Tableau 4 présente ces résultats.

Tableau 4. Taux d'utilisation de pesticides chez les producteurs de pommes québécois (15, 25, 26)

	Pourcentage d'exploitations utilisant les pesticides		
	2001	2006	2011
Herbicide	56,9	50,3	50,1
Insecticide	74,7	69,4	64,6
Fongicide	73,6	69,1	65,3

Les chiffres déclarés montrent une diminution temporelle du taux d'utilisation de pesticides chez les producteurs de pommes, les fongicides et les insecticides demeurant les types de produits les plus utilisés sur les exploitations. Si les résultats de 2011 sont ventilés selon la taille de l'exploitation, on peut discerner de la variabilité dans les pratiques des producteurs de pommes (Tableau 5).

Tableau 5. Taux d'utilisation de pesticides chez les producteurs de pommes québécois selon la taille de l'exploitation (15, 25, 26)

Taille de l'exploitation (ha)	Pourcentage d'exploitations utilisant les pesticides		
	Herbicide	Insecticide	Fongicide
Toutes	50,1	64,6	65,3
< 2,4	34,0	41,8	41,8
2,4-4,9	47,2	72,6	76,4
4,9-10,1	58,3	81,5	80,6
10,1-20,2	68,8	85,3	87,2
> 20,2	78,7	88,0	88,0

En effet, le taux d'utilisation des trois types de pesticides croît avec la taille de l'exploitation. Le Tableau 6 inventorie les produits les plus utilisés par les producteurs de pommes québécois selon les trois types de pesticides, comme rapportés dans l'enquête de Statistiques Canada (27) en 2005.

Tableau 6. Pesticides les plus utilisés au Québec en production de pommes (27)

Herbicide	Insecticide	Fongicide
Glyphosate	Huile minérale	Metiram
Paraquat	Phosmet	Captane
2,4-D	Azinphos methyl	Mancozebe
Simazine	Phosalone	Cuivre*
Glufosinate	Carbaryl	Dodine

* Divers composés

Il n'existe pas à notre connaissance de données publiées plus récentes. La conversion croissante à la production fruitière intégrée et la réévaluation de certaines matières actives (par exemple, azinphos méthyl et métiram [28, 29] ont pu modifier les usages des producteurs de pommes depuis ce recensement.

1.2.2 L'exposition aux pesticides, un facteur de risque en agriculture

1.2.2.1 Toxicité des pesticides

Alors que les pesticides ont pour fonction de lutter contre les parasites des cultures, ils peuvent avoir des effets sur des organismes non ciblés que l'on retrouve dans les champs, et sur les travailleurs qui les manipulent. Par le biais des résidus présents dans les denrées alimentaires et la diffusion dans l'environnement, ils peuvent également présenter un risque pour la population générale.

Leur utilisation suscite donc des craintes. Chez les travailleurs, les effets documentés des pesticides peuvent être chroniques ou aigus, locaux ou systémiques. Certaines propriétés toxicologiques peuvent être caractérisées en laboratoire, lors d'expérimentations animales *in vivo* ou *in vitro*. Elles permettent d'établir ou de caractériser le danger potentiel de chaque pesticide. C'est le genre de données utilisées dans les processus d'homologation des pesticides qui permettent, par exemple, de déterminer des doses acceptables d'exposition pour les travailleurs et les consommateurs. Les études épidémiologiques représentent une source d'information complémentaire et importante, qui permet d'associer l'exposition aux pesticides et les effets sur une population déterminée. Ainsi, il a par exemple été rapporté que le travail avec les pesticides était associé à une augmentation de symptômes respiratoires, tels la dyspnée (30) et le sifflement respiratoire (31), de même qu'à une augmentation du risque de pathologies tels l'asthme et la rhinite (32,33), ou encore de pathologies cutanées, notamment des dermatites de contact irritatives ou allergiques et de l'urticaire (34,35). Les pesticides ont aussi été associés à des effets neurotoxiques, reprotoxiques et cancérogènes (36-38). L'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) a récemment publié un ouvrage de synthèse, *Pesticides : effets sur la santé*, dont est extrait le Tableau 7 (39).

Tableau 7. Présomption de lien entre exposition professionnelle aux pesticides et pathologies, adapté de (39)

Pathologie	Présomption de liens*
Lymphome non hodgkinien	++
Myélomes multiples	++
Cancer de la prostate	++
Maladie de Parkinson	++
Leucémies	+
Maladie d'Alzheimer	+
Impact sur la fertilité, fécondité	+
Maladie de Hodgkins	±
Cancer du testicule	±
Tumeurs cérébrales	±

* Présomption forte (++) , présomption moyenne (+) et présomption faible (±)

Celui-ci montre que les présomptions de lien sont plus ou moins fortes selon les types de pathologies. Outre le nombre d'études épidémiologiques disponibles, la taille des populations à l'étude, la sélection du groupe de comparaison (groupe témoin) et l'ajustement des analyses pour les facteurs de confusion (facteurs de risque de la maladie étudiée) peuvent altérer la force de ces associations. C'est également la faiblesse de la caractérisation de l'exposition dans les études épidémiologiques qui réduit la robustesse des liens entre exposition et pathologies, particulièrement pour les pathologies chroniques pour lesquelles il faut documenter l'exposition passée depuis quelques décennies. Quelquefois, des données spécifiques à une molécule active sont obtenues. Elles se résument souvent à une évaluation grossière de l'intensité d'exposition, traduite par des métriques telles que le nombre d'années d'expérience ou le type de poste occupé, et par un recensement de molécules auxquelles la population cible a pu être exposée.

La caractérisation de l'exposition est donc cruciale pour la précision des études épidémiologiques, mais aussi pour caractériser une situation donnée et mesurer l'efficacité de mesures de mitigation des risques à mettre en place.

1.2.2.2 Exposition aux pesticides lors du travail agricole

1.2.2.2.1 Conditions d'exposition

Les producteurs agricoles peuvent être exposés aux pesticides de manière directe ou indirecte, lors des multiples tâches qu'ils réalisent sur leur exploitation :

- La préparation de la bouillie : les produits manipulés, concentrés, sont sous différentes formes physiques (liquide, poudre, granules).
- La pulvérisation de la bouillie : Les produits dilués sont émis en fines gouttelettes sur la cible à traiter. L'épandage de pesticides peut se faire à l'aide d'un pulvérisateur tracté (tracteurs avec/sans cabine) ou un pulvérisateur à main. Dans le cas de l'arboriculture, la pulvérisation se faisant vers le haut (ciel), le potentiel d'exposition est plus important que les pulvérisations vers le sol.

- Outre ces tâches intrinsèques à la protection des cultures, la réentrée sur des parcelles traitées pour des tâches liées à l'observation, au dépistage, à l'éclaircissage, à la taille, ainsi que la manipulation des déchets de pesticide peuvent mener à de l'exposition. Des éclaboussures peuvent aussi entrer en contact avec la peau lors du nettoyage du matériel utilisé pour la pulvérisation.

Par ailleurs, la formulation commerciale, les surfaces traitées, la durée et le nombre de pulvérisations, la méthode de pulvérisation, les conditions climatiques et le comportement des travailleurs peuvent avoir des répercussions sur le niveau d'exposition (40-45).

Dans des conditions normales d'utilisation, l'exposition peut être cutanée (incluant les yeux) et respiratoire. La voie digestive peut aussi devenir prédominante si les règles d'hygiène de base ne sont pas respectées (ne pas manger ou fumer sans s'être lavé les mains, par exemple), si les pratiques de travail adoptées sont dangereuses (siphonner un tuyau contaminé ou déboucher une buse de pulvérisation en soufflant dedans, par exemple), ou en cas d'accident. Il se dessine un consensus pour admettre l'importance de la voie cutanée comme voie d'entrée dans le corps humain (46-48). À ce titre, Worksafe BC mentionne qu'environ 80 % des lésions indemnisées et liées aux pesticides impliquent une exposition cutanée (49).

Afin d'orienter correctement les actions de prévention, et de réduire les risques, il convient de bien évaluer l'importance des déterminants de l'exposition. Cela se traduit par un besoin de connaissances sur les niveaux d'exposition en milieu de travail, mais aussi de compréhension des contextes et pratiques d'utilisation des pesticides.

1.2.2.2 Mesure de l'exposition

La mesure de l'exposition professionnelle aux pesticides peut se faire selon plusieurs approches. La première vise à quantifier l'exposition externe, potentielle. Elle consiste à mesurer les pesticides dans l'air respirable, puis les résidus sur la peau. Elle présente l'avantage de différencier les voies d'exposition, les niveaux d'exposition par zones corporelles, mais ne rend pas compte des pesticides effectivement absorbés (pour une description plus détaillée, voir la sous-section 3.1.3.2). La seconde vise à quantifier l'exposition interne par le prélèvement de fluides biologiques, tels que l'urine ou le sang. Elle rend compte de l'imprégnation, de la dose effectivement absorbée, sans différencier *a priori* les voies d'exposition.

À notre connaissance, la seule étude canadienne portant sur l'exposition des producteurs de pommes aux pesticides a été menée au Québec en 1997 (50). Bien qu'une corrélation ait été établie entre le nombre d'heures passées à pulvériser et le niveau de métabolites urinaires d'insecticides organophosphorés, les niveaux d'exposition relevés restaient en dessous d'une dose sans effet nocif observé.

D'autres études portant sur l'exposition aux pesticides en pomiculture ont été publiées dans la littérature scientifique. Elles sont sommairement présentées au Tableau 8.

Tableau 8. Recension des études publiées dans la littérature scientifique sur l'exposition aux pesticides en production de pommes

Année	Localisation	Pesticide	Mesure de l'exposition	Tâche*	référence
2015	Corée du Sud	Flonicamid	Cutanée et respiratoire	Pr/Pu	(51)
2013	Corée du Sud	Fenvalerate	Cutanée et respiratoire	Pr/Pu	(52)
2013	Corée du Sud	Imidaclopride	Cutanée et respiratoire	Pr/Pu	(53)
2013	Corée du Sud	Acetamipride	Cutanée et respiratoire	Pr/Pu	(54)
2012	Corée du Sud	Méthomyl	Cutanée et respiratoire	Pr/Pu	(55)
2012	Suisse	Captane	Mesure biologique	Pr/Pu/E/T	(56)
2008	États-Unis	Captane	Cutanée, respiratoire et mesure biologique	Pu	(57)
2003	États-Unis	Azinphos-méthyl	Mesure biologique	E	(58)
1999	États-Unis	Azinphos-méthyl	Cutanée	E	(59)
1999	États-Unis	Azinphos-méthyl	Mesure biologique	E	(60)
1998	Pays-Bas	Captane	Cutanée et respiratoire	Pr/Pu/E/T/Ré	(61)
1992	États-Unis	organophosphorés	Mesure biologique + fluorescence	Pr/Pu	(62)
1983	États-Unis	Captane	Cutanée et respiratoire	Pr/Pu	(63)
1978	États-Unis	Azinphos-méthyl Captane	Cutanée	Pr/Pu	(64)
1975	États-Unis	Parathion	Cutanée et respiratoire	E	(65)

* Pr : préparation; Pu : pulvérisation; E : éclaircissage; T : taille; Ré : récolte

Il ressort de ces études que les étapes de préparation et de pulvérisation sont les plus étudiées. Ces résultats ne distinguent pas nécessairement l'exposition lors de la préparation de celle qui est associée à la pulvérisation. L'étape d'éclaircissage a également été étudiée, avec la mesure d'exposition à des résidus de pulvérisations d'insecticides organophosphorés. Ces derniers, ainsi que le fongicide captane, sont les molécules les plus mesurées dans ces publications.

Les données d'exposition aux pesticides en production de pommes sont donc encore peu nombreuses, et les résultats publiés sont souvent obtenus dans des conditions variables :

- La distribution dans le temps des études, traduite par les dates de publication, est associée à des choix de molécules cibles particuliers. Il est également probable que cette amplitude temporelle augmente la variabilité des méthodes de pulvérisation, ou de leur efficacité.
- Les méthodologies de mesure de l'exposition varient selon les études. Certaines équipes évaluent l'imprégnation (mesure biologique), d'autres privilégient l'évaluation de l'exposition externe (grâce à des mesures de contamination de l'air et de la peau).
- Les conditions expérimentales de mesure de l'exposition varient également. Par exemple, Moon et coll. (52) ont mesuré l'exposition cutanée au fenvalérate sur 13 zones corporelles distinctes, pendant des pulvérisations de 20 min, dans le verger expérimental d'un institut de recherche, sur un nombre inconnu de travailleurs, alors que Hines et coll. (41) ont mesuré l'exposition cutanée au captane sur 10 zones corporelles distinctes, pendant des pulvérisations de durées inconnues en conditions réelles de travail, auprès de 74 travailleurs.

1.2.2.2.3 Perspectives sociales sur l'exposition aux pesticides

L'établissement par l'épidémiologie et la toxicologie de liens de cause à effets entre l'exposition aux pesticides et les effets sur la santé des utilisateurs progresse lentement. Des études associées aux sciences sociales ciblent les contextes et les pratiques d'utilisation dans le but de comprendre les situations d'exposition pour orienter les actions en prévention. Plutôt que de quantifier les effets de l'exposition aux pesticides, ce genre d'études s'appuie sur l'observation, les entrevues et les enquêtes auprès des populations agricoles ciblées dans le but précis de documenter les conditions réelles de travail et les déterminants multiples de l'activité qui contribuent à l'exposition, ainsi que les facteurs qui participent aux décisions des utilisateurs de pesticides quant à la manière d'utiliser les produits et de se protéger (66-71). La prise en compte des situations réelles de travail permet notamment de documenter les contraintes qui s'exercent sur les producteurs, les compromis auxquels ils recourent, l'information disponible et leur perception du risque, de même que les caractéristiques les plus importantes des ÉPI (57, 72, 73). Ce genre de données est parfois également collecté pour des sous-échantillons d'études épidémiologiques à grande échelle telle l'*Agricultural Health Study* (AHS) (57, 74), permettant d'expliquer les résultats quantitatifs et éventuellement d'enrichir la mesure du risque en identifiant d'autres variables à considérer (75, 76).

La production québécoise de pommes repose dans une bonne mesure sur de petites entreprises (PE) qui, selon des données récentes exploitent de petites superficies³ (59 % ont cinq hectares et moins), appartiennent à un propriétaire unique (45 % des cas) (15), produisent uniquement des pommes (47 %) (77), et dont la main-d'œuvre est familiale dans une proportion élevée. La recherche internationale a documenté dans les PE des caractéristiques, tels l'isolement, le manque d'information, les capacités réduites à cause du manque de ressources, les représentations sous-estimant les risques du travail, qui sont associés à des investissements réduits et à une moins bonne performance en SST (78-80). La difficulté des PE à gérer les risques chimiques a également été documentée (81). En milieu agricole, les dispositions culturelles spécifiques, et des conditions tels le peu de séparation entre le travail et la vie familiale, la résidence familiale sur le site de l'exploitation, l'étalement des heures de travail sur l'entièreté d'une journée pour les propriétaires producteurs, et la participation des membres de la famille aux activités de production et d'entretien (76, 82-84), sont d'autres caractéristiques associées aux petites entreprises qui peuvent avoir une incidence sur l'exposition. La taille des exploitations est donc une variable à considérer pour comprendre et pour prévenir les situations d'exposition aux pesticides.

1.2.3 Approches de prévention

Afin de diminuer le niveau de risque auxquels peuvent être confrontés les producteurs de pommes, des stratégies de mitigation sont développées. Elles suivent l'approche générale en santé et en sécurité au travail, qui consiste à hiérarchiser les moyens de contrôle, en privilégiant d'abord la prévention à la source ou prévention primaire, ensuite la prévention secondaire par les équipements de protection collectifs, pour recourir ensuite à la prévention tertiaire par le port d'équipements de protection individuelle. Ces mesures de prévention sont d'autant plus importantes que les données sur les maladies et lésions professionnelles relatives aux agents

³ Tuduri L, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. *Échange d'informations*. 2015

causaux « pesticides » sont quasi inexistantes au Québec. Une sous-estimation des cas réels est possible, car :

- Les sous-déclarations de maladies ou de lésions mineures semblent avérées en milieu agricole (85, 86).
- Le Québec comptait seulement 11 000 établissements agricoles inscrits auprès de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST)⁴ en 2009, alors que plus de 30 000 producteurs étaient recensés (87). Les fermes familiales et celles n'employant pas de salariés ne sont pas tenues, en effet, de cotiser à la CSST, de sorte qu'une part importante de la main-d'œuvre dans le milieu agricole n'est pas prise en compte dans la recension des lésions professionnelles. Le système SST québécois fait par ailleurs peu d'interventions en prévention dans le secteur non prioritaire de l'agriculture.
- Le nombre d'appels annuels moyen au Centre antipoison du Québec (CAPQ) sur la période 1989-2010, dans la catégorie « exposition professionnelle » aux pesticides⁵, était d'environ 100. Il est raisonnable de penser que l'ensemble des cas d'exposition aux pesticides ayant pu mener à un effet, mineur ou majeur, devrait être supérieur aux seuls appels compilés par la CAPQ. Par ailleurs, l'empoisonnement et l'intoxication par les pesticides seraient globalement sous-diagnostiqués (88).

1.2.3.1 La prévention à la source par l'élimination, la substitution et la réduction de l'utilisation des pesticides

Plusieurs approches ont été identifiées et associées à la prévention primaire. Le processus d'homologation (par l'ARLA au Canada) de pesticides pour utilisation sur certaines cultures est une mesure réglementaire qui constitue un premier rempart contre les risques excessifs. L'homologation, qui équivaut à une « autorisation de mise sur le marché », est accordée aux produits qui assurent un gain agronomique et dont l'utilisation génère des risques « acceptables » pour l'environnement et pour la santé humaine, pourvu que les conditions prescrites pour leur utilisation soient respectées (20). Cette procédure éliminerait donc les substances les plus à risque et, de fait, encouragerait l'utilisation d'autres produits.

D'autres formes d'engagements politiques peuvent contribuer à prévenir les risques à la source. Le Québec a mis sur pied, en 1992, la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture (89), une mesure qui visait « à l'horizon de l'an 2000, à réduire de 50 % l'utilisation des pesticides dans le domaine agricole ». Elle s'est depuis transformée pour « rationaliser, réduire et remplacer l'emploi des pesticides en agriculture, afin de diminuer les risques que présentent ces produits pour la santé et l'environnement ».

Finalement, des modes de production, comme la production biologique ou la production fruitière intégrée (PFI), repensent la lutte antiparasitaire et encouragent l'adoption de pratiques agronomiques respectueuses de l'environnement et de la santé des utilisateurs et des citoyens. La PFI utilise une classification basée sur le « quotient d'impact environnemental » (90) pour hiérarchiser les pesticides à privilégier. Depuis 2011, le programme PFI, mené au Québec par l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), se base sur d'autres

⁴ La CSST est devenue la CNESST en janvier 2016.

⁵ Tuduri L, Lebel G, Centre antipoison du Québec. *Échange d'informations*. 2012

indices pour classer les pesticides : l'indice de risque pour la santé (IRS), l'indice de risque pour l'environnement (IRE) et l'indice de risque pour les espèces bénéfiques du verger (IRB) (91). Les deux premiers reposent sur l'indice de risque des pesticides du Québec, IRPeQ, développé par l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) (92), et le dernier sur une base de données maintenue par le Réseau-pommier du Québec. Ils sont construits à partir de diverses données traduisant entre autres la toxicité, la demi-vie dans les sols, la bioaccumulation, et peuvent permettre, par exemple, d'évaluer l'impact potentiel de l'utilisation de pesticides au regard des risques pour la santé ou pour l'environnement, ou encore d'estimer l'impact de la PFI sur les pratiques phytosanitaires en pomiculture. À titre d'exemple, la Figure 2 présente l'évolution relative de l'impact environnemental moyen des pesticides dans les vergers du Québec avec le temps.

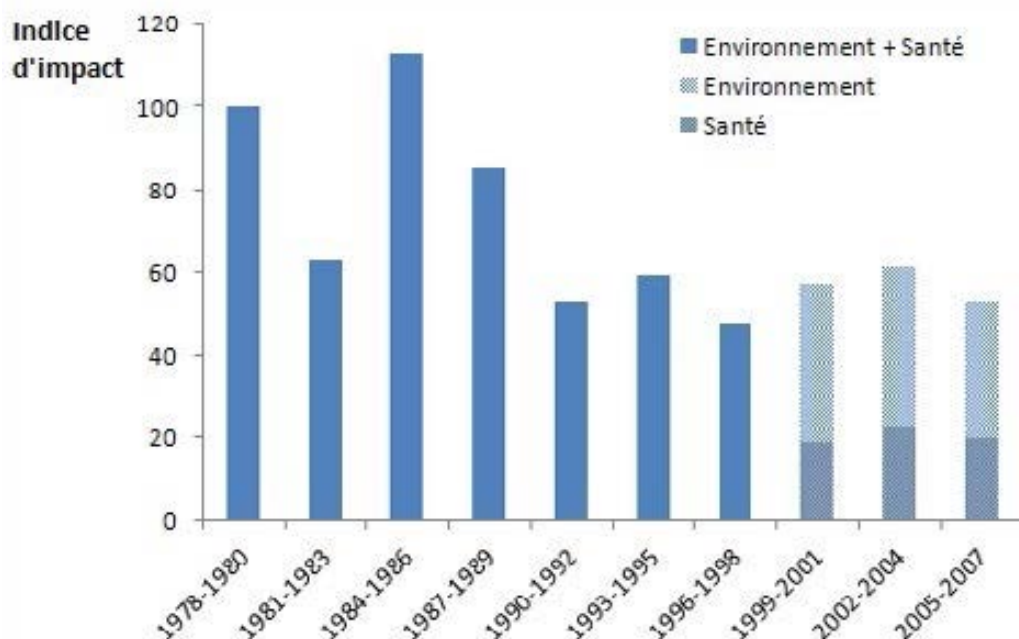


Figure 2. Impact environnemental moyen (risques pour la santé et l'environnement) des pesticides appliqués par pulvérisation dans les vergers du Québec, 1978 à 2007, d'après Chouinard et coll. (93).

1.2.3.2 La prévention par des mesures administratives et d'ingénierie

Une fois les produits disponibles sur le marché, la Loi peut également imposer certaines mesures administratives afin de réduire les risques liés à leur utilisation. Par exemple, des délais de réentrée, ou délais sécuritaires, visant à réduire l'exposition indirecte sur des parcelles traitées, sont communiqués sur les étiquettes de certains pesticides homologués par l'ARLA, et également dans une étude de l'INSPQ (94). D'autre part, le Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides (95) impose à ceux qui les manipulent d'obtenir un certificat avant de pouvoir pulvériser, ou à tout le moins d'être sous la supervision d'une personne le possédant. Un cours, non obligatoire, facilite son obtention.

Les mesures d'ingénierie contribuent également à la réduction du risque. Les locaux d'entreposage et de préparation de pesticides devraient ainsi être organisés de manière à réduire le risque de déversements, à limiter le nombre de manipulations, et à bénéficier d'une ventilation suffisante. Un exemple d'aménagement est proposé dans un document publié par l'IRDA (96).

La formulation des pesticides et les emballages/conditionnements peuvent aussi servir à mitiger le risque : l'utilisation de formulations de type « poudre » emballées dans des sacs hydrosolubles réduit les risques directs d'inhalation. Le remplacement de ces poudres par une formulation de type « gel » dans ces sacs limite les possibilités de fuites et de contamination du milieu (97), ajoutant à la réduction du risque direct d'inhalation, la réduction du risque d'exposition cutanée indirecte.

Lors de la préparation de la bouillie, divers systèmes permettant de réduire les manipulations et les contacts avec les produits lors du transfert dans le réservoir du pulvérisateur sont proposés (98) :

- un système de transfert fermé entre le contenant commercial du produit phytosanitaire et le réservoir du pulvérisateur;
- un système de trémie placé sur le côté de la cuve du pulvérisateur, dans lequel on place la formulation commerciale qui est entraînée vers la cuve avec de l'eau;
- un système d'injection continue de la formulation juste en amont du pulvérisateur proprement dit. La cuve ne contient donc que de l'eau.

Lors de la pulvérisation, les « tracteurs-cabines » contribuent à réduire l'exposition :

- ils réduisent la déposition directe des aérosols/gouttelettes sur le corps (43, 62);
- ils assurent, en présence d'unité de filtration d'air adéquate, un air exempt de particules et de vapeurs à l'intérieur.

Deux tiers (67 %) des producteurs de pommes québécois seraient équipés d'un tracteur-cabine, parmi lesquels 84 % seraient munis d'un filtre à charbon (99). D'après les résultats d'une étude menée par Coffman et coll. (100) auprès de 702 applicateurs de pesticides dans les États de New York, de l'Iowa et du Michigan, 72 % d'entre eux seraient équipés de tracteurs-cabines, dont 33 % munis d'un filtre à charbon. Les systèmes de transfert fermé, les systèmes de trémie et les systèmes d'injection continue seraient respectivement utilisés par 33, 33 et 17 % des participants à cette étude.

L'utilisation de mesures de protection collectives doit toujours primer sur les ÉPI. À ce titre, l'utilisation de tracteurs-cabines est reconnue dans le *Worker Protection Standard* (WPS) (101), le texte réglementaire traitant de la santé et sécurité des travailleurs agricoles aux États-Unis, comme un moyen de réduire la nécessité de porter des ÉPI lors de la pulvérisation. Plusieurs normes décrivent des exigences de performance de tels équipements, sur le plan de la capacité de filtration et d'étanchéité (102, 103). Il semblerait que l'obtention de performances optimales sur le terrain requiert un entretien et une maintenance poussée (104, 105).

1.2.3.3 La prévention et les ÉPI

Malgré la prééminence des approches d'élimination, de substitution, de mesures administratives et d'ingénierie, il est largement documenté que les ÉPI sont très fréquemment requis dans le cas de l'utilisation de pesticides en agriculture. Un examen des étiquettes accompagnant les produits phytosanitaires homologués, dont le contenu est dicté par la Loi, est clair à cet égard. Le non-respect de la consigne du port des ÉPI par les populations agricoles est cependant une réalité, rapportée de manière récurrente dans la littérature (57, 72, 99, 106-109).

Par exemple, Hines et coll. (57), dans une étude concernant 216 arboriculteurs (pommes et pêches) de l'Iowa et de la Caroline du Nord, rapportent des taux d'utilisation de vêtements de protection (*chemical-resistant coveralls* et *spray suit*) respectivement de 36 et 37 %, et des taux d'utilisation d'appareil de protection respiratoire (APR) respectivement de 45 et 49 % pour les étapes de préparation et de pulvérisation de la bouillie. Une autre étude, réalisée en Colombie-Britannique (72) chez des fruiticulteurs engagés en lutte intégrée (arbres fruitiers, fruits rouges et raisins), montre un taux d'utilisation de 77 % pour les vêtements de protection et de 75 % pour les APR. Au Québec, un rapport récent portant sur la gestion intégrée des ennemis des cultures a permis d'avoir un aperçu de la situation (99). Le Tableau 9 fournit quelques statistiques à ce sujet.

Tableau 9. Taux d'utilisation d'ÉPI (%) lors des étapes de préparation et de pulvérisation en production végétale au Québec (99)

ÉPI	Toujours		La plupart du temps		Rarement		Jamais	
	Prep ¹	Pulvé ¹	Prep	Pulvé	Prep	Pulvé	Prep	Pulvé
Gants de caoutchouc	72	69	11	9	2	3	15	19
Masque de protection respiratoire	47	47	13	12	11	9	29	32
Bottes de caoutchouc	51	52	12	12	10	8	27	28
Vêtement de protection²	42	42	13	13	13	11	32	34
Lunettes de protection	45	43	11	12	11	9	33	36

¹ Prep : préparation; Pulvé : pulvérisation

² p. ex : imperméable Tyvek ® ou tablier

Il convient cependant de relativiser le poids de ces données. D'abord, il est probable que les différents ÉPI mentionnés, par exemple, au Tableau 9, ne soient pas requis simultanément, de manière réglementaire. Ensuite, les appellations « masque de protection respiratoire » ou « gants de caoutchouc » sont suffisamment larges pour recouvrir l'utilisation d'ÉPI très différents, incluant certains qui seraient adéquats dans des situations d'exposition données, et d'autres qui ne le seraient pas. Par exemple, un gant jetable en nitrile pourrait être considéré comme adéquat par le répondant au questionnaire, alors qu'il ne l'est pas. Un APR devrait être porté dans certains cas, et pas dans d'autres. Autrement dit, un producteur portant des gants et un APR ne serait pas nécessairement bien protégé, au sens de la Loi.

L'inconfort, la perte de dextérité, les coûts, les connaissances insuffisantes et les représentations des risques sont des raisons fréquemment avancées pour expliquer ces taux d'utilisation (108,

110, 111). L'adaptation des ÉPI aux tâches agricoles a également été évoquée dans des études européennes (112).

Un récent rapport de l'Agence nationale de sécurité sanitaire en France (ANSES) a par ailleurs montré que certains types de vêtements de protection chimique (VPC) recommandés n'étaient pas résistants chimiquement à certaines préparations commerciales de pesticides. Il semblerait que ce soit particulièrement le cas pour des préparations à base de solvants organiques (113). Ainsi, lors d'une étude réalisée en milieu viticole, des ouvriers agricoles portant des « vêtements de protection » n'étaient pas systématiquement mieux protégés que des ouvriers n'en portant pas (112). Ce type d'études interroge à la fois la résistance chimique de l'EPI évaluée en laboratoire, son adéquation aux tâches agricoles et son effet sur les pratiques sécuritaires des travailleurs (« Je suis protégé, donc je prends des risques »).

La conformité aux règles de port d'ÉPI, ainsi que la recommandation de « bons » ÉPI résistants et adaptés, apparaissent donc toujours problématiques aujourd'hui. Pour y remédier, plusieurs guides ont été publiés au Québec et complètent les réglementations en proposant des recommandations concrètes. Il s'agit notamment de *Pesticides et agriculture : bons sens, bonnes pratiques*, fruit de la collaboration entre le MAPAQ, le MDDELCC, et le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) (114), ou *Pesticides en agriculture*, publié par le MSSS, la CSST et l'Union des producteurs agricoles (UPA) (115).

1.3 Synthèse et objectifs de l'étude

L'agriculture, dans sa conception actuelle, repose sur l'utilisation de pesticides pour protéger les récoltes, tant pour des raisons de maintien et d'accroissement de la production, que pour des raisons de qualités sanitaire et esthétique. La production de pommes, au Québec comme ailleurs, requiert un nombre important de traitements pour atteindre ces objectifs. Du fait de leur toxicité intrinsèque, de leurs effets avérés et potentiels sur la santé humaine, et du manque de données administratives sur les lésions indemnisées au Québec, la réduction de l'exposition professionnelle aux pesticides devrait être un objectif constant des parties prenantes au dossier.

La mise en application de la production fruitière intégrée contribue à un choix judicieux et raisonné des traitements effectués, limitant de fait les risques d'exposition superflus des travailleurs aux molécules les plus actives. Les mesures d'ingénierie, telles que l'utilisation de tracteur-cabine, sont préconisées mais le taux d'utilisation sur les exploitations n'est pas optimal. De surcroît, la seule présence d'un tracteur-cabine sur une exploitation ne suffit pas, celui-ci devant être équipé des filtres adéquats et entretenu de manière rigoureuse pour assurer une réelle protection. Par ailleurs, seule une partie des tâches agricoles associées à une exposition aux pesticides peut être réalisée à l'aide d'un tracteur-cabine. Les ÉPI, bien que représentant la dernière des approches de mitigation des risques, et la moins efficace, sont omniprésents dans les recommandations de sécurité proposées aux agriculteurs. Ils représentent donc un poids important dans les choix de gestion du risque des autorités compétentes.

Le respect assez variable du port des ÉPI, documenté tant bien que mal, et les récents questionnements sur l'efficacité de terrain des ÉPI incitent à évaluer la situation actuelle de la prévention des risques chimiques liés à l'utilisation des pesticides dans la production de pommes au Québec.

Ainsi l'objectif principal de cette étude était de documenter le risque lié à l'utilisation des pesticides chez les producteurs de pommes québécois. Pour y parvenir et proposer des pistes crédibles de réduction de l'exposition aux pesticides, une approche pluridisciplinaire a été adoptée. La collecte de données a été articulée de manière à documenter des déterminants de l'exposition à l'aide de données multiples et considérant plusieurs perspectives complémentaires, soit celles de la sociologie, de l'ergonomie, de la chimie et de la toxicologie. Les objectifs spécifiques suivants ont été poursuivis :

1. Dresser un état des lieux sur les ÉPI et la protection chimique en agriculture.

La réglementation canadienne au regard des ÉPI a été étudiée et comparée aux réglementations étatsunienne et européenne. Le système normatif international a également été évalué en ce qui a trait aux critères et exigences de performance des ÉPI contre les substances chimiques requis en agriculture. Enfin, une synthèse sur l'efficacité de terrain des ÉPI, plus particulièrement des VPC, a été établie à partir de la littérature scientifique.

2. Brosser un portrait des contextes et des pratiques de travail du secteur de la production de pommes québécois.

Ce portrait, basé sur des entrevues et des observations de terrain, ainsi qu'une enquête par questionnaire a permis de mieux appréhender la réalité du métier de producteur de pommes, l'appréciation du risque lié aux pesticides dans le milieu, ainsi que les mesures de protection effectivement mises en place dans les exploitations.

3. Établir une liste de pesticides dont il faut se protéger prioritairement.

À partir des données d'utilisation de pesticides obtenues grâce aux questionnaires remplis par les producteurs de pommes, et à l'utilisation de données toxicologiques pertinentes, la construction d'un indice de risque devrait permettre d'orienter des études ultérieures sur l'exposition de ces travailleurs aux pesticides.

2. MÉTHODES

Des sources et des traitements variés ont été utilisés pour produire les résultats complémentaires qui participent à l'état de la question présentée dans cette étude. Les méthodes utilisées pour chacune des sections sont présentées ici.

2.1 Les ÉPI contre les pesticides en agriculture

Afin d'effectuer un bilan réglementaire et normatif sur les ÉPI, et étudier l'efficacité de terrain de certains d'entre eux, une recherche de documents par mots-clés, en français et en anglais, a été réalisée. Des bases de données scientifiques et des sites internet ont été consultés. Le Tableau 10 répertorie de manière synthétique les mots-clés utilisés, ainsi que les variantes associées.

Tableau 10. Mots-clés et leurs variantes utilisés pour la recherche

Mot-clé	Variante
Pesticide	Produits phytopharmaceutiques, produits phytosanitaires, produits de protection des plantes, produits antiparasitaires, <i>chemical</i> , <i>chemosterilant</i> , fongicide, herbicide, insecticide
Équipement de protection individuelle	Équipements de protection individuelle, <i>personal protective equipment</i> , appareil de protection personnel, protection respiratoire, protection cutanée, ÉPI, PPE
Vêtement de protection chimique	<i>Personal protective clothing</i> , <i>chemical protective clothing</i> , <i>protective clothing chemical barrier</i> , <i>coverall</i> , <i>protective apparel</i> , <i>work clothing</i> , <i>chemical protective suits</i> , <i>liquid splash protective clothing</i> , vêtements de protection chimique, <i>protective clothing</i> , <i>protective device</i> , <i>garments</i> , ensembles
Méthode d'essai des matériaux	<i>Penetration resistance</i> , <i>permeation resistance</i> , <i>permeation index</i> , <i>materials testing</i> , <i>chemical resistance test</i> , <i>liquid penetration test</i> , <i>chemical penetration</i>
Efficacité	<i>Effectiveness</i> , <i>efficiency</i> , <i>performance</i> , <i>efficacy</i> , <i>penetration factor</i>

2.1.1 Réglementation et ÉPI

Les sites des ministères et des agences gouvernementales en Europe, au Canada et aux États-Unis ont été visités afin d'établir l'inventaire des législations pertinentes présentement en vigueur. Celles-ci ont été consultées sur des sites dédiés, tels le site web de la législation canadienne⁶, l'accès au droit de l'Union européenne EUR-Lex⁷, le *Keeping America Informed* du *U.S Government Publishing Office*⁸, ou encore Les Publications du Québec⁹.

⁶ <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra>

⁷ <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=fr>

⁸ <http://www.gpo.gov>

⁹ <http://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca>

De plus, les sites de la CNESST¹⁰, et de SAgE pesticides¹¹ ont été visités, car les travailleurs se tournent souvent vers ces ressources pour obtenir de l'information sur la réglementation.

2.1.2 Normes et ÉPI

Afin d'établir l'inventaire des normes sur les EPI, une recherche a été effectuée sur les sites des organismes de normalisation en utilisant les mots-clés « vêtements de protection chimique », « méthodes d'essai des matériaux » et « pesticides » présentés au Tableau 10. Les sites consultés sont ceux de l'Association française de normalisation¹², du Groupe CSA¹³, de l'Organisation internationale de normalisation¹⁴, de l'American National Standard Institute¹⁵ et de l'ASTM International¹⁶. De plus, chaque norme étudiée en citait d'autres en référence qui, selon leur pertinence, ont également été consultées.

2.1.3 Efficacité de terrain

Une recherche bibliographique des études scientifiques publiées de 1980 à 2014 et portant sur l'évaluation de l'efficacité de vêtements de protection en agriculture a été effectuée dans les bases de données Embase, Pub Med et Toxline avec les mots-clés « vêtements de protection chimique », « efficacité » et « pesticides » (Tableau 10).

2.2 Collecte de données originales auprès des producteurs de pommes québécois

La collecte de données a été articulée de manière à documenter des déterminants de l'exposition à l'aide de données multiples et considérant plusieurs perspectives complémentaires, soit celles de la sociologie, de l'ergonomie, de la chimie et de la toxicologie. Trois sources de données originales ont été utilisées pour documenter les contextes et les pratiques de travail liés à l'utilisation des pesticides, ainsi que l'utilisation des équipements de protection individuelle, dans la production des pommes. Des entrevues et des observations en milieu de travail ont d'abord été réalisées, suivies d'une enquête par questionnaire.

2.2.1 Rôle du comité de suivi du projet

Un comité de suivi, constitué de représentants des milieux de la santé et de la sécurité du travail (SST) et de l'agriculture, a été mis sur pied lors du démarrage du projet. Ses membres, associés à l'UPA, à l'association des PPQ, à la CNESST, à la Direction de la santé publique – Montérégie, au MAPAQ, au MDDELCC, ainsi qu'un producteur de pommes membre du conseil d'administration de l'association des PPQ, ont été sollicités pour diffuser l'information sur

¹⁰ <http://www.cnesst.gouv.qc.ca/publications/Pages/listepublications.aspx?ChoixLangue=Fran%u00e7ais&tri=date>

¹¹ <http://www.sagepesticides.qc.ca/>

¹² <http://www.boutique.afnor.org>

¹³ <http://shop.csa.ca/fr/canada/produits/icat/publications>

¹⁴ <http://www.iso.org/iso/fr/home/standards.htm>

¹⁵ <http://webstore.ansi.org>

¹⁶ <https://www.astm.org>

l'étude et faciliter l'accès au terrain. Au moment de l'enquête par questionnaire en particulier, l'association des PPQ a posté à tous ses membres la version papier du questionnaire en les incitant à y répondre.

2.2.2 Éthique de la recherche

Un certificat d'approbation éthique a été accordé au projet par le Comité d'éthique de la recherche en santé de l'Université de Montréal (UdeM). Le certificat No. 13-025-CERES-D, émis le 24 avril 2013, encadrait spécifiquement les deux volets de la collecte de données originales auprès des producteurs de pommes, soit les entrevues semi-dirigées et les observations dans un échantillon d'exploitations, ainsi que l'enquête à l'aide d'un questionnaire destiné à tous les producteurs de pommes du Québec.

2.2.3 Rencontres préparatoires avec des informateurs périphériques

Des entrevues informelles ont été réalisées avec 10 informateurs familiers avec la production des pommes, pour permettre aux membres de l'équipe de recherche d'acquérir des notions de base sur le secteur, de se familiariser avec le vocabulaire et de construire des rapports avec des acteurs du milieu. Ces informateurs étaient des producteurs, des vendeurs de pesticides et de matériel agricole, des agronomes et des conseillers techniques. Des rencontres au sein du Réseau-pommier et une journée d'investigation dans un verger ont également été réalisées. Les connaissances ainsi acquises ont par la suite été utiles à la préparation des outils et à l'organisation de la collecte.

2.2.4 Observations et entrevues avec un échantillon de producteurs

Ce premier volet de la collecte visait la réalisation d'entrevues et d'observations dans un échantillon d'exploitations. Ces données qualitatives devaient servir à expliquer le contexte d'utilisation des pesticides et les pratiques de travail et de prévention, à l'aide des mots utilisés par les producteurs eux-mêmes et à partir de situations concrètes documentées par l'observation. Cette collecte devait également servir à orienter l'élaboration future d'un questionnaire.

2.2.4.1 Recrutement

L'association des PPQ n'a pas voulu communiquer les noms et coordonnées de ses membres à l'équipe de recherche, évoquant l'obligation de protéger la confidentialité de ces informations. Le recrutement de producteurs volontaires n'a donc pas été fait de manière aléatoire, mais plutôt par une méthode boule de neige et par essai et erreur. Il a démarré grâce au relais de l'information assuré par l'action des membres du comité de suivi et s'est poursuivi grâce à des contacts avec des acteurs du milieu pomicole, et à des recherches sur des sites internet où des producteurs font l'annonce de leurs produits. Un petit nombre de producteurs ont été rencontrés à l'occasion de déplacements dans les régions visées, où des membres de l'équipe se rendaient pour rencontrer des producteurs sur leur exploitation, distribuer des dépliants et solliciter de vive voix leur participation.

Un résumé du projet et un dépliant expliquant ses objectifs et les modalités de la participation étaient remis ou envoyés par internet à l'adresse courriel communiquée par les producteurs. Chaque producteur était ainsi bien au fait que la participation à la collecte comportait :

- une brève visite du verger et des lieux où sont réalisées les opérations;
- des photographies et des captations vidéo lors d'une opération de préparation de la bouillie et d'une pulvérisation;
- une entrevue d'une vingtaine de minutes.

La collecte a été répartie sur les saisons de production 2013 et 2014. Un peu plus de 45 producteurs ont été contactés pendant la période d'avril à juin 2013, et de mai à juin 2014. Quinze ont finalement donné leur accord. Dans certains cas, les entrevues et les observations ont été réalisées lors de visites différentes. Au total, des entrevues ont été réalisées avec 15 producteurs, et des observations dans 12 exploitations. Parmi les facteurs expliquant les difficultés de recrutement, trois principaux ont pu être établis, soit : les fortes contraintes de temps auxquelles sont soumis les producteurs, les réticences à divulguer de l'information de crainte que de nouvelles règles ou contraintes administratives ne soient imposées à la suite de cette l'étude, et le fait que les producteurs de pommes avaient également été sondés au printemps 2013 dans le cadre d'une étude du MAPAQ.

2.2.4.2 Représentativité

L'échantillon de producteurs rencontrés n'est pas aléatoire, il est constitué de volontaires. Un biais de sélection ne peut donc être exclu; un bon nombre des participants étaient actifs auprès d'organisations régionale ou provinciale, d'autres ont été rejoints par l'intermédiaire de conseillers de clubs techniques. L'âge moyen des participants aux entrevues est proche de l'âge moyen de la population des producteurs. Le recrutement visait les deux principales régions de production de pommes, la Montérégie et les Basses-Laurentides, à cause du grand nombre de producteurs et de la proximité de Montréal. Les données sur les superficies exploitées par les producteurs participant à cette collecte, comparées à celles du MAPAQ sur la distribution des exploitations selon les superficies, indiquent que les toutes petites exploitations sont sous-représentées (Tableau 11).

Tableau 11. Comparaison de la distribution des exploitations participantes selon la superficie exploitée, avec les données du MAPAQ (17)

Superficie (ha)	Exploitations participantes		MAPAQ 2008
	%	n	%
0-5,0	20	3	52
5,1-10,1	20	3	19
10,2-15,1	7	1	11
15,2-20,2	20	3	8
> 20,3	33	5	10
Total	100	15	100

2.2.4.3 Déroulement des entrevues et des observations

Lors de la rencontre avec les producteurs participants, un rappel des objectifs de l'étude était présenté. Un formulaire de consentement qui précisait les termes de la garantie relative à la confidentialité de l'information et à l'anonymat des participants était signé en deux exemplaires, le producteur en conservant un.

Les entrevues semi-dirigées étaient réalisées soit à l'extérieur, soit dans les bâtiments de la ferme, avant ou après les observations, à la convenance du producteur. Tous les producteurs participants ont accepté d'être enregistrés, filmés et photographiés. Un guide a été utilisé pour toutes les entrevues et les observations. Les entrevues, de 90 minutes en moyenne, couvraient un large éventail de sujets, permettant de caractériser les exploitations (région, superficie, propriété, production, etc.), les producteurs-exploitants eux-mêmes (âge, expérience, formation, ressources, services et sources d'information, etc.), l'utilisation des pesticides (produits, régie, pratiques concrètes, etc.), les équipements et les ÉPI, les règles et les consignes de sécurité, l'activité de travail au cours des opérations principales, la perception du risque, les expériences relatives aux accidents, incidents et à la santé. L'observation de l'activité de travail lors de la préparation de la bouillie et de la pulvérisation avait comme objectif d'effectuer un premier survol des situations d'exposition (durée moyenne de deux heures).

2.2.4.4 Analyses

Toutes les entrevues ont été transcrites intégralement. Le codage et l'analyse qualitative ont été réalisés par deux chercheurs à l'aide du logiciel NVivo 10. Les thèmes principaux en relation avec les objectifs de recherche ont été déterminés. Ce sont : aménagement, contraintes économiques, contraintes environnementales, exploitation, exigences physiques, exigences mentales, équipements de protection individuelle (information, évolution, choix, port, nettoyage et entretien), équipement (tracteur, pulvérisateur), métier, perception du risque, pesticides (information, évolution, stratégies, choix, utilisation, engrenage), producteur, tâches principales, tâches secondaires, temps, santé, santé et sécurité du travail, réglementation.

Les vidéos et les photographies réalisées dans le cadre d'une démarche exploratoire n'ont pas fait l'objet d'une analyse systématique de l'activité. Ces données ont fait l'objet d'une analyse visuelle, consistant à établir et à décrire sommairement les principales situations d'exposition associées aux activités ciblées par l'observation et les principaux déterminants de l'exposition qui y sont associés. Les informations ainsi produites sont traitées comme des données qualitatives.

2.2.5 Enquête par questionnaire

Le second volet de la collecte a consisté en une enquête par questionnaire, visant tous les producteurs de pommes du Québec. Elle avait pour objectif de produire des données représentatives afin de mettre en contexte et de documenter certaines pratiques agricoles en matière d'utilisation des pesticides dans la production des pommes, ainsi que l'utilisation de mesures de protection collective et individuelle.

2.2.5.1 Élaboration du questionnaire

L'élaboration du contenu du questionnaire s'est appuyée sur plusieurs sources, incluant les rencontres avec des experts du Réseau-pommier, la collecte dans les exploitations, des documents du MAPAQ (17), de l'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) (116), des études menées par Statistique Canada (27), les enquêtes telles que l'*Agricultural Health Study*¹⁷, le questionnaire à l'attention des conseillers agricoles conçu par l'INSPQ, l'enquête « Perception des risques sanitaires encourus par les utilisateurs de pesticides » réalisée par l'Union régionale des caisses d'assurance maladie (URCAM) et la Direction régionale des affaires sanitaires et sociales (DRASS) de Bretagne (71), et une étude menée en Colombie-Britannique chez les producteurs fruitiers (72).

Afin de limiter à 30 minutes le temps estimé pour répondre au questionnaire, le nombre des questions a été limité à 50, réparties en six sections : le producteur, l'exploitation, le choix et l'utilisation des pesticides, les mesures de prévention et de protection, la perception du risque, la santé. Une première version du questionnaire a été soumise pour validation à l'automne 2013 à plusieurs experts associés à des organismes concernés, soit l'association des PPQ, l'INSPQ, le MAPAQ, la CNESST, l'UPA, l'IRDA, l'UdeM, et l'IRSST.

Le questionnaire¹⁸ a été produit en deux versions, française et anglaise, ainsi qu'en version papier et en version électronique avec le logiciel de sondage en ligne Survey Monkey®. Le paramétrage et la sauvegarde des réponses pour le format électronique ont été pris en charge par l'Université de Montréal. Le questionnaire en version électronique a fait l'objet d'un prétest avec cinq producteurs (quatre répondants en français, un en anglais) en novembre 2013. La version finale du questionnaire a été mise en ligne le 3 décembre 2013.

2.2.5.2 Collecte de données

L'enquête par questionnaire s'est déroulée du début décembre 2013 à la mi-avril 2014. Cette enquête a été annoncée dans le milieu pomicole par un article paru dans le *Bulletin des pomiculteurs* envoyé par l'association des PPQ à tous ses membres, par des communiqués sur le site du Réseau-pommier et par de communications présentées lors de rencontres organisées par le milieu en novembre et décembre 2013, ainsi qu'en janvier 2014. Lors d'assemblées publiques dans le milieu agricole à la fin 2013, des questionnaires en version papier, accompagnés d'une enveloppe de retour préadressée et préaffranchie, étaient disponibles. L'adresse URL donnant accès aux deux versions (français et anglais) du questionnaire était également communiquée par un dépliant distribué aux producteurs. L'adresse menait à une page web spécifique du site de l'IRSST.

La participation à l'enquête par l'intermédiaire de Survey Monkey a d'abord été privilégiée, dans le but de faciliter le traitement des réponses. Des rappels ont été faits par le Réseau-pommier; les syndicats régionaux de pomiculteurs et plusieurs clubs techniques qui ont accepté d'inviter leurs membres à participer. À la mi-février 2014, le questionnaire en version papier a été inclus par

¹⁷ <http://aghealth.nih.gov>

¹⁸ Documents disponibles sur demande.

l'association des PPQ dans l'envoi postal du *Bulletin des pomiculteurs* à tous ses membres. Tous les questionnaires étaient accompagnés d'une enveloppe de retour préadressée et préaffranchie.

Au total, 195 questionnaires ont été recueillis. Environ 35 % d'entre eux ont été collectés par voie électronique et 65 % par voie postale (version papier). Neuf producteurs ont répondu en anglais, dont un seul par le biais de Survey Monkey. Toutes les réponses étant précodées, tous les questionnaires ont été traités ensemble en français. Les données collectées par Survey Monkey ont été exportées et sauvegardées à l'aide du logiciel Excel. L'ensemble des questionnaires en version papier a fait l'objet d'une double saisie. Les deux fichiers de saisie ont été convertis en format Excel; une procédure Excel a ensuite permis la comparaison des deux fichiers, dans le but de relever les erreurs de saisie. Au final, 27 questionnaires se sont révélés inexploitable. Les deux fichiers de données en format Excel ont ensuite été fusionnés pour constituer la base de données complète qui compte donc 168 cas (Tableau 12). Ce fichier a ensuite été converti pour être utilisé sur le logiciel SPSS et sauvegardé comme base de données de l'enquête par questionnaire.

Tableau 12. Distribution du nombre des questionnaires reçus et exploités selon les deux versions

	Réponses reçues		Réponses inexploitable		Réponses exploitées	
	n	%	n	%	n	%
Survey Monkey	75	38,5	17	63,0	58	34,5
Version papier	120	61,5	10	37,0	110	65,5
Total	195	100	27	100	168	100

2.2.5.3 Taux de participation et représentativité

Les effectifs des producteurs actifs, membres de l'association des PPQ, étaient de 522 en 2012, un an avant la collecte. Sur la base de cette information, le taux de participation à la collecte est de 32 %. Ce pourcentage de participation n'est pas inhabituel dans les études sociales (117) et est considéré suffisant. La méfiance des producteurs à l'endroit de l'enquête, ajoutée à leur emploi du temps chargé et la sollicitation importante à laquelle ils sont soumis pour toutes sortes d'information, ne jouaient pas en faveur d'une plus large participation à l'enquête. La pertinence et la sensibilité du sujet pour les producteurs et l'appui exprimé par un nombre important d'experts et de relayeurs du milieu semblent toutefois avoir favorisé une participation satisfaisante.

Faute d'accès à la liste des membres de l'association des PPQ, il n'était pas possible de constituer un échantillon aléatoire et stratifié. Aussi, les participants à l'enquête par questionnaire sont des volontaires. La comparaison des données de l'échantillon de l'enquête à celles de la population des producteurs de pommes du Québec permet d'estimer la représentativité de l'échantillon¹⁹. Cette comparaison permet de conclure qu'en ce qui a trait à l'âge, l'échantillon est parfaitement représentatif. Les femmes y sont toutefois sous-représentées. En ce qui a trait à la région géographique, la représentation est assez bonne, bien que la région principale, la Montérégie, soit légèrement surreprésentée. Concernant le statut juridique, une surreprésentation

¹⁹ Document disponible sur demande

des sociétés de personnes et des compagnies au détriment des fermes individuelles est notée. La taille des exploitations dont les producteurs sont propriétaires n'est, quant à elle, pas particulièrement bien représentée avec notamment une importante sous-représentation des petites exploitations de moins de 5,0 hectares (43 % par rapport à 52 %) et la surreprésentation dans les diverses catégories de superficies de 5,1 hectares ou plus (voir Tableau 11). Enfin, en matière de pourcentage des revenus issus de la pomiculture, les catégories « extrêmes » (de 1 à 50 % et 100 %) sont sous-représentées comparativement aux catégories intermédiaires (de 51 à 75 % et de 76 à 99 %). La représentativité de l'échantillon de l'enquête par questionnaire soulève donc des réserves et l'interprétation des données doit être faite avec prudence.

2.2.5.4 Effet du mode de collecte

Toute la population active des producteurs de pommes est l'objet de l'enquête par questionnaire. Tous les producteurs membres de l'association des PPQ ont reçu l'information sur la tenue de l'enquête, et tous ont eu le choix d'utiliser l'un ou l'autre mode de collecte.

La population des producteurs est cependant diversifiée, et il est probable que sa familiarité avec l'internet est variable et sans doute significativement associée à l'âge. Ainsi, l'âge moyen des producteurs qui ont choisi de répondre par l'intermédiaire de Survey Monkey était de 48,3 ans, alors qu'il était de 54,8 ans chez ceux qui ont opté pour la version papier du questionnaire. Le choix du mode de collecte, très clairement offert dès le début à toute la population des producteurs, est une façon de procéder documentée, qui permet de contourner ce biais (118). Le déroulement de la collecte et le taux de réponse semblent confirmer l'utilité de cette stratégie : la participation sur Survey Monkey a été lente à démarrer et est demeurée faible. La participation a augmenté fortement dans les jours qui ont suivi l'envoi systématique du questionnaire papier à tous les producteurs et le taux de réponse est deux fois plus élevé pour ce mode de collecte.

L'organisation de la collecte selon deux modes, papier ou web, peut avoir d'autres effets sur les données. La version électronique du questionnaire obligeait le participant à répondre à toutes les questions en une seule occasion. Il ne permettait pas à un producteur de répondre à une partie seulement des questions et de revenir à son questionnaire à une autre occasion, ce qui en a certainement découragé certains et eu pour conséquence de diminuer le taux de réponse en version internet. Le questionnaire papier offre davantage de flexibilité aux participants puisqu'ils peuvent surtout le remplir à leur rythme. La plus forte proportion de questionnaires non complétés et inexploitable dans la collecte par Survey Monkey semble confirmer ce facteur (117). La préoccupation à l'égard de l'anonymat peut aussi avoir favorisé la collecte avec le questionnaire papier, même si les garanties relatives à l'anonymat et à la confidentialité étaient les mêmes pour les deux modes. Finalement, la conception graphique des deux modes de présentation était identique et ne pouvait induire un biais de sélection des participants.

A posteriori, il est possible que l'organisation de la collecte ait pu avoir un effet sur le taux de participation et la représentativité des répondants. Toute la population était visée par l'enquête, mais les producteurs des deux régions principales, la Montérégie et les Basses-Laurentides ont probablement reçu plus d'information que les autres et cela a pu introduire un certain biais de sélection et influencer sur la représentativité et le taux de participation global.

2.2.5.5 Analyses

Les données de l'enquête ont été traitées avec le logiciel SPSS. Des distributions simples sont présentées dans le rapport.

2.2.5.6 Portée et limites

Le taux de 32 % de participation à l'enquête par questionnaire satisfait les critères de validité reconnus, et l'effectif des répondants est suffisamment important pour réaliser des analyses statistiques. La représentation de l'échantillon par rapport à la population ciblée n'est pas idéale, mais est considérée suffisante. Bien que le portrait d'ensemble ait été validé par les membres du comité de suivi, l'interprétation des résultats doit toutefois être faite avec prudence.

La combinaison de trois types de données complémentaires fait en sorte que le portrait des pratiques d'utilisation des pesticides et des ÉPI chez les producteurs de pommes québécois offre à la fois une large couverture et une perspective en profondeur sur les pratiques documentées. Ces caractéristiques sont tout à fait appropriées à la réalisation d'un large état de la question. En outre, les données qualitatives collectées dans le sous-échantillon des producteurs rencontrés permettent d'apporter un éclairage jusqu'ici inédit sur les représentations et les pratiques des producteurs de pommes.

Les plus petits producteurs sont sous-représentés tant dans les données de l'enquête que dans les entrevues et les observations effectuées dans un petit échantillon de volontaires. Les résultats tirés de l'enquête sont néanmoins estimés assez représentatifs de la population des propriétaires producteurs de pommes pour réaliser un premier état de la question. Toutefois, l'étude n'aborde pas du tout les conditions de travail et de SST de la main-d'œuvre salariée en pomiculture, ce qui limite la portée des résultats. Les difficultés à organiser une collecte incluant les travailleurs agricoles ne peuvent être sous-estimées et ont été considérées dans l'élaboration des objectifs poursuivis dans l'étude présentée ici.

2.3 Priorisation des pesticides d'intérêt en production de pommes

2.3.1 Pesticides d'intérêt

L'inventaire des pesticides d'intérêt en pomiculture a été réalisé dans un premier temps à partir de la consultation de la liste des pesticides autorisés en PFI (91) et de discussions avec des acteurs du Réseau-Pommier. La liste ainsi constituée a été soumise aux producteurs de pommes, grâce à l'enquête par questionnaire (sous-section 2.2.5) pour évaluer une fréquence d'utilisation (%) de ces pesticides.

La définition de pesticides d'intérêt réfère donc dans cette étude à l'identification de formulations commerciales et/ou de molécules actives effectivement utilisées dans le secteur. Les herbicides ont été exclus, dans la mesure où leur utilisation dans la production de pommes est présente, mais dans des proportions bien moindres que les insecticides et les fongicides.

2.3.2 Priorisation

Une priorisation des pesticides d'intérêt a ensuite été effectuée, basée sur leurs fréquences d'utilisation, leurs propriétés physico-chimiques, leur potentiel toxique et les valeurs limites d'exposition disponibles. Cela visait donc à cibler certains « pesticides d'intérêt », potentiellement plus à risque pour la santé des travailleurs.

2.3.2.1 Recension de données toxicologiques, physico-chimiques et agronomiques

Les données recueillies pour chaque « pesticide d'intérêt » comprennent certaines propriétés physico-chimiques des ingrédients actifs des produits commerciaux, des indicateurs de leur toxicité intrinsèque et les valeurs de références recommandées ou réglementées par les grands organismes gouvernementaux. Les taux d'application des pesticides utilisés en pomiculture ont aussi été documentés. L'ensemble des données a été compilé sous la forme de fiches électroniques, pour chacun des ingrédients actifs.

Les propriétés physico-chimiques colligées sont la masse moléculaire (M), la solubilité et le coefficient de partage octanol-eau (K_{ow}). La voie cutanée ayant été priorisée comme voie d'entrée principale (119), le coefficient de perméabilité cutanée (K_p) a également été calculé à partir de l'équation de Robinson modifiée (120).

$$K_p = \left(\frac{1}{10^{-1,326+0,6097 \log(K_{ow})-0,1786\sqrt{M}+0,0001519/\sqrt{M}} + \frac{1}{2,5/\sqrt{M}}} \right)^{-1} \quad \text{Équation 1}$$

La toxicité intrinsèque des ingrédients actifs des produits commerciaux a été établie à partir de la dose ou de la concentration létales 50 (DL_{50} ou CL_{50}) pour les différentes voies d'exposition, soit les voies orale, cutanée et respiratoire. Les principaux types de valeurs limites d'exposition recommandées ou réglementées par les grands organismes gouvernementaux pour le milieu de travail et pour la population générale au Canada, aux États-Unis, en France et en Allemagne ont également été répertoriés (Tableau 13).

L'ensemble des renseignements recueillis a été puisé dans les grandes bases de données et les documents particuliers répertoriés au Tableau 14. Par ailleurs, les quantités appliquées en pomiculture (kg/ha) ont été obtenues pour chaque formulation commerciale à partir des étiquettes canadiennes des produits, disponibles sur le site de l'ARLA.

Tableau 13. Valeurs limites d'exposition répertoriées pour les ingrédients actifs de pesticides et définition

Valeur limite d'exposition	Définition
<i>Acceptable Operator Exposure Level</i> (AOEL) (mg/kg/j)	Quantité maximale de substance active (absorbée) à laquelle un travailleur « opérateur » peut être exposé quotidiennement sans présenter d'effets néfastes selon la traduction de la définition du European Food Safety Authority (EFSA).
Dose de référence par ingestion aiguë et chronique (<i>acute and chronic Reference Dose</i> (aRfD et cRfD)) (mg/kg/j)	Dose maximale, aiguë ou chronique, par ingestion à laquelle un individu de la population générale peut être exposé quotidiennement sans présenter d'effets néfastes observables, conformément aux recommandations de l'U.S. Environmental Protection Agency (USEPA).
<i>Acceptable daily intake</i> (ADI _{HC}) ou <i>Tolerable daily intake</i> (TDI _{HC}) (mg/kg/j)	Dose d'exposition tolérable chronique à laquelle un individu de la population générale peut être exposé quotidiennement sans présenter d'effets néfastes observables, conformément aux recommandations de Santé Canada.
<i>Acceptable daily intake</i> (ADI _{WHO}) ou <i>Tolerable daily intake</i> (TDI _{WHO}) (mg/kg/j)	Dose d'exposition tolérable chronique recommandée pour la population générale par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS).
<i>Threshold Limit Values - Short Term Exposure Limit</i> (15 min) (TLV-STEL) et <i>Time-Weighted Average</i> (8 h) (TLV-TWA) (mg/m ³)	Concentration dans l'air moyenne sur 15 min ou 8 h à ne pas dépasser en milieu de travail, conformément aux recommandations par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).
<i>Immediately Dangerous to Health and Life</i> (IDLH) (30 min) et <i>Recommended Exposure Limit</i> (REL) (8 h) (mg/m ³)	Concentration dans l'air moyenne sur 30 min à ne pas dépasser en milieu de travail et valeurs limites d'exposition sur 8 h, conformément aux recommandations du National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) des États-Unis.
<i>Permissible Exposure Level</i> (PEL) (8 h) (mg/m ³)	Concentration dans l'air moyenne sur 8 h à ne pas dépasser en milieu de travail, conformément à la réglementation de l'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) des États-Unis.
Valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) (8 h) (mg/m ³)	Concentration dans l'air moyenne sur 8 h à ne pas dépasser en milieu de travail, conformément à la réglementation de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES-France). Elle peut être contraignante (fixée par décret) ou indicative (fixée par arrêté).
Valeur moyenne d'exposition (VME) (8 h) (mg/m ³)	Concentration dans l'air moyenne sur 8 h à ne pas dépasser en milieu de travail, conformément aux recommandations de l'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS-France). Cette valeur est équivalente à la VLEP de l'ANSES.
<i>Maximale Arbeitsplatz-Konzentration</i> (MAK) (8 h) (mg/m ³)	Concentration dans l'air moyenne sur 8 h à ne pas dépasser en milieu de travail, telle qu'établie par le Deutsche Forschungsgemeinschaft allemand (DFG).

Tableau 14. Bases de données utilisées pour documenter les paramètres physico-chimiques, les données toxicologiques et les valeurs limites d'exposition

Base de données	Description
RTECs (<i>Registry of Toxic Effects of Chemical Substances</i>)	Données toxicologiques sur plus de 174 000 substances chimiques consignées dans le <i>Registry of Toxic Effects of Chemical Substances</i> , et par le Centre canadien d'hygiène et de sécurité du travail (CCHST).
HSDB (<i>Hazardous Substances Data Bank</i>)	Base de données contenant des profils de données globales compilées à partir d'une large gamme de sources autorisées. Regroupe les profils de plus de 5000 substances chimiques potentiellement toxiques.
NIOSH <i>pocket guide to chemical hazards</i>	Base de données d'informations générales en hygiène industrielle.
RED (<i>Reregistration Eligibility Decision</i>)	Documents d'évaluation d'une substance dangereuse de l'US EPA.
SAgE pesticides	SAgE pesticides est un outil d'information sur les risques pour la santé et l'environnement ainsi que sur les usages agricoles des pesticides au Québec.
FAO/OMS	Documents d'évaluation d'une substance dangereuse de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]).
PRDD (<i>Proposed Regulatory Decision document</i>) de l'ARLA	Documents d'évaluation d'une substance dangereuse de Santé Canada.
PPDB (<i>Pesticide properties DATABASE</i>)	Le PPDB est une base de données relationnelle complète de données physico-chimiques et écotoxicologiques de pesticides. Cette base a été développée par l'Agriculture and Environment Research Unit (AERU) à l'Université de Hertfordshire, à partir de la base de données qui, à l'origine, accompagnait le logiciel de l'EMA (<i>Environmental Management for Agriculture</i> , également développé par l'AERU).
INRS-VME	Document présentant la liste des valeurs VME de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS-France).
DFG-MAK	Document présentant la liste des valeurs MAK 2014 de la Deutsche Forschungsgemeinschaft.

2.3.2.2 Indices de risque

Des indices de risque ont été calculés, avec comme principes directeurs la prise en compte d'un effet systémique lié à une exposition, la fréquence d'utilisation et la prépondérance de la peau comme voie d'exposition. Ainsi, la fréquence d'utilisation (%), le coefficient de perméabilité cutanée et la quantité absorbée maximale acceptable (AOEL) établie par l'EFSA ont servi de base pour établir ces indices de risque. En l'absence de valeur AOEL, la RfD établie par l'US EPA a été utilisée. D'autres paramètres, permettant de traduire une spécificité pour le produit actif, la formulation commerciale ou le taux d'application ont été ajoutés pour décliner trois indices de risque :

- **L'indice de risque pour la formulation commerciale**

$$ir_f = \frac{f_i * K_p}{AOEL} \quad \text{Équation 2}$$

avec :

f_i : Fréquence d'utilisation d'une formulation commerciale contenant le produit actif i (%)

K_p : Coefficient de perméabilité cutanée (cm/h)

$AOEL$: Acceptable Operator Exposure Level (mg/kg/j)

- **L'indice de risque pour l'ingrédient actif**

$$ir_i = \frac{\sum f_i * K_p}{AOEL} \quad \text{Équation 3}$$

avec :

$\sum f_i$: Somme des fréquences d'utilisation des formulations commerciales contenant l'ingrédient actif i (%)

- **L'indice de risque par application**

$$ir_a = ir_f * Q \quad \text{Équation 4}$$

avec :

Q : Masse d'ingrédient actif i appliquée par hectare, par application (kg/ha)

Finalement, ces trois indices ont été normalisés selon le principe suivant :

$$IR_x (\%) = \frac{ir_x}{MAX(ir_x)} * 100 \quad \text{Équation 5}$$

avec :

IR_x : Indice de risque x normalisé ($x = f, i$ ou a)

ir_x : Indice de risque x ($x = f, i$ ou a)

$MAX(ir_x)$: Valeur maximale calculée parmi les ir_x

Les valeurs communiquées et indiquées dans le présent rapport sont IR_f , IR_i et IR_a

3. RÉSULTATS

3.1 Réglementation, normalisation et efficacité de terrain des ÉPI

Un ÉPI est défini par le CCHST comme un « équipement que portent les travailleurs pour réduire au minimum leur exposition à certains risques professionnels » (121). Pour atteindre cet objectif, il doit être approprié, porté, et efficace contre le risque considéré. Cette section du rapport vise à esquisser un portrait des moyens existants, tant sur le plan réglementaire que normatif, pour mitiger efficacement le risque lié à l'utilisation des pesticides, grâce à l'utilisation d'ÉPI. L'examen de la réglementation aura pour base la législation canadienne, et s'appuiera également sur la législation des États-Unis et de l'Union européenne comme base de comparaison. L'examen des normes sera réalisé à partir des publications d'organismes de normalisation reconnus et portera plus spécifiquement sur la protection cutanée, voie d'exposition principale en milieu agricole. Ce portrait sera complété par une recension de la littérature scientifique sur l'efficacité de terrain des vêtements de protection.

3.1.1 Réglementation et ÉPI

3.1.1.1 Textes réglementaires en santé et en sécurité du travail

Au Canada, les producteurs de pommes sont soumis à la législation en SST de la province où ils demeurent. Au Québec, c'est la Loi sur la santé et la sécurité du travail qui s'applique (122). Elle a pour objet l'élimination à la source des dangers, et précise notamment les droits et obligations de l'employeur et du salarié. C'est par contre le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) (125) qui définit certaines exigences à respecter quant aux ÉPI, et également d'autres paramètres pouvant conduire à l'utilisation d'ÉPI, comme la qualité de l'air, le bruit ou la manutention de matières dangereuses. Le Tableau 15 résume certaines de ces exigences en vigueur au Québec, ainsi qu'aux États-Unis et en Europe.

Tableau 15. Exigences relatives aux ÉPI au Québec, aux États-Unis et en Europe

	Québec	États-Unis	Europe
	RSST (123)	29 CFR Part 1910, subpart I (124) <i>Occupational Safety and Health Standards (OSHS)</i>	Directive 89/656/CEE (125)
Protection du visage et des yeux	Conforme à la norme CAN/CSA Z94.3-07 (126)	Conforme à la norme ANSI Z87.1-2003 (128)	
Protection respiratoire	Prévu au 'Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec' (129) Choisi, ajusté, utilisé et entretenu selon la norme CSA Z94.4-93 (130)	Approbation par le NIOSH, conforme au 42 CFR part 84 (131)	Chaque ÉPI doit être conforme aux dispositions communautaires de la directive 89/686/EC (128)
Protection de la peau	« [...] le port d'un équipement de protection approprié à la nature de son travail »	Utilisation de protection appropriée pour les mains lorsque celles-ci sont exposées	

Les exigences présentées peuvent prendre la forme d'une référence à une norme, qui fixe et décrit des critères et des exigences de performance, à un objectif à atteindre (« protection appropriée »), ou d'une conformité à un autre texte réglementaire.

L'Europe a choisi cette dernière modalité et renvoie à une autre directive (128), qui traite spécifiquement des exigences essentielles de conception des ÉPI. La directive 89/686/EC stipule que les ÉPI vendus sur le territoire européen doivent obligatoirement subir un examen de certification « CE », exigeant ainsi que les performances minimales requises des ÉPI vendus sur ce territoire sont caractérisées.

En Amérique du Nord, la certification des ÉPI présents sur le marché n'est pas systématique. C'est la mention d'une certification particulière dans les textes réglementaires qui l'impose. Par exemple, les APR au Québec doivent être « prévus au *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec* », ce qui signifie qu'ils ont été approuvés par le NIOSH. Le RSST mentionne également leur conformité à la norme CSA Z94.4-93 (130).

Par ailleurs, l'annexe 1 du RSST, qui précise les valeurs d'exposition admissibles (VEA) et certains attributs des composés réglementés (cancérogénicité, passage percutané, agent sensibilisant...) contient peu de pesticides, la plupart étant de la famille des organophosphorés, dont l'utilisation décroît depuis des années.

Ainsi, la législation SST en vigueur au Québec n'éclaire pas spécifiquement la manière dont devraient être choisis les ÉPI contre les pesticides. L'absence de recommandation précise pour la protection de la peau, voie d'exposition majoritaire aux pesticides en milieu professionnel, et l'absence de VEA compliquent le choix du bon type d'ÉPI.

3.1.1.2 Textes réglementaires sur les pesticides

3.1.1.2.1 Structure globale

Le Tableau 16 présente les différents textes réglementaires concernant les pesticides, en vigueur au Québec, ainsi que les objectifs majeurs de ces lois.

Tableau 16. Textes réglementaires sur les pesticides

Palier législatif	Texte	Administrateur	Objectif
Canada	Loi sur les produits antiparasitaires (LPA et son règlement) (20)	ARLA Santé Canada	Homologation et étiquetage
	Loi sur les pesticides (21)	MDDELCC	
Québec	Code de gestion des pesticides (132)		Entreposage, vente et utilisation de pesticides
	Règlement sur les permis et certificats (95)		Classification, permis et certificats d'utilisation et de vente des pesticides
	Loi sur la qualité de l'environnement (133)	MDDELCC	Élimination de déchets de pesticides

La réglementation est donc partagée entre les domaines de juridiction fédérale et provinciale. Il existe également des règlements municipaux pouvant restreindre l'utilisation de pesticides, mais ceux-ci ne concernent pas directement le milieu agricole, et encore moins les ÉPI.

Tout produit phytosanitaire, importé, vendu ou utilisé au Canada doit être homologué par l'ARLA. Le Québec, comme les autres provinces et territoires, se charge de réglementer la vente, les usages, l'entreposage et l'élimination des pesticides. Un comité fédéral, provincial et territorial sur la lutte antiparasitaire et les pesticides (« comité FPT ») agit également et vise à harmoniser les activités réglementaires et éducatives relatives aux pesticides et à la lutte antiparasitaire (134). Il se concentre, entre autres, sur la réduction des risques pour protéger la santé des Canadiens. À titre d'exemple, sous son égide, le Groupe de travail sur l'éducation, la formation et la certification en matière de pesticides (GTEFCP) au Canada produit plusieurs ouvrages de référence (135, 136) qui répertorient les connaissances fondamentales pour la formation sur les pesticides. Celles-ci seront utilisées par les différentes provinces pour définir le socle de connaissances minimales requises pour obtenir un certificat d'utilisation des pesticides.

L'examen de l'ensemble des textes de loi abordant la problématique des pesticides n'a pas révélé de législations spécifiques à la SST, comme cela peut être le cas aux États-Unis, avec le WPS (101). Il a cependant permis d'identifier deux paliers d'action concrets concernant la santé et la sécurité et les ÉPI. Le premier est inclus dans le processus d'homologation, et le second dans la délivrance de certificats pour obtenir le droit de pulvériser des pesticides.

3.1.1.2.2 L'homologation

Comme indiqué à la sous-section 1.2.3.1, l'homologation équivaut à une « autorisation de mise sur le marché », dont les principes directeurs sont énoncés dans la Loi sur les produits antiparasitaires (LPA) (20) au Canada, le *Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act* (137) aux États-Unis et le Règlement 1107-2009 en Europe (138). L'ensemble des informations permettant l'autorisation d'un produit est fourni par le demandeur d'homologation à l'agence responsable de l'homologation. Cette autorisation n'est valable que pour des conditions spécifiques (application d'un pesticide sur un type de culture, pour une dose d'application...). Une nouvelle demande d'homologation doit donc être déposée pour chaque nouveau pesticide ou pour chaque nouvelle utilisation d'un pesticide déjà autorisé.

L'autorisation est accordée aux produits antiparasitaires qui assurent un gain agronomique, et présentent des risques « acceptables » pour l'environnement et pour la santé humaine. L'homologation est donc le résultat d'une analyse risque/bénéfice effectuée par chaque agence responsable, ce qui peut expliquer pour quelles raisons il est possible de voir l'usage d'un pesticide particulier autorisé au Canada, et refusé ailleurs. En fonction de l'acquisition de nouvelles connaissances, il est aussi possible de retirer du marché une formulation commerciale ou d'en limiter les usages. Par exemple, l'ARLA a récemment proposé le retrait du Polyray à la suite d'une nouvelle évaluation de risques, qui se sont avérés trop élevés pour les consommateurs de fruits et légumes, pour l'environnement et pour les travailleurs lors des tâches de réentrée (29).

3.1.1.2.2.1 L'évaluation du risque comme base pour la recommandation d'ÉPI

La procédure retenue par l'ARLA pour évaluer les produits antiparasitaires est une évaluation de risque plutôt classique en santé publique, dont le cadre est précisé dans un document de référence accessible au public (141). Elle se décompose en quatre étapes : l'identification des dangers, l'évaluation dose-réponse, l'évaluation de l'exposition et la caractérisation des risques.

- Identification des dangers et évaluation dose-réponse

Les deux premières étapes sont basées sur des études de toxicité animale. Elles permettent de déterminer des propriétés toxicologiques, de calculer des doses de référence pour certains effets aigus et chroniques, ou des estimations de risque potentiel quand il s'agit de molécules cancérogènes. Les limites des connaissances toxicologiques actuelles ne permettent pas de considérer les risques cumulés, provenant par exemple de différents pesticides à mode d'action commun.

- Évaluation de l'exposition et caractérisation des risques

Aux États-Unis et au Canada, la base de données PHED (*Pesticides Handler Exposure Database*) (140) est utilisée pour évaluer l'exposition. Elle regroupe les résultats de mesures d'exposition externe, cutanée et respiratoire, obtenues lors d'études censées représenter de manière la plus exhaustive possible l'ensemble des scénarios réalistes d'exposition aux pesticides. Ces études ont été menées par les fabricants de pesticides, indépendamment les uns des autres, et leurs résultats ont par la suite été regroupés. La qualité des données est estimée en fonction de la connaissance du protocole expérimental de chacune des études (paramètre analytique ou dimensionnement expérimental), mais aussi selon la quantité de données disponibles pour un scénario d'exposition. À titre d'exemple, un scénario d'exposition se voit attribuer une haute cote de confiance quand chacune des mesures d'exposition est individuellement bien évaluée, et que le scénario compte un nombre suffisant de mesures (15) par zone d'exposition.

Dans le document publié par Santé Canada (140), 24 scénarios d'exposition principaux sont mentionnés. Ils concernent pour la plupart les étapes de préparation de la bouillie et de la pulvérisation, et prennent également en compte :

- le type de formulation commerciale manipulée
- le type de pulvérisation
- l'adoption de mesure de protection collective
- l'utilisation d'ÉPI.

L'ensemble de ces informations est regroupé sous forme de tableau, comme illustré à la Figure 3.

La première section (cadre brun) rapporte l'exposition type, par zone corporelle et par niveau de protection individuelle (lignes 1 à 4) lors du scénario spécifique choisi (ici, il s'agit de la préparation de la bouillie à partir d'une formulation commerciale liquide). La deuxième section (cadre jaune) rapporte l'exposition par voie respiratoire et la troisième (cadre vert) précise la qualité des données. L'exposition est exprimée en masse d'ingrédient actif, pondérée par la masse de matière active manipulée.

Les effets des ÉPI sur l'exposition sont précisés. Le port de gants, dans le cas illustré, permet de faire chuter l'exposition des mains de 6263 à 14,8 µg/kg de matière active manipulée, soit une réduction supérieure à 99 %. Alors que ce facteur de protection a été déterminé expérimentalement, ceux attribués aux *coveralls* (ligne 3, couvre-tout, ou combinaison) et aux *chemical-resistant coveralls* (ligne 4, combinaison résistante aux produits chimiques) sont standards, du fait de l'absence de données expérimentales. Ces facteurs sont de 75 % pour les *coveralls* (50 % aux États-Unis, et 90 % en Californie) et de 90 % pour les *chemical-resistant coveralls* (95 % en Californie) (141).

À l'issue de la consultation de ces tables, une dose d'exposition pour le travailleur peut être calculée et comparée à la dose de référence. Les ÉPI constituent une option de mitigation des risques pour assurer que la dose d'exposition évaluée reste inférieure à la dose de référence, dans un facteur d'au moins 100 (*Margin of Exposure*, MOE).

Scenario 3a. ALL LIQUIDS, OPEN MIXING AND LOADING

Dermal exposure, in $\mu\text{g}/\text{kg ai handled}$

Clothing Scenario		Head and Neck	Arm, Chest, Back, Thigh and Lower Leg	TOTAL Dermal-body Exposure	Hand	TOTAL Dermal Exposure
		A	B	A+B	C	A+B+C
1	Single Layer, No Gloves	11.83	24.50	36.33	6263.33	6299.66
2	Single Layer, Gloves	11.83	24.50	36.33	14.81	51.14
3	Coveralls over Single Layer, Gloves	11.83	6.13	17.96	14.81	32.77
4	Chem. resist coveralls	11.83	2.45	14.28	14.81	29.09

Inhalation exposure (in $\mu\text{g}/\text{kg ai handled}$) Data confidence

1.60 (light), 2.5 (Moderate)		Clothing Scenario	Data Confidence/Items of Note
Notes: - Original data for "Coveralls" contained only 0 - 2 replicates for body. Only head and neck contained 101- 107 replicates. - A.M. is significantly higher then median for body exposure. - Feet data exists but not included.		Single Layer, No Gloves	N dermal = 71 - 119, AB grade. N hands = 53 replicates, AB grade High confidence run
		Single Layer, Gloves	N dermal = 71 - 119, AB grade. N hands = 59 replicates, AB grade. High confidence run
		Coveralls over Single Layer, Gloves	Calculated from "Single layer, gloves" scenario using 75% P.F.
		Chemical resistant coveralls	Calculated from "Single layer, gloves" scenario using 90% P.F.
		Inhalation	N = 83 replicates, AB grade. High Confidence run

Figure 3. Exemple de scénario d'exposition contenu dans la PHED (140).

3.1.1.2.2 Les étiquettes et les recommandations d'ÉPI

La nécessité de porter des ÉPI est appréciée sur la base de l'évaluation de l'exposition et de la prise en compte de certains effets ou de propriétés toxicologiques (irritation cutanée et oculaire, LD_{50} , LC_{50} ..). Finalement, l'option retenue de recommandation d'ÉPI à porter se retrouve sur les étiquettes des produits, et constitue une mesure réglementaire. La conformité à cette recommandation, ainsi qu'à l'ensemble des consignes d'utilisation présentes sur l'étiquette est garante d'un risque « acceptable ». Le Tableau 17 présente les options de port d'ÉPI pouvant se retrouver sur les étiquettes de produits au Canada²⁰ concernant la protection respiratoire et la protection cutanée (vêtements et gants).

Tableau 17. Types de messages de recommandation d'ÉPI sur les étiquettes

Nature de la protection	Message type
Respiratoire	Un appareil respirateur muni d'une cartouche anti-vapeurs organiques approuvée par le NIOSH, la MSHA ou le BHSE doté d'un préfiltre approuvé pour les pesticides ou une boîte filtrante approuvée par le NIOSH, la MSHA ou le BHSE
Cutanée	Une combinaison résistante aux produits chimiques au-dessus d'une chemise à manches longues et un pantalon long, des gants résistants aux produits chimiques
	Une combinaison au-dessus d'une chemise à manches longues et un pantalon long, des gants résistants aux produits chimiques
	Une chemise à manches longues, un pantalon long, des gants résistants aux produits chimiques
	Une chemise à manches longues et un pantalon long

On constate qu'il n'existe qu'un type d'APR recommandé (hors fumigation) et quatre niveaux de recommandations de protection cutanée. La certification des gants et des vêtements de protection n'est pas requise, contrairement aux APR. Les définitions exactes de « combinaison » et de l'expression « résistant aux produits chimiques » ont pu être trouvées dans le WPS (101). Une combinaison est donc un « vêtement une ou deux pièces, tel qu'une combinaison en coton ou coton polyester, qui couvre au minimum tout le corps à l'exception des pieds, des mains et de la tête ». Un matériau est dit résistant aux produits chimiques « lorsqu'aucune migration de pesticides n'est détectable à travers ce matériau pendant l'utilisation » (traduction libre).

Aux États-Unis, la nature des recommandations est similaire, mais il semblerait que la recommandation d'une « tenue » résistante aux produits chimiques (*chemical-resistant suit*) n'a pas été retenue (141, 142), notamment pour éviter le stress thermique des travailleurs. De tels matériaux sont en effet moins respirants que les combinaisons classiques. Par ailleurs, le port des chemises à manches courtes et des pantalons courts peut être recommandé sur les étiquettes de produits aux États-Unis. Les recommandations pour les gants sont plus spécifiques qu'au Canada, car il est recommandé sur les étiquettes qu'il soit constitué d'un matériau « résistant aux produits chimiques ».

²⁰ Tuduri L, Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA). *Échange d'informations*. 2013

3.1.1.2.3 Le régime de certificats pour la formation à l'utilisation de pesticides

En vertu de la Loi sur les pesticides (21), chaque personne qui en utilise en agriculture devrait être titulaire d'un certificat. Le règlement sur les permis et certificats (95) précise les conditions d'application de cette loi. Il existe plusieurs certificats de qualification, selon le type de manipulations et la classe des pesticides. Les exploitants agricoles et leurs employés possèdent pour la plupart un certificat de la catégorie « E : Certificat d'agriculteur pour l'application des pesticides ». Ce certificat leur permet d'effectuer les tâches agricoles requérant l'utilisation de pesticides, mais aussi de superviser un employé qui les effectue, sans que cet employé n'en possède nécessairement un.

L'obtention de ce certificat est liée à la réussite d'un examen. Des cours et des programmes de formation, traitant des connaissances fondamentales sur les pesticides et leur utilisation devant être acquises par les producteurs agricoles ou leurs employés, sont élaborés pour en faciliter l'obtention, mais restent facultatifs. La Société de formation à distance (SOFAD) des commissions scolaires du Québec a également élaboré des guides d'apprentissage (par exemple [143]) à l'attention des producteurs et de leurs employés. La SOFAD évalue à 30 heures le temps requis pour qu'un candidat autodidacte s'approprie le contenu du cours « Utilisation des pesticides en milieu agricole », dont sept heures devraient être consacrées à la santé et à la sécurité.

La section spécifique aux ÉPI renvoie aux étiquettes des produits homologués pour les choix appropriés, mais rajoute les recommandations du MDDELCC et du MSSS, résumées à la Figure 4. L'examen de cette figure permet de constater que :

- Les ÉPI sont décrits avec un vocabulaire différent de celui que l'on trouve sur les étiquettes;
- Les tabliers imperméables sont recommandés;
- Les recommandations d'ÉPI sont associées à l'étape de manipulation, ainsi qu'au symbole avertisseur imprimé sur l'étiquette.

Ces recommandations sont assorties de règles d'hygiène de base concernant les ÉPI (port, lavage, stockage), et on peut aussi trouver un descriptif des différents types d'APR et une consigne indiquant que les cartouches de ces APR doivent être changées après 8 h d'utilisation.

Vêtements et équipement de protection	Lors de la préparation du mélange (pesticides concentrés)				Pendant l'application du pesticide		
	Symboles avertisseurs sur l'étiquette				Types d'application		
				Aucun symbole	En tout temps	En hauteur	Espace clos ou confiné
Gants et bottes imperméables aux pesticides 	•	•	•	•	•	•	•
Chemisier à manches longues, pantalon long, salopette 	•	•	•	•	•	•	•
Tablier imperméable 	•	•	•			•	
Lunettes antibuée 	•	•	Nécessaires si irritant pour les yeux			•	•
Masque respiratoire approuvé pour les pesticides 	•	•	Nécessaire dans un espace clos		Nécessaire lorsque :  		•
Chapeau à large bord lavable (ou de type pêcheur) ^b 						•	•

Figure 4. Recommandations d'ÉPI par le MDDELCC et le MSSS (143).

3.1.2 Normalisation et ÉPI

L'examen de la réglementation a montré que le recours à des normes pour qualifier les ÉPI n'était pas systématique en Amérique du Nord pour les équipements de protection cutanée, notamment les vêtements et les gants. Il en existe pourtant, qui pourraient permettre de définir et de caractériser les performances, puis de soutenir et d'objectiver le choix d'ÉPI. Cette sous-section présente les résultats sélectionnés de la recension ayant été réalisée.

3.1.2.1 Vêtements de protection chimique

Les VPC appartiennent à la famille des vêtements de protection, comme définie par l'INRS (144). La norme américaine ANSI/ISEA 103-2010 (145), la norme internationale ISO 16602 :2007 (146) et la norme européenne EN 14325 :2004 (147) (et celles qui s'y rapportent) en précisent chacun des critères et des exigences de performance. Au Canada, le groupe CSA a adapté la norme ISO 16602 en y ajoutant ses exigences propres, notamment sur la résistance aux

flammes. Ces normes étant conçues sur les mêmes principes de classification, seule la norme ISO 16602 :2007 sera utilisée pour les illustrer.

3.1.2.1.1 Types de vêtements de protection chimique

Les VPC sont subdivisés en six « types », chacun étant spécifiquement dédié à un type de risque chimique particulier :

- type 1 : combinaison de protection étanche aux gaz : cette catégorie peut être subdivisée selon le type d'APR porté;
- type 2 : combinaison de protection non étanche aux gaz;
- type 3 : VPC étanche aux liquides;
- type 4 : VPC étanche aux brouillards;
- type 5 : VPC contre les particules solides en suspension dans l'air;
- type 6 : VPC à protection limitée contre les liquides.

Ils offrent un niveau décroissant de protection, de 1 à 6. Pour obtenir la certification, chaque type de VPC doit subir des tests spécifiques, à l'aide de méthodes d'essai elles-mêmes normalisées. Ces essais concernent la résistance mécanique et chimique des matériaux, des coutures, des accessoires intégrés (visière, gants, chaussures consignées), mais portent aussi sur la détermination de l'intégrité du VPC dans son ensemble. Le Tableau 18 précise les essais d'intégrité à mener et les essais de performance spécifiques selon le type de vêtement.

En agriculture, les expositions usuelles aux pesticides (projection accidentelle de bouillie ou aérosols liquides) suggèrent de choisir un VPC de type 3, 4 ou 6 (148). Les essais de performance spécifiques à ces types de vêtements seront donc discutés ci-après.

Tableau 18. Essais à mener sur les VPC selon la norme ISO 16602:2007 (146)

Performance générale	Paragraphe	Essai de performance spécifique	Type de vêtement de protection contre les produits chimiques							
			1a	1b	1c	2	3 ^a	4 ^a	5	6 ^a
Intégrité de la totalité du vêtement de protection contre les produits chimiques	5.4	Étanchéité	X	X	X					
	5.5	Fuite vers l'intérieur		X	X ^b	X				
	5.6	Essai au jet de liquide					X			
	5.7	Essai au brouillard de liquide						X		
	5.8	Essai de fuite vers l'intérieur d'un aérosol de particules							X	
	5.9	Essai limité au brouillard de liquide								X
Résistance chimique des matériaux des vêtements de protection	6.5	Résistance à la perméation	X	X	X	X	X	X		
	6.6	Résistance à la pénétration de liquides sous pression						X ^d		
	6.7	Résistance à la pénétration de particules							^e	
	6.8	Étanchéité à la pénétration de liquide								X
	6.9	Répulsion liquide								X
^a S'ils ne couvrent pas le torse, les bras et les jambes, les vêtements de type 3, 4 et 6 sont des vêtements de protection partielle du corps ne satisfaisant qu'aux exigences de résistance chimique des matériaux du type correspondant. ^b S'applique aux combinaisons de protection contre les produits chimiques de type 1b lorsque la pièce faciale n'est pas fixée en permanence à la combinaison. ^c S'applique au matériau de base utilisé pour la fabrication du vêtement de protection chimique. S'applique ou non aux coutures (voir Article 7). ^d Un essai de résistance à la perméation ou un essai de résistance à la pénétration de liquides sous pression doit être réalisé. ^e Un essai d'évaluation des performances des matériaux des vêtements de protection contre les particules n'est alors pas recommandé.										

3.1.2.1.2 Essais sur la totalité du vêtement

Le principe d'essai sur les VPC de type 3, 4 et 6 est identique. Il est détaillé dans les normes ISO 17491-4:2008 (149) et ISO 17491-3:2008 (150). Il consiste à exposer un sujet, portant un vêtement absorbant sous le VPC à tester, soit à un jet de liquide, soit à un brouillard contenant un colorant, dans des conditions bien déterminées. La tension de surface des liquides est fixée, car elle influence le niveau de pénétration à travers les matériaux de VPC (151, 152). À l'issue de ce test, le VPC est retiré, et les taches de solutions colorées sont recherchées sur le vêtement absorbant, pour en mesurer la surface totale. Si cette surface totale est inférieure à la surface

d'une « tâche étalon », il est réussi. Sinon, c'est un échec, et le VPC en question ne peut être certifié.

3.1.2.1.3 Essais sur les matériaux

Les essais menés sur les matériaux (ainsi que sur les coutures et autres pièces intégrées) vont permettre de mesurer la résistance à la perméation et à la pénétration. La perméation est définie comme le processus suivi par un produit pour traverser le matériau d'un ÉPI à l'échelle moléculaire (153). La pénétration quant à elle traduit le processus que suit un produit pour traverser un matériau d'ÉPI par les trous ou les pores (154).

3.1.2.1.3.1 Perméation

Pour la perméation, les matériaux pourront être classés en fonction du temps qu'ils mettent à laisser passer une certaine quantité de contaminant (masse de perméation cumulée de $150 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), ou en fonction du temps qu'il faut pour atteindre une certaine vitesse de passage (taux de perméation de 1 ou $0,1 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ selon les normes). Ainsi, un matériau pourrait être de classe 1 (moins résistant) par rapport à un produit spécifique si le seuil de $150 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ est atteint entre 10 et 30 min, ou de classe 6 (plus résistant) si le même seuil est atteint après 480 min.

Des expériences de perméation doivent être réalisées avec plusieurs composés et atteindre une/des classe(s) de résistance minimale. Aucune des normes sur les VPC ne fait appel à des formulations de pesticides pour tester leur résistance à la perméation.

3.1.2.1.3.2 Pénétration

En exposant une des faces d'un matériau poreux à un produit liquide, ce dernier peut être repoussé par le matériau, à l'image d'une gouttelette d'eau sur la surface d'un vêtement imperméable, être absorbé et rester dans le matériau, ou passer (pénétrer) à travers le matériau. La méthode proposée permet de déterminer les proportions respectives des produits d'essai qui ont été repoussés, absorbés, ou pénétrés.

Selon la norme ISO 6530 (154), un matériau présentant une pénétration inférieure à 10 % sera de classe 1 concernant son étanchéité aux liquides, alors qu'un matériau présentant une pénétration inférieure à 1 % sera de classe 3. De la même manière, un matériau présentant un indice de répulsion supérieur à 80 %, selon la norme ISO 6530 (154), sera de classe 1, alors qu'un matériau présentant un indice de répulsion supérieur à 95 % sera de classe 3. Pour obtenir la certification, des performances minimales d'étanchéité et de répulsion doivent être atteintes, pour un nombre limité de produits, parmi lesquels ne figure aucun pesticide.

3.1.2.2 Vêtements de protection contre les pesticides

Des normes traitant spécifiquement des vêtements de protection contre les pesticides ont pu être également recensées lors de la revue de la littérature. La moins complète est la norme allemande DIN 32781:2010 (155), tandis que la norme ASTM F2669-12 (156) se rapproche de la norme ISO 27065:2011 (157) qui elle est la plus complète. C'est donc à partir de cette dernière que

seront présentés les éléments principaux qui permettent de définir les vêtements de protection contre les pesticides. Le Tableau 19 présente les exigences d'essai pour ces vêtements.

Tableau 19. Essais à mener sur les vêtements de protection contre les pesticides selon la norme ISO 27065:2011(157)

Exigences	Paragraphe	Essai de performance	Niveau			
			1a	1b	2	3
Exigences relatives aux matériaux	5.2.1.	Résistance à la pénétration de liquides (EN 14786)	X			
	5.2.2.	Résistance à la pénétration de liquides (EN 22608)		X ^a	X ^a	
	5.3	Résistance à la pénétration de liquides sous pression (ISO 13994 méthode E)				X
	5.4	Résistance à la perméation (ISO 6529 :2001 méthode A)				X ^b
	5.5	Résistance à la traction (ISO 13934-1)	X	X	X	X
	5.6	Résistance à la déchirure (ISO 9073-4)	X	X	X	X
Exigences relatives aux coutures	6.2.1.	Résistance des coutures à la pénétration (ISO 14786)	X			
	6.2.2	Résistance des coutures à la pénétration (ISO 22608)		X ^a	X ^a	
	6.3	Résistance des coutures à la pénétration des liquides sous pression (ISO 13994 méthode E)				X
	6.4	Résistance des coutures à la perméation (ISO 6529 :2001 méthode A)				X ^b
	6.5	Résistance des coutures à la traction (ISO 13935-2)	X	X	X	X
Exigences relatives aux vêtements complets	7.2	Essai de performance pratique	X	X	X	X
	7.3.1.	Essai au brouillard de faible intensité (ISO 17491-4 méthode A)			X	
	7.3.2.	Essai au brouillard d'intensité élevée (ISO 17491-4 méthode B)				X
^a L'exigence de performance minimale pour le niveau 2 est sensiblement supérieure à celle applicable pour le niveau 1b. ^b Si des essais supplémentaires sont nécessaires pour caractériser entièrement le matériau pour un pesticide particulier (cela doit être décidé en fonction de l'évaluation de risques pour l'enregistrement du pesticide concerné), le matériau doit également être soumis aux essais de résistance à la perméation avec le pesticide lui-même.						

Contrairement aux VPC, il n'existe qu'un seul type de vêtements de protection contre les pesticides. Par contre, il en existe selon divers niveaux de protection variant de 1 à 3. Les vêtements de niveau 1 devraient être utilisés pour les « travaux à faible risque de contamination », alors que les vêtements de niveau 3 seraient adaptés pour les « scénarios à haut degré d'exposition ». Les performances exigées augmentent donc selon le niveau de classement du vêtement. Les vêtements complets de niveau 2 et 3 doivent subir des tests de résistance chimique, respectivement identiques (même norme, mêmes exigences) à ceux subis par les VPC de type 6 et 4 (cf. Tableau 18).

Les exigences relatives aux matériaux traitent de pénétration, mais les méthodes d'essai sont différentes de celles utilisées dans la norme ISO 16602. Ainsi, le niveau « 1a » requiert des essais sur matériaux à l'aide de la méthode NF EN 14786 (158), plus spécifique de la pénétration

des produits chimiques liquides pulvérisés, et la pénétration ne doit pas dépasser 5 %. Le niveau 1b requiert des essais sur matériaux à l'aide de la méthode ISO 22608 (159), spécialement développée pour les formulations de pesticides, et la pénétration ne doit pas dépasser 40 %. Le niveau 2 requiert également des essais sur matériaux à l'aide de la méthode ISO 22608, mais la pénétration ne doit pas être supérieure à 5 %. Les matériaux des vêtements de niveau 3 doivent subir des tests de pénétration sous pression, qui représentent une approche « pire cas ».

Quelle que soit la méthode de pénétration mise en œuvre, une formulation commerciale de pesticides, le Prowl 3.3 EC, doit être utilisée. Ce choix a été discuté (160). La norme laisse également la possibilité de réaliser des essais de perméation avec des pesticides particuliers pour les matériaux de niveau 3, en fonction de l'évaluation des risques menée lors de l'homologation.

3.1.3 Efficacité de terrain des vêtements de protection

Afin de compléter les recensions de la réglementation et des normes pouvant appuyer le choix des ÉPI appropriés, une revue systématique de la littérature a été effectuée pour connaître l'efficacité de terrain des vêtements de protection. Cela a permis de documenter les approches mathématiques qui permettent de quantifier l'efficacité, les méthodologies expérimentales de mesure de l'efficacité, et les types de vêtements ayant pu faire l'objet de recherches.

Soixante-quinze articles ont été recensés à partir de la recherche bibliographique qui couvrait la période 1980-2014. Un examen plus approfondi du contenu (lecture du résumé et de la section expérimentale, si nécessaire) a permis d'en sélectionner 22, traitant spécifiquement de l'efficacité de terrain des vêtements de protection. Les autres portaient sur l'évaluation du confort et de la perméabilité à l'air, l'évaluation des performances en laboratoire, l'exposition cutanée. Des rapports ou des guides d'agences spécialisées ont également été recensés.

3.1.3.1 Facteur de protection et facteur de pénétration

Dans les sections précédentes, l'emploi de l'expression « facteur de protection » faisait référence à la réduction de l'exposition (exprimée en %, traduisant l'efficacité réelle ou supposée) résultant du port d'un ÉPI. Conceptuellement, il s'agit de comparer l'exposition externe potentielle (celle qui est/serait la valeur vraie d'exposition sans ÉPI) à l'exposition réelle, avec ÉPI. Avant même de calculer le facteur de protection, il faut définir un facteur de pénétration FP (%) :

$$FP (\%) = \frac{ADE}{PDE} * 100 \quad \text{Équation 6 (161, 162)}$$

ou

$$FP (\%) = \frac{ADE}{PDE + ADE} * 100 \quad \text{Équation 7 (163)}$$

avec :

ADE : quantité de pesticides recueillie sous le vêtement de protection

PDE : quantité de pesticides recueillie sur le vêtement de protection

Dans les études recensées, les deux définitions ont été utilisées. L'équation 6 semble mieux présenter le concept de comparaison des expositions décrit plus haut. En effet, dans l'hypothèse où un vêtement de protection ne procure aucune protection lors d'une pulvérisation ($FP =$

100 %), l'équation 6 mène à l'égalité $ADE = PDE$. L'équation 7 mène quant à elle à l'égalité $ADE = PDE + ADE$, ou encore à $PDE = 0$, ce qui expérimentalement n'aurait pas de sens. Malgré ces différences dans les équations, les conséquences pratiques devraient être réduites tant que $ADE \ll PDE$, ce qui est souhaité et aussi ce qui est le cas pour les faibles pénétrations. À partir du facteur de pénétration, il est possible de définir le facteur de protection, ou l'efficacité de la manière suivante :

$$E (\%) = 100 - FP \quad \text{Équation 8}$$

3.1.3.2 Détermination expérimentale du facteur de protection

Les équations 6 et 7 ont montré qu'à partir des deux variables PDE et ADE , il était possible de calculer le facteur de protection. Ce sont donc ces deux valeurs qu'il faut déterminer expérimentalement. Parmi les méthodes de mesure de l'exposition aux pesticides, dont Fenske et coll. donnent un bon aperçu (164), deux d'entre elles permettent d'atteindre PDE et ADE : soit la méthode des *patches* et la méthode « corps entier ».

3.1.3.2.1 La méthode des *patches*

Dans le cas des pesticides, les *patches* sont souvent des pièces d' α -cellulose de 10 cm*10 cm, qui jouent le rôle de dosimètre passif. Ils doivent être placés sur les diverses zones corporelles dont on souhaite mesurer l'exposition. Le nombre de *patches* est variable. Plus il y en a, meilleure sera la représentativité de la mesure. L'Organisation de coopération et de développement économiques (165) recommande d'en utiliser 11. Dans le cas de la mesure de facteurs de protection, il conviendra d'en placer 11 sur le vêtement de protection (PDE), et 11 sous le vêtement de protection (ADE). Chaque couple de *patches* par zone corporelle devrait être au même niveau, sans cependant se chevaucher. La Figure 5 présente un exemple de localisation de *patches*.

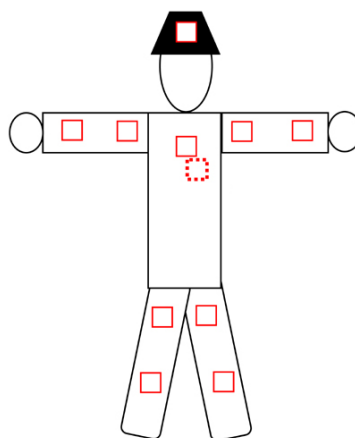


Figure 5. Localisation de *patches* pour la mesure de l'exposition cutanée (40).

La contamination mesurée par *patch* de 100 cm² devra ensuite être extrapolée à la surface de la zone corporelle représentée pour obtenir la contamination par zone corporelle (sur et sous le vêtement de protection), la contamination totale du corps ainsi que le facteur de protection. Cette

méthode est facile à mettre en œuvre, mais dans la mesure où le dépôt de pesticides n'est pas uniforme par zone corporelle, elle peut générer des sous-estimations ou des surestimations de l'exposition.

3.1.3.2.2 La méthode « corps entier »

La méthode « corps entier » utilise un vêtement d'échantillonnage en coton ou coton-polyester à la place des *patches*, et prévient de cette manière les risques de sous-estimation ou de surestimation. Le vêtement est ensuite découpé par zone corporelle puis analysé pour déterminer la quantité de pesticide retenue et évaluer l'exposition.

Contrairement à la méthode des *patches*, il n'est pas souhaitable de faire porter simultanément deux dosimètres pour évaluer le facteur de protection. En effet, le dosimètre externe (sur le vêtement, menant à *PDE*) jouerait également le rôle d'une barrière protectrice, qui s'ajouterait à celle du vêtement de protection et affecterait les quantités mesurées sur le dosimètre interne (*ADE*). Pour pallier ce problème, certains auteurs utilisent le vêtement de protection en tant que dosimètre externe (46, 161, 162, 166). D'autres font deux expérimentations, l'une en mettant un dosimètre sur le vêtement de protection (*PDE*) et l'autre en le positionnant sous le vêtement de protection (*ADE*) (167).

3.1.3.3 Synthèse de la littérature scientifique sur l'efficacité de terrain

Le Tableau 20 présente certaines caractéristiques des études traitant de l'efficacité de terrain recensées dans la littérature. Toutes n'ont pas nécessairement fourni de facteur de protection, mais elles ont malgré tout permis d'évaluer l'effet protecteur des vêtements. Par exemple, l'étude de Fenske (168) utilise les propriétés fluorescentes d'un composé ajouté à la bouillie pour mesurer la différence de quantité de résidus déposés sur la peau de travailleurs lorsqu'ils portent un tee-shirt à manches longues, une combinaison tissée coton-polyester ou une combinaison non tissée Tyvek®. Le Tyvek® s'est montré plus protecteur que la combinaison et le tee-shirt à manches longues. Krieger et coll. (169) utilisent la mesure de métabolites urinaires d'insecticides organophosphorés pour évaluer la différence de protection entre une combinaison non tissée Kleengard XP® et une combinaison résistante aux produits chimiques Tyvek-Saranex (Tychem SL® aujourd'hui). Les données d'exposition interne obtenues n'ont pas permis de classer les deux types de vêtements de protection sur le plan de l'efficacité, mais les travailleurs semblaient pencher en faveur du Kleengard XP en raison du confort thermique qu'il procurait.

À la lecture de ce tableau, il est possible de constater que la méthode des *patches* est plus utilisée (13 études) que la méthode « corps entier » (7 études), bien que cette dernière soit adoptée dans les études les plus récentes.

Lors de la mise en œuvre de ces méthodes, la mesure de l'exposition peut être variable. Ainsi, Vitali et coll. équipent des travailleurs avec des *patches* de 10 cm x 10 cm en cellulose sur neuf zones corporelles différentes (170), alors que Norton et coll. utilisent des *patches* en papier filtre, sur six zones corporelles de mannequins positionnés sur un tracteur (171). Tsakirakis et coll. (166) ont eu recours à un vêtement en coton (tee-shirt manches longues et sous-vêtements longs) comme dosimètre interne représentant deux zones corporelles, alors que Espanhol-Soares et coll.

(172) ont choisi un vêtement Tyvek® comme dosimètre interne, qu'ils découpent en seize sections (pour seize zones corporelles).

Tableau 20. Études traitant de l'efficacité de terrain des vêtements de protection

Référence	Méthode de mesure de l'exposition	Type de VP (nombre x personnes)	Calcul E ?	Durée (h, min)
(40)	<i>patches</i>	VTO (NP), vêtements de protection (NP)	NON	NP
(46)	« corps entier »	Coton (1x5)	OUI	15 min.
(48)	<i>patches</i>	Tyvek® (1*4), VTO (1*6)	OUI	1 h 27 à 3 h 40
(161)	« corps entier »	Coton (1x9), coton-polyester (1x9)	OUI	1h
(162)	« corps entier »	Coton-polyester (1x 5), Coton (1x5)	OUI	2 h
(163)	<i>patches</i>	Coton-polyester, combinaison polypropylène (NP)	OUI	45 min
(166)	« corps entier »	Coton-polyester (1x 5), Coton (1x5)	OUI	1 h 10-3 h 30
(167)	« corps entier »	VTO (1x2)	OUI	NP
(168)	traceur fluorescent	Tyvek (NP), coton-polyester (NP)	NON	50 min-2 h 00
(169)	biométrie	Tyvek-Saranex® (2*5), Kleenguard® (2*5)	NON	NP
(170)	<i>patches</i>	Tyvek® (1*4), VTO (1*6)	OUI	1 h 27 à 3 h 40
(171)	<i>patches</i>	Goretex® (1 x1), PVC (1x 2)	NON	30 min
(172)	« corps entier », traceurs	Coton, coton-polyester, (10*5)	OUI	7 h
(173)	biométrie, <i>patches</i>	VTO ¹ (NP ²)	OUI	NP
(174)	<i>patches</i> , biométrie	Tyvek® (1*2), coton (1*5), combinaison imperméable (1*2)	NON	NP
(175)	« corps entier »	Coton (NP), Tyvek® (NP), Kleenguard (NP)	OUI	NP
(176)	<i>patches</i>	VTO (3*4)	OUI	NP
(177)	<i>patches</i>	Duraguard® (NP), autres matériaux (NP)	OUI	65 min
(178)	<i>patches</i>	Tyvek® (NP)	OUI	NP
(179)	<i>patches</i>	Tyvek® (9-12*4),	OUI	NP
(180)	<i>patches</i>	Goretex® (1*10)	NON	14-41 min
(181)	<i>patches</i> , biométrie	Coton (NP), VTO (NP)	OUI	17 min

1 : vêtements de travail ordinaires; 2 : Non précisé ou informations insuffisantes

L'amplitude temporelle des études varie de quelques minutes à 3 h 40. Une seule étude (172) a été réalisée sur l'équivalent d'un quart de travail, 7 h, sans fournir de précisions sur la durée consacrée à la préparation et à la pulvérisation de la bouillie. Ce paramètre est important, car plus le vêtement de protection est porté longtemps, plus la pénétration à travers les matériaux est favorisée (182) engendrant ainsi une exposition potentiellement plus importante. Le Tableau 21 précise le nombre d'études relatives à chaque type de matériau de vêtement et aux éventuels sous-ensembles. Les matériaux qui ont fait l'objet du plus grand nombre d'évaluations sont le

coton, le coton-polyester et le Tyvek®. Les vêtements de travail ordinaire (VTO), souvent l'équivalent d'un tee-shirt à manches longues et d'un pantalon long ont également été évalués.

Tableau 21. Nombre d'études spécifiques recensées pour chaque type de vêtement

Types de VP	Sous-ensembles	Nombre d'études
VTO		7
Coton	traité	2
	non traité	7
Kleenguard®		2+1*
Duraguard®		1
PVC		1
Gore-Tex®		2
Tyvek®	Tyvek-Saranex®	1
	Tyvek®	7
Coton-polyester	traité	5
	non traité	2

* : un vêtement en polypropylène a été compté dans le type Kleenguard®

Les précisions relatives au matériau en lui-même sont rares. Les proportions respectives de coton et polyester dans le coton-polyester sont parfois fournies. Peu de détails sont donnés notamment sur l'épaisseur des matériaux, qui est un paramètre déterminant de l'intensité de la pénétration que l'on mesure en laboratoire (183, 184). Par contre, les types de vêtements « coton » et « coton-polyester » peuvent être dissociés selon qu'ils sont traités ou pas. Le traitement consiste à enduire la surface externe de la combinaison d'un produit répulsif, qui rendrait la combinaison plus imperméable aux produits phytosanitaires. Ces articles contiennent peu de précisions sur la manière d'enduire les matériaux, et sur les produits répulsifs eux-mêmes. Tsakirakis et coll. (162, 166), ainsi que Machera et Tsakirakis (161) font référence au produit Resist Spills®, Nigg et coll. (163) à un fini répulsif à l'eau, Espanhol-Soares et coll. (172) à des hydrocarbures fluorés, et Davies et coll. (181) à des résines aliphatiques fluorées. Les résultats expérimentaux d'efficacité de terrain, présentés au Tableau 22 pour les matériaux les plus communs dont sont faites les combinaisons, ne permettent pas de statuer de manière claire sur la valeur ajoutée de ce traitement répulsif, car différents paramètres expérimentaux varient simultanément lors de ces études. Dans le cas de l'étude de Davies et coll. (181), où des variantes traitées et non traitées du même type de combinaison en coton sont testées, les différences de facteur de protection sont minimes. Dans l'étude de Nigg et coll. (163), le facteur de protection varie de 83,1 % pour une combinaison en coton-polyester non traitée à 77,9 % pour la même combinaison traitée. L'intérêt d'un tel traitement, mis en évidence dans plusieurs études de pénétration en laboratoire (185, 186), reste donc à confirmer dans la littérature scientifique. L'effet du lavage (nombre de lavages, à la main ou à la machine, nature du détergent) sur l'évolution de l'efficacité de ces combinaisons est également à étudier (172, 187, 188).

La majeure partie des facteurs de protection calculés, tous types de vêtements confondus, sont supérieurs au facteur de protection attribué par l'ARLA (75 %) pour des combinaisons. C'est en soi rassurant, mais certaines valeurs proches ou inférieures à ce seuil soulèvent un questionnement sur l'universalité de celui-ci. Dans les études de Stamper et coll. (178) et Nigg et

coll. (163), l'éthazole, un fongicide formulé en poudre mouillable sous le nom commercial Truban®, ne permet pas d'atteindre le seuil de 75 % de protection, alors que les autres produits testés (chlorpyrifos en poudre mouillable « Dursban »® et fluvalinate en concentré émulsifiable « Mavrik »® l'atteignent). Les opérateurs utilisant ce produit, toujours homologué au Canada, devraient pourtant, selon l'étiquette, porter une combinaison (189). Cela soulève la question de l'importance de la formulation commerciale sur le facteur de protection des combinaisons, qui a d'ailleurs déjà été soulevée par divers auteurs (160, 190-192). Ce sont donc, outre les matériaux des combinaisons, les caractéristiques physiques de la solution pulvérisée (viscosité, tension de surface) plutôt que la structure chimique de l'ingrédient actif qui expliquent l'ampleur de la pénétration.

Tableau 22. Facteurs de protection (%) déterminés pour les matériaux les plus communs

Référence	Coton	Coton-polyester	Tyvek®
(46)	87,3-93,6		
(48)			99,2
(161)	97,3	99,6* (MG)	
(162)	98,3 (MG ¹)	98,4* (MG)	
(163)		61,7*; 77,9*; 83,1; 81,3*	
(166)	97,3; 98,8	98,9*; 99,3* (MG)	
(172)	95,8*	97,1*	
(175)	81,9; 89,6		82,7
(178)			99; 89; 66; 96
(179)			97
(181)	96; 99,3; 96,4*; 99,4*		

¹ MG : moyenne géométrique; * : traité avec un produit répulsif

3.1.4 Discussion

L'étude réglementaire a révélé que les recommandations d'ÉPI pour les producteurs agricoles découlaient du processus d'homologation des pesticides. La LSST et le RSST traitent bien la question des ÉPI, mais de manière non spécifique aux pesticides. Alors que les APR requièrent de fait une certification, ce n'est pas le cas pour les gants et vêtements de protection recommandés. Dans la mesure où la voie d'exposition majeure pour les pesticides est la peau, et que les ÉPI représentent une stratégie de mitigation du risque incontournable à l'heure actuelle dans ce secteur, cette absence de balise, de visibilité sur l'efficacité de la protection des ÉPI cutanés apparaît comme une faiblesse dans l'évaluation et la prévention des risques.

Les recommandations des étiquettes sur les vêtements de protection varient d'un pantalon long assorti d'une chemise à manches longues à une combinaison résistante aux produits chimiques, auxquels on attribue des facteurs de protection standards dans l'évaluation du risque. Il est possible que les vêtements de protection utilisés lors des études PHED valident le choix des facteurs de protection réglementaires. Mais dans quelle mesure, en l'absence de spécifications claires, peut-on s'assurer que les vêtements choisis et portés par les travailleurs agricoles soient assimilables à ceux des études PHED? Dans quelle mesure le langage employé sur les étiquettes est-il sujet à interprétation? Les performances de protection réelle sont-elles variables?

Ces questions sont d'autant plus légitimes que la pénétration, soit le mécanisme de passage des pesticides (formulations) à travers les vêtements tissés tels que les chemises et les combinaisons, dépend entre autres de l'épaisseur du tissu et du type de tissage (151, 184). La détermination de la résistance aux produits chimiques, dans le cadre présent, se fait par la mesure expérimentale du passage d'un pesticide à travers un matériau, selon la définition du WPS (101). Malheureusement, ces données de résistance pour les pesticides sont extrêmement rares, laissant planer le doute sur l'efficacité de protection des combinaisons effectivement utilisées. La construction et l'utilisation progressive de l'Agricultural Handler Exposure Database (AHED)²¹, une base de données d'exposition plus récente et homogène que la PHED, pourrait permettre de mieux valider les facteurs de protection standards (par exemple, le 75 % pour une combinaison de l'ARLA), sans pour autant limiter l'interprétation par les producteurs des recommandations qui apparaissent sur l'étiquette des vêtements de protection.

Concernant la recommandation de « gants résistant aux produits chimiques » de l'ARLA, il faut se tourner vers la réglementation américaine pour y apporter un éclairage. Les travaux de Schwoppe et coll. (193) y ont été intégrés. Le choix d'un matériau et d'une épaisseur pour les gants a pu être proposé sur les étiquettes en fonction de la formulation du pesticide utilisé. La question de l'utilisation des gants jetables, plus fins et donc moins résistants, mais qui permettent d'atteindre une plus grande dextérité pour certaines tâches (préparation de la bouillie, débouchage de buse, éclaircissage manuel), devrait être examinée selon une évaluation des risques plus poussée, comme le suggère l'étude de Roff (194). En effet, l'utilisation sur une durée cumulative, jour après jour, de « gants résistant aux produits chimiques » oblige le travailleur à devoir observer un calendrier de changements de gants, des règles d'hygiène pour éviter la contamination interne des gants, sa propre contamination, et la contamination de son environnement de travail.

L'appel aux normes semble souhaitable pour s'assurer que les ÉPI remplissent adéquatement la tâche pour laquelle ils sont faits (195). La revue de la littérature sur le sujet a montré qu'il existait des outils pouvant contribuer à mieux définir les recommandations présentes sur les étiquettes de produits. Un examen non systématique de plusieurs étiquettes de produits phytosanitaires en Europe confirme que les VPC de type 3 et 4 peuvent déjà être recommandés comme ÉPI contre les pesticides. C'est un premier pas, mais il reste insuffisant. Les matériaux de VPC de type 3 ou 4 n'étant pas testés avec des pesticides, il est probable que certains d'entre eux ne procurent pas la protection attendue. L'étude de l'ANSES publiée en 2010 (113) irait dans ce sens. La norme ISO 27065 pourrait partiellement combler cette lacune. Elle a été spécialement créée pour les « opérateurs appliquant des pesticides liquides et pour les travailleurs exposés à ces pesticides appliqués ». Cette norme prévoit plusieurs niveaux de protection selon l'intensité du risque anticipé, qui pourraient être combinés à l'évaluation des risques effectuée lors de l'homologation et au niveau de protection cutanée recommandées sur les étiquettes de produits. Malgré ces attraits, il convient de mentionner que les normes discutées permettent « seulement » de qualifier les performances de matériaux et de vêtements dans un référentiel donné, celui du laboratoire, et de les comparer.

L'examen de la littérature scientifique a permis d'établir l'état des connaissances sur l'efficacité de terrain des vêtements de protection pour les personnes manipulant des pesticides. La

²¹ <http://www.exposuretf.com/Home/AHETF/AHETFDataDevelopment/AHED/tabid/99/Default.aspx>

variabilité des conditions expérimentales, et le manque de caractérisation des matériaux testés, rendent la synthèse des quelques résultats disponibles difficile à réaliser. Pour les vêtements faits des matériaux les plus communs, l'efficacité est souvent supérieure à 95 %, mais des résultats plus faibles sur des couples (Pesticide-vêtements de protection) particuliers interrogent la représentativité du facteur de protection standard de 75 % choisi par l'ARLA pour les combinaisons.

Le type de culture agricole, qui conditionne en partie le type de pulvérisation (et de pulvérisateurs) adopté, n'a pas été détaillé dans la section 3.1.3. Il n'est cependant pas sans incidence sur l'exposition potentielle et sur la pénétration (141). Par ailleurs, l'expérience des opérateurs, non précisée dans les articles, peut également influencer leur niveau de contamination (196). Il s'agit d'un autre biais possible entre ces articles, la base de données PHED et les situations de travail, où les manipulations et procédures sécuritaires ne sont peut-être pas aussi respectées (197).

Enfin, l'ensemble des études s'est focalisé sur l'efficacité intrinsèque des vêtements, sans discuter du confort physiologique des utilisateurs. Pourtant, la chaleur ressentie lors des journées de travail, et le niveau de transpiration subséquent, peuvent influencer négativement le taux de conformité du port d'ÉPI, mais aussi la pénétration des pesticides à travers les vêtements (198). De plus, il semblerait que l'absorption cutanée augmente avec la transpiration (199). Dit autrement, une efficacité de 75 %, comme définie jusqu'ici, ne se traduirait pas nécessairement par une réduction de 75 % de la dose interne de pesticides.

3.2 Le métier de producteur de pommes : contextes socio-économique, organisationnel et personnel

Cette section du rapport de recherche est construite à partir de trois sources complémentaires, les données de l'enquête par questionnaire réalisée auprès de la population des producteurs de pommes québécois, celles des entrevues ainsi que celles tirées des observations réalisées auprès d'un échantillon de producteurs.

3.2.1 Les caractéristiques sociodémographiques des producteurs

L'enquête par questionnaire a permis de définir certaines caractéristiques des producteurs de pommes québécois (Tableau 23). L'âge moyen et médian des producteurs qui ont participé à l'enquête est de 53 ans. La distribution de la population selon l'âge en 2013 confirme que la population est vieillissante²².

Quant à la scolarité, un peu plus d'un tiers des répondants (36 %) sont titulaires d'un diplôme universitaire; 30 % des producteurs ont complété des études collégiales, et 34 % une formation de niveau primaire, secondaire ou en école technique. La quasi-totalité des producteurs (99 %) détient par ailleurs un certificat pour l'application des pesticides. La formation, non obligatoire, offerte pour faciliter l'obtention de ce certificat a été suivie par 93% des producteurs. En ce qui a trait à l'expérience professionnelle, les années d'utilisation des pesticides chez les participants à

²² Les distributions originales à toutes les questions du questionnaire sont disponibles sur demande.

l'enquête par questionnaire se chiffrent à 21 en moyenne, avec une médiane à 20. En ce qui a trait à l'expérience comme exploitant ou propriétaire de verger, elle atteint en moyenne à 19,5 années, alors que le nombre médian est de 16,5 années. Plusieurs producteurs ont donc travaillé sur des exploitations avant de devenir propriétaires.

Un peu plus de la moitié des producteurs interviewés a repris ou racheté l'exploitation familiale. La plupart d'entre eux ont appris le métier sur le tas avec leurs parents, les autres ont suivi un programme scolaire en agriculture. En ce qui a trait à l'apprentissage du métier, pour ceux qui n'ont pas grandi sur une ferme et qui achètent un verger, « la courbe d'apprentissage est très raide ». Même pour ceux qui ont reçu une formation collégiale ou universitaire, l'apprentissage en continu, par essais et erreurs, est incontournable : « l'essentiel de l'apprentissage, oui, c'est beaucoup le terrain ». En plus des notions de base, il faut composer avec l'évolution des pratiques et faire face aux imprévus.

Les exploitations des producteurs se répartissent presque également entre trois statuts juridiques principaux, la compagnie ou la corporation (33 %), la société de personnes (35 %) et les petites exploitations individuelles ou familiales (32 %), qui constituent une réalité importante en pomiculture.

Tableau 23. Synthèse des caractéristiques sociodémographiques des producteurs de pommes

	%
Âge	
34 ans ou moins	7
35-54 ans	46
Plus de 55 ans	47
Plus haut niveau de scolarité complété	
Primaire, secondaire, école technique	34
CEGEP	30
Université	36
Années d'utilisation des pesticides	
9 années ou moins	27
10-19 années	20
20-29 années	21
30 années ou plus	32
Années d'expérience comme exploitant	
9 années ou moins	28
10-19 années	27
20-29 années	19
30 années ou plus	26
Statut juridique de l'exploitation	
Ferme individuelle	32
Société de personnes	35
Compagnie ou corporation	33

Les producteurs s'expriment clairement sur la passion pour leur métier et la fierté du travail bien fait : « Je veux continuer d'innover, je veux me développer ». La liberté d'action est un aspect fort apprécié : « ..., te dire, le soir : OK demain matin, je vais faire ça..., je ne suis pas confortable avec ça, je ne le fais pas ». Avec les contraintes de plus en plus fortes cependant, la liberté décroît : « tout le monde veut nous dire comment faire notre métier ».

La difficulté du mode de vie s'exprime également : « Si c'était à recommencer, à 20 ans, je ne serais pas dans ça... Il y a des bouts durs... Je ne le referais pas », de même que la difficulté à vivre du métier : « C'est une passion, mais je ne veux pas crever de faim ».

La production des pommes est un travail saisonnier qui s'étend d'avril à septembre, avec une période de pulvérisation particulièrement intense de la fin d'avril jusqu'à la fin juin; « On arrose toutes les semaines ces temps-ci, c'est l'enfer ». Les fortes contraintes de temps auxquelles font face les producteurs de pommes constituent un élément significatif du contexte d'utilisation des pesticides et elles sont fréquemment évoquées. Les journées de travail sont longues : « Des fois je fais le tour de l'horloge, je ne vois pas les heures... »; « Après 10 heures, le soir, je suis fatigué, brûlé... prendre le temps de serrer les choses ou de réparer les choses qui ne marchent pas... Des fois, le soir, je suis comme ... un lendemain de veille ». La conciliation travail-famille pendant la période intensive de la production est une préoccupation pour certains : « On est producteur 24 heures sur 24 et sept jours sur sept ».

Les exigences mentales du travail sont également importantes. Il faut concentration, discipline et rigueur pour réussir : « C'est une question de rigueur par contre, puis il suffit de calibrer nos affaires comme il faut, puis de connaître sa parcelle... il n'y a rien de compliqué là-dedans, mais c'est juste une question de concentration ...c'est juste de se discipliner à le faire, puis d'être rigoureux ». À cause du facteur météo, il est impossible de tout planifier; il y a toujours des imprévus, et les résultats sont incertains : « C'est jamais une science sûre... Ça m'est arrivé une année où est-ce que j'ai tombé dans le mille, vraiment là... ».

L'ensemble des facteurs de stress peut mener à l'épuisement physique et mental. Ce qu'on entend beaucoup plus, c'est le stress lié à la pression du marché, à la pression de l'environnement. « ... Le pire, c'est ce dont on parle souvent avec mon frère, c'est le stress du métier. J'ai l'impression de tout le temps être en train de courir en arrière ». Le stress est également associé aux contraintes et aux obligations administratives qui ont énormément augmenté : « Je suis obligée de faire partie de CanadaGAP²³, ça va me causer juste encore plus de paperasse à faire... Ça ne finit plus, ça ne finit plus, c'est terrible ».

3.2.2 Contexte de la production des pommes

3.2.2.1 Le contexte économique

Le thème des contraintes économiques est très présent dans les entrevues avec les producteurs. Ils perçoivent ces contraintes comme étant de plus en plus fortes, elles contribuent fortement au stress.

²³ <http://www.canadagap.ca/fr/bienvenue-aux-canadagap>

La superficie des exploitations dont les producteurs sont propriétaires est de 11,6 hectares en moyenne, la médiane est de sept hectares. Près de la moitié (43 %) des producteurs sont propriétaires d'une exploitation de cinq hectares ou moins et la superficie d'une exploitation sur cinq ne dépasse pas 2,4 hectares (Tableau 24). Cette réalité est également documentée par d'autres données du questionnaire. Près d'un producteur sur deux (48 %) exploite un petit verger où il est le seul utilisateur de pesticides. La forte majorité des répondants au questionnaire (82 %) a déclaré participer personnellement aux tâches de préparation, de pulvérisation et de nettoyage.

Les données documentent également une pratique répandue chez les producteurs de pommes, qui consiste à exploiter des superficies appartenant à quelqu'un d'autre, ce qui permet d'augmenter sa production et ses revenus. Avec cette pratique, la superficie exploitée augmente légèrement à 12,5 hectares en moyenne alors que la médiane passe à huit.

Tableau 24. Synthèse des caractéristiques des exploitations

	%
Superficie dont ils sont propriétaires	
5,0 hectares et moins	43
5,1-10,1 hectares	21
10,2-20,2 hectares	23
20,3 hectares ou plus	13
Superficie totale exploitée	
5,0 hectares ou moins	40
5,1-10,1 hectares	22
10,2-20,2 hectares	22
20,3 hectares ou plus	16
Pourcentage des revenus provenant de la production de pommes	
1-50 %	26
51-75 %	14
76-99 %	22
100 %	38
Principale stratégie de mise en marché	
Kiosque et autocueillette	24
Emballeur	41
Autres, combinaisons	35

Le coût de la terre figure au premier plan des préoccupations des producteurs. Sauf pour ceux qui ont hérité de leur ferme, ou qui ont fini de la payer, le coût très élevé de la terre a pour conséquence qu'il devient difficile pour une famille de vivre avec les revenus d'une petite exploitation. Pour s'assurer un niveau de vie « de classe moyenne », ils s'endettent, achètent ou exploitent d'autres vergers, et cherchent à atteindre la productivité maximum, notamment en utilisant des pesticides. Le prix très élevé des terres peut faire en sorte que des petits producteurs doivent occuper un autre emploi à l'extérieur de leur exploitation.

L'insécurité du revenu est également décrite lors des entrevues. Les producteurs font des dépenses importantes pendant plusieurs mois avant la rentrée des revenus tirés de la vente des

pommes en automne; ils doivent donc « supporter les charges durant au moins la moitié de l'année », sans certitude quant au résultat financier à la fin de la saison.

Le coût des pesticides est considéré élevé par la totalité de producteurs. Ce serait le coût principal pour une petite exploitation, et le deuxième coût, après celui de la main-d'œuvre, pour un producteur qui exploite une plus grande superficie. Ces coûts seraient globalement en augmentation.

Le coût des arbres est au nombre des contraintes économiques mentionnées. La totalité des producteurs rapporte l'achat d'arbres nains ou semi-mains pour remplacer des arbres « standards » (des variétés anciennes, de grande taille) moins productifs ou des arbres malades. Certains producteurs arrachent des arbres nains sains et les remplacent par d'autres variétés moins ciblées par les ravageurs, dans l'espoir d'augmenter la productivité. En plus des coûts liés à l'achat, à l'arrachage et la replantation, le remplacement d'arbres signifie la perte de revenus de production pendant un minimum de six ans. La perte d'arbres à cause de la maladie, « c'était 10 ans de perte sèche ».

Le coût élevé de l'équipement, essentiellement le pulvérisateur et le tracteur-cabine, est documenté. Des producteurs rapportent que le gouvernement du Québec a offert pendant quelques années, dans le cadre du programme Prime-Vert du MAPAQ, des subventions allant jusqu'à 70 % du coût d'achat d'un pulvérisateur antidérive. Selon les producteurs, ces subventions n'étaient plus disponibles au moment des entrevues. Les tracteurs avec cabine sont préférés par une majorité de producteurs, pour des raisons de confort et de sécurité, mais leur achat est souvent différé à cause du coût. Selon les producteurs, aucune subvention n'avait été offerte pour l'achat d'un tracteur-cabine.

Le coût d'une couverture d'assurance en cas d'accident ou de maladie est très élevé pour les producteurs. Les données de l'enquête indiquent que 35 % des producteurs n'en ont aucune, 41 % rapportent avoir une assurance privée, 11 % paient des cotisations à la CNESST et 13 % ont les deux types de couverture. Les entrevues révèlent que seuls les producteurs qui emploient de la main-d'œuvre, pour laquelle ils ont l'obligation de payer des cotisations à la CNESST, le font. Les petits producteurs jugent trop élevé le coût des cotisations à la CNESST pour s'assurer eux-mêmes contre les lésions professionnelles.

3.2.2.2 Les stratégies économiques des producteurs

Les entrevues révèlent que ce contexte économique influence les producteurs de diverses façons. La productivité, la rentabilité de l'exploitation, générer suffisamment de revenus pour en vivre, constituent des préoccupations majeures. Le rendement est mesuré en tonne/hectare, mais aussi en qualité/hectare; certaines variétés de pommes offrent la quantité, d'autres la qualité. Les producteurs cherchent à augmenter la productivité par diverses stratégies : produire plusieurs variétés de pommes, planter des arbres nains et expérimenter sur le plan de la conduite des arbres; utiliser des pesticides.

Tous les producteurs souhaitent obtenir le meilleur prix possible pour leur production. La vente à un grossiste (« emballeur ») qui offre l'accès aux grandes chaînes de distribution et le prix le plus élevé pour les pommes constitue une stratégie prioritaire pour 41 % d'entre eux (Tableau 24).

Les entrevues ont révélé que cette stratégie requiert la conformité à des exigences accrues quant à la salubrité, formalisées par la certification CanadaGAP, et à l'apparence des produits. Des producteurs soulignent les coûts (direct et indirect) élevés de la certification CanadaGAP, sans nécessairement qu'il y ait d'avantages financiers pour eux. Près d'un producteur sur quatre préfère conserver son autonomie en vendant directement sa production par le biais de l'autocueillette ou en kiosque. Le dernier groupe de producteurs, soit 35 % des répondants, adopte des stratégies variées, qui incluent la production de cidre ou d'autres produits de transformation.

La qualité des pommes détermine largement le type de marché où le fruit sera écoulé. Les producteurs soulignent que les exigences des consommateurs quant à l'apparence et à la grosseur des fruits exercent une pression à la hausse sur les quantités de pesticides utilisés. Les entrevues permettent de documenter le fait que les producteurs qui visent le marché des grossistes ont globalement tendance à faire davantage de traitements. Inversement, les producteurs qui recourent à l'autocueillette et qui vendent en kiosque, ou encore ceux qui adoptent volontairement la stratégie des produits transformés tels cidres et jus, etc., ne pulvérisent pas autant : « Si les gens cueillent leurs pommes, puis ils les mangent tout de suite, il n'est pas question de maladies qui vont se développer en entrepôt, fait que souvent, ça permet de sauver un fongicide »; «... on n'a pas besoin d'une pomme rouge, nous. On peut tolérer certains dommages... ça ne dérange pas la qualité du cidre ». Les autres producteurs, qui optent eux pour la transformation à la fin de la saison parce que leur production a été déclassée, ou qui vendent une partie seulement de leur production en kiosque, ne réduisent pas leur utilisation de pesticides.

Les producteurs cherchent à diversifier leurs sources de revenus. Près de quatre producteurs sur dix (38 %) tirent la totalité de leurs revenus de la production des pommes, alors que d'autres combinent la production de pommes à celle d'autres produits, telles les poires et les prunes, dont la culture est semblable à celle des pommes quant à la conduite des arbres et à l'utilisation de pesticides (Tableau 24).

3.2.2.3 Le contexte environnemental

Les producteurs perçoivent un large éventail de contraintes environnementales et lors des entrevues, ils en décrivent les effets sur leur travail: « Il y a beaucoup de risques; la production fruitière... si ce n'est pas les insectes, c'est les champignons, les risques de gel, les risques de grêle, l'augmentation du nombre de cerfs de Virginie... »

Pour certains producteurs, les changements climatiques semblent associés à un accroissement des difficultés « On n'a jamais vu ça des changements climatiques comme ça ». D'autres notent l'arrivée en continu de nouveaux insectes : « Il y a des insectes qu'on a des problèmes aujourd'hui, qui n'existaient pas. Ils étaient présents il y a 20 ans, mais c'était des problèmes mineurs, qui aujourd'hui sont devenus des problèmes majeurs et vice versa ».

Des décisions passées relatives à l'organisation de la production des pommes au Québec ont des effets durables. La concentration et la proximité de vergers dans certaines régions sont décrites comme des caractéristiques qui influent indirectement sur l'utilisation des pesticides : « Tu ne peux pas avoir une concentration de vergers comme ici et dire OK demain matin je me pars en

bio. C'est impossible »; « On n'a pas tous la même gestion du verger, donc bien souvent ... Je regarde mes portions qui sont infectées, bien c'est souvent juste sur le bord de la route. Puis de l'autre côté... c'est les voisins ». La production à très grande échelle et en monoculture, pratiquée pendant de nombreuses années pour la pomme McIntosh par exemple, a des effets durables sur l'utilisation des pesticides : «... McIntosh, qui est la variété où l'on traite le plus pour la tavelure. C'est ahurissant, on traite... on parle parfois de 32 traitements par année... Au début on n'avait pas besoin d'autant de traitements, puis il s'est créé une monoculture à un moment donné. Le champignon...les gens ont mal été informés sur certains produits, il s'est créé des résistances...aujourd'hui on est pris avec ça ». L'aménagement de vergers sur des terrains humides ou à proximité de forêts, est une autre source de difficultés : «... C'est un verger qui a un historique d'insectes ou d'inoculum... On aura plus d'insectes, plus d'insecticide à mettre probablement ». Plusieurs producteurs rapportent rechercher des variétés qui sont moins sensibles aux ravageurs et aux infections pour faciliter leur travail et réduire l'utilisation de pesticides.

Dans certains cas, le moment de pulvériser est déterminé de manière à protéger des espèces animales comme les oiseaux, les abeilles : « Je le fais le soir justement, pour ne pas qu'il y ait d'abeilles ». La présence du vent constitue une autre contrainte pour les producteurs, qui tentent de concilier la protection de l'environnement et la protection de la récolte. Des producteurs évoquent les consignes visant à réduire la dérive; « Moi j'essaie de le faire soit le soir, ou le matin bien de bonne heure, quand le vent est calme ». La majorité des producteurs interviewés rapportent cependant qu'ils doivent parfois absolument pulvériser, même s'il vente et si le produit va moins bien atteindre sa cible (coût pour le producteur) et dériver (coût pour l'environnement et la santé des populations environnantes) : « C'est un gros facteur parce que quand il vente, le produit ne s'applique pas bien... Il faut absolument que tu arroses, puis là il vente un peu, mais tu y vas pareil. Des fois, tu n'as pas le choix... »

Les contraintes environnementales vont parfois aussi dicter le choix de produits, surtout entre ceux qui agissent en prévention d'une infestation, ou en éradication une fois l'infestation installée. Dans certaines conditions environnementales, plus d'un produit peut convenir; dans d'autres cas, il peut n'y avoir qu'un seul produit qui offre l'efficacité recherchée.

3.2.3 Organisation de la production

3.2.3.1 Évolution des pratiques d'utilisation des pesticides et PFI

Les producteurs décrivent les changements survenus depuis une quinzaine d'années à la fois du côté des produits eux-mêmes et de celui des pratiques de production liées à l'utilisation des pesticides.

3.2.3.1.1 Les pesticides

La liste des produits identifiés par les producteurs²⁴ est longue: fongicides, insecticides acaricides, engrais (calcium, magnésium), antibiotiques, éclaircisseurs, régulateurs de croissance, produits antimousses, bore. Les producteurs décrivent des changements importants en matière de

²⁴ Voir la sous-section 3.3 du rapport pour les fréquences d'utilisation des produits phytosanitaires

pesticide : « C'était d'autres produits, DDT, malathion, etc., différents produits qui étaient utilisés au tout début... Dans ce temps-là, c'était fait pour juste une application ». Le fait que les produits soient moins forts pourrait cependant avoir un effet pervers préoccupant, celui de l'augmentation de la résistance : « ... Le pendant de ça, c'est qu'on a des produits pour lesquels il y a plus facilement des résistances ». Certains producteurs rapportent toutefois que les concentrations ont été augmentées pour certains produits : « ... Quand j'ai commencé en production, il était homologué à quatre kilos à l'hectare, puis maintenant il est homologué à six ».

Les changements les plus importants seraient survenus du côté des insecticides avec, en particulier, le retrait progressif des organophosphorés : « Ce n'est plus des organophosphorés qui tuent tout... Tu as quelque chose qui va chercher le carpocapse, d'autres, les charançons, tout est ciblé ». Il y a moins de changements du côté des fongicides, qui sont les plus utilisés de tous les pesticides; ils représentent jusqu'à 75 % des pulvérisations selon certains producteurs, et sont considérés moins nocifs que les insecticides. Pour certains fongicides, tel le Polyram, l'utilisation aurait toutefois diminué de manière significative depuis quelques années : « ... Polyram qui est un fongicide qu'on pensait qu'il était très peu toxique pour les humains, puis pour l'environnement, puis on se rend compte qu'il est plus lourd. Moi je l'utilisais plus avant, je l'utilise beaucoup moins ». Il y a aussi de nouveaux produits, qui ont été mal utilisés au début, avec de mauvais résultats, ce qui faisait que les producteurs continuaient à favoriser les anciens produits. Le principal changement concernant les traitements fongicides semble être la distinction entre des approches de traitement préventif ou éradiquant.

Un autre changement rapporté concerne l'utilisation de produits pour de nouvelles pratiques, tel l'éclaircissage chimique qui remplace l'éclaircissage manuel assez souvent: « ... Avant ça, ce qu'on faisait, on faisait peut-être un arrosage ou deux, pour éclaircir, maintenant le programme là, c'est sur peut-être quatre... On a peut-être quatre fois d'arrosage qu'on est obligé de faire, pour essayer d'améliorer la grosseur des fruits ».

Des producteurs expriment l'espoir que les nouveaux produits soient moins toxiques et nocifs : « il y a beaucoup de choses qu'on utilisait qu'on n'utilise plus. Il y en a des nouvelles, puis évidemment, on dit chaque fois, que quand il y a un nouveau produit, il est... mieux que celui, le précédent, mais ça, souvent, il faut voir à long terme. Mais j'ai espoir que ça soit vrai, qu'il y a amélioration ou que les produits soient beaucoup plus ciblés ...puis beaucoup moins toxiques pour l'utilisateur et l'environnement, j'ai espoir que ça soit vrai ».

3.2.3.1.2 La PFI

Dans un contexte où la pression sur les cultures est croissante, de nouvelles pratiques d'utilisation des pesticides associées à la production fruitière intégrée, la PFI, et aux principes de la production dite écologique, ont été développées et les producteurs rencontrés en parlent abondamment. L'abandon des anciennes façons de faire, qui consistaient en traitements uniformes sur toute une superficie, est associé à deux préoccupations : élaborer des actions plus ciblées basées sur le dépistage régulier pour une meilleure efficacité, et réduire les quantités de pesticides utilisés et l'impact sur l'environnement. « Ça a vraiment été un changement par rapport à la vieille méthode où on arrosait selon un calendrier et non pas ce qui se passait dans le verger ».

L'adoption de la pratique du dépistage, pour évaluer l'intensité d'une infestation et en préciser la dispersion, permet de mieux cibler l'utilisation de produits. Les nouvelles consignes prévoient le meilleur moment pour pulvériser : « Moi j'ai vu un gros, gros changement, puis avec le logiciel RIMpro ... c'est une révolution dans les pratiques ». La pulvérisation ciblée de parcelles, plutôt que toute la superficie d'un verger, est aussi décrite, autant pour les fongicides que les insecticides : « Avant ça, quand on avait l'agronome du MAPAQ qui nous suivait, puis qu'il disait : Arrosez! ...Tu arrosais tout ». La PFI consiste également à ne pas traiter de la même manière des variétés de pommes différentes et à cibler des insectes différents avec des produits spécifiques.

Un effet indirect de la pulvérisation ciblée est l'augmentation du nombre de pulvérisations à réaliser : « Je refais mes pièges le lendemain. AH!, là, j'ai poigné le seuil minimum, fait que là, ça m'oblige à ressortir le soir d'après... Ça, je trouve ça chien, parce que j'aurais pu tout faire à la grandeur, ne pas me casser la tête. Mais par bonne conscience, puis me disant que c'est ça la PFI.... Ça m'oblige à sortir le soir suivant ou deux soirs plus tard. Mais, ça fonctionne comme ça ». « Il me semble qu'avant c'était 24 pulvérisations dans le temps, puis là... c'est plus... la trentaine ». Le mélange de plusieurs produits dans un même arrosage, de manière à réduire le nombre de pulvérisations et gagner du temps, est décrit par les producteurs : « ... C'est l'enfer arroser, si on peut combiner des choses, on le fait là ». Il n'est pas rare que trois types différents de produits soient combinés; les engrais, en particulier, seraient ajoutés à plus ou moins toutes les pulvérisations : « Parce qu'il y en a beaucoup à mettre, chaque fois qu'on sort, on en profite pour mettre un engrais. On ne sortira pas spécifiquement pour mettre seulement qu'un engrais, ça coûte trop cher de temps puis de machine ». Les fongicides et insecticides sont parfois combinés, ainsi que les régulateurs de croissance. Les mélanges forcent les producteurs à tenir compte de la compatibilité, et de l'ordre de mélange des produits. « Si je mets bien des choses, je mets l'engrais, l'insecticide, le fongicide, dans cet ordre-là ». Des producteurs rapportent qu'une consigne relative aux mélanges de produits incite à ne pas faire de mélanges par temps très chaud.

La modulation des doses est également discutée en PFI, en relation avec les recommandations sur les étiquettes des produits qui sont souvent formulées en termes de doses maximale et minimale pour une surface donnée. Des producteurs expérimentés rapportent faire des tests et constater qu'en utilisant la dose minimale recommandée pour un produit, et parfois même moins, ils obtiennent exactement le même résultat, pourvu qu'ils aient appliqué le produit au bon moment : « ...Il y a un paquet de pesticides, le Captan²⁵, on n'applique pas la dose de l'étiquette. Le Polyram, je n'applique pas la dose de l'étiquette, ça marche bien autrement, puis, ça a même été démontré par différentes personnes ... »; « Moi je l'utilise encore avec succès, le produit, puis je n'ai jamais mis la dose de l'étiquette »; « On a même fait des demi-doses de miticides²⁶... la demi-dose ne tue pas les prédateurs, mais fait un ouvrage convenable ». La dose est parfois réduite aussi quand un verger est isolé, et qu'il n'y a pas de vergers avoisinants d'où pourrait venir une infestation. D'autres producteurs vont plus loin, expliquant qu'il vaut mieux ne pas traiter du tout pour certains insectes : « Quand on ne traite pas pour les mites, l'année d'après on a réglé notre problème. Si je commence à faire des traitements miticides, je suis assuré d'une chose, c'est que l'année d'après, je vais devoir recommencer mon traitement, parce

²⁵ Captan est le nom du produit phytosanitaire contenant la substance active captane.

²⁶ « Miticide » est un anglicisme employé par les producteurs de pommes. Le terme français est acaricide.

qu'on tue les mites et les prédateurs de mites ». D'autres producteurs sont toutefois d'avis que ce n'est pas possible de réduire beaucoup le nombre des pulvérisations : « ...OK, je vais me partir dans la transformation, je vais faire du cidre, je vais faire du cidre de glace, je vais faire du bio... Mais c'est le même problème partout, ça ne diminue pas nécessairement les traitements ».

L'utilisation des produits en prévention, c'est-à-dire pour prévenir l'infestation, plutôt qu'en éradication, autant avec les fongicides qu'avec les insecticides, est également décrite. Les avantages à agir en prévention, avec des produits « de contact », sont soulignés; surtout, l'objectif étant d'éviter une infestation, le traitement en prévention permet plus de contrôle. Le traitement en éradication est aussi associé à plusieurs désavantages : coût plus élevé, apparition de résistance, effets négatifs à moyen et long termes sur les prédateurs naturels et les abeilles notamment.

D'autres pratiques liées à la PFI reposent sur le remplacement de pesticides par des substances ou systèmes moins nocifs pour l'environnement. Par exemple, l'utilisation de produits courants, efficaces et très économiques, tels l'huile végétale et le bicarbonate de potassium (KHCO_3), ainsi que la pratique consistant à induire la confusion sexuelle chez la mouche de la pomme en utilisant des phéromones. La réduction des effets négatifs sur les prédateurs naturels préoccupe bon nombre de producteurs : « L'effet théorique sur l'utilisateur ou sur la faune auxiliaire, pour moi, c'est des choses que je considère aussi. Ça, il faut faire attention ».

Une meilleure efficacité de la pulvérisation elle-même est obtenue par l'utilisation de pulvérisateurs tractés avec buses antidérive et par la prise en compte de la taille et du volume foliaire des arbres avec l'approche TRV (*tree row volume*) pour calculer la quantité et la dose requises selon qu'il s'agit d'arbres standards, semi-nains ou nains. Le nombre de buses utilisées pendant la pulvérisation et leur orientation varient également selon la taille des arbres et le volume foliaire.

Les données tirées du questionnaire concordent avec les entrevues et confirment que les principes et les pratiques associés à la PFI sont bien acceptés. Une majorité de répondants (51 %) rapporte effectivement adhérer à la PFI, alors que 30 % produisent en régie conventionnelle. Le dernier groupe décrit des combinaisons de pratiques qui incluent les deux précédentes et la production biologique (Figure 6).

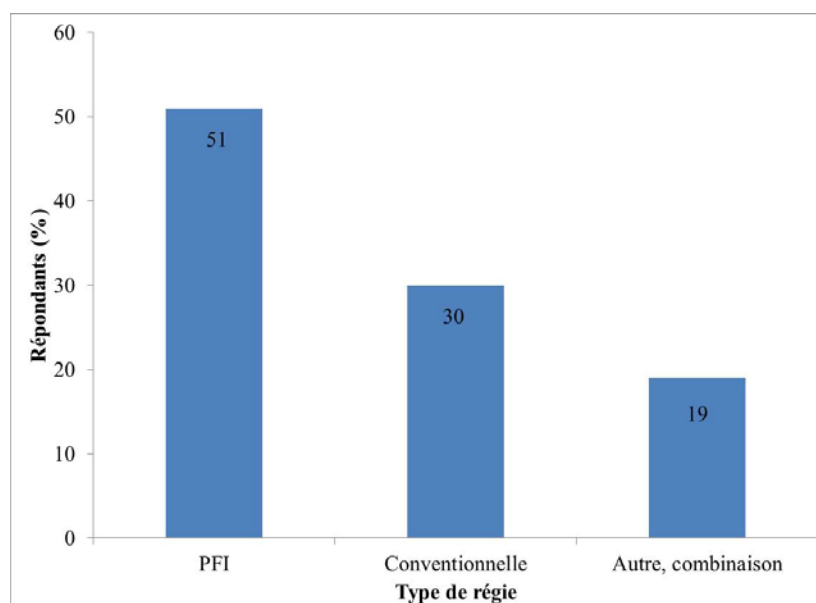


Figure 6. Distribution des producteurs selon le type de régie pratiquée (n=164).

3.2.3.2 Information sur le choix des pesticides et sur leur utilisation

Dans ce contexte de changement des pratiques en raison de la concurrence croissante et de la PFI, l'information joue un rôle crucial. Les données de l'enquête par questionnaire indiquent que les fabricants et les vendeurs de pesticides sont la source d'information utilisée par le plus grand nombre de producteurs (66 %), suivis des experts du Réseau-pommier, cités par 57 % des producteurs, et des clubs techniques pour un peu plus de la moitié des producteurs. Trois autres sources sont identifiées par des proportions semblables de producteurs, autour de 38 %, soit les étiquettes et les fiches signalétiques, les conseillers du MAPAQ et les ateliers de formation. (Figure 7).

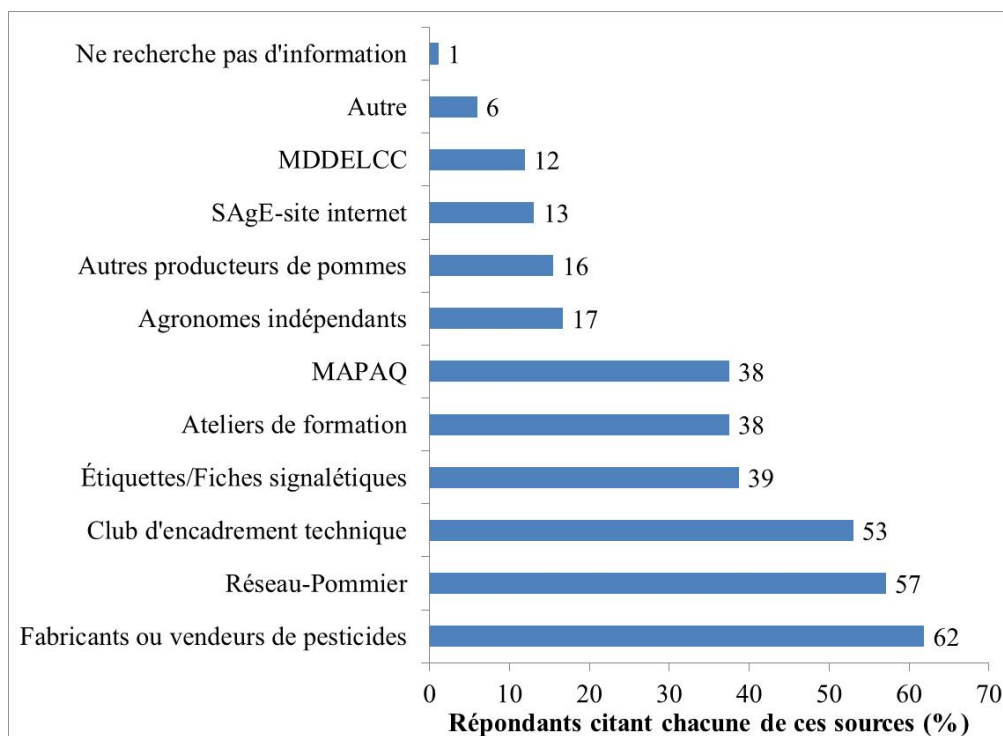


Figure 7. Distribution des producteurs selon les sources d'information sur le choix des pesticides.

Les entrevues permettent d'en apprendre davantage sur les sources d'information des producteurs sur les pesticides. Dans l'ensemble, les producteurs rapportent échanger peu entre eux, mais les choses commenceraient à changer, particulièrement chez les jeunes. Pendant longtemps, le MAPAQ et les vendeurs de pesticides étaient les sources d'information des producteurs. Il y avait un agronome du MAPAQ par région, les services étaient peu accessibles; ensuite le ministère a offert de l'information par le biais de messages téléphoniques et de l'internet, depuis quelques années. Quelques agronomes du MAPAQ offrent encore aujourd'hui des services-conseils aux producteurs dans certaines régions.

Les producteurs rencontrés lors des entrevues semblent s'appuyer davantage sur leurs clubs techniques que sur les vendeurs comme source d'information sur les produits à utiliser. Cela semble s'expliquer, d'une part, par le fait que les vendeurs n'ont pas les connaissances scientifiques que les producteurs recherchent de plus en plus. D'autre part, l'ambiguïté de leur position comme conseillers sur les produits et sur les doses à utiliser est soulignée par certains producteurs : « ... Ils sont en conflit là, c'est clair! » « Je ne suis pas confortable avec ça du tout moi... ».

Les clubs techniques sont devenus la source d'information privilégiée d'un grand nombre de producteurs, et ce, pour trois raisons principales : les compétences en agronomie, l'objectivité en ce qui a trait aux produits à acheter, et la disponibilité. Les services-conseils des clubs semblent recherchés surtout pour les traitements insecticides, plus complexes, et moins pour les fongicides. Les clubs techniques et les agronomes intègrent une somme d'informations de nature scientifique autant que pratique, et la transfèrent aux producteurs. Les résultats semblent être au rendez-vous, et les producteurs expriment leur confiance : « Il n'y a pas un insecticide que je

mets sans que ça soit eux autres qui me le disent »; « C'est lui qui me suggère depuis des années, puis je fais de la qualité. Pourquoi faire le contraire? »

Dans la perspective des changements associés à la PFI, le rôle des clubs et des agronomes concernant les produits et les doses à utiliser contribue à leur crédibilité. L'information détaillée produite par les clubs techniques est d'autant plus importante que les autres sources disponibles ne répondent pas à toutes les questions. Selon les données du questionnaire, 39 % des répondants disent référer aux étiquettes pour s'informer sur les produits. Des producteurs font valoir qu'en ayant accès à de l'information crédible transmise par leur club technique, ou occasionnellement par d'autres sources, ils savent ce dont ils ont besoin et ils se laissent moins influencer par le vendeur de produits. La décision finale est leur responsabilité : « ... Je peux lui demander son opinion sur X, Y affaires, mais j'arrive là, je le sais ce que je veux ». Certains vendeurs qui sont également producteurs semblent avoir plus de crédibilité : « C'est un vendeur producteur. Puis lui, il m'a beaucoup aidé, l'année passée ».

Les services de proximité offerts par les clubs permettent aussi d'avoir une information adaptée aux conditions spécifiques de chaque verger, autant pour le diagnostic que le traitement. La disponibilité est un critère important : « L'agronome qui me conseille, je peux l'appeler jusqu'à 10 heures le soir, puis à partir de six heures le matin ». L'offre de service du côté des clubs, bien qu'importante, ne suffit pas à la demande; des producteurs ne réussissent pas à devenir membres, ou ne peuvent avoir accès à tous les services.

Certains producteurs peuvent engager un agronome indépendant; les autres continuent à utiliser les autres sources d'information du secteur, les vendeurs de pesticides en particulier.

3.2.3.3 L'effet des contraintes économiques sur les pratiques d'utilisation des pesticides

Les données de l'enquête indiquent que la compatibilité avec la PFI ne constitue le principal critère de sélection des pesticides que pour une minorité de 9 % des producteurs (Figure 8). L'efficacité des produits est le critère le plus important pour la vaste majorité des producteurs (66 %), avant le coût (13 %) et les indices de risque pour la santé et pour l'environnement (IRS et IRE respectivement, 12 % dans chaque cas) (Figure 8).

Le contenu des entrevues concorde avec les données du questionnaire. « ... Il y a souvent deux, trois produits pour la même chose, puis des fois, il y en a un spécifique qui va faire mieux la job ». Des producteurs expliquent qu'ils doivent absolument obtenir le meilleur rendement possible et prennent les décisions qui leur semblent les meilleures pour l'atteinte de cet objectif. Certaines des pratiques décrites révèlent des compromis relativement aux principes de la PFI. Ainsi, certains producteurs rapportent qu'ils utilisent les produits qu'ils jugent les plus efficaces, même s'ils ne sont pas recommandés dans le contexte de la PFI ou compte tenu de l'IRS ou l'IRE : « Ma priorité, je vise tout le temps à maintenir un certain équilibre avec la nature. Fait que c'est sûr que les produits toxiques... le moins possible; si j'ai une alternative, je vais la prendre. Si je n'ai pas le choix, bien là, je n'ai pas le choix. Toujours dans l'optique aussi de faire des fruits de qualité, c'est sûr. Je ne suis pas prêt à sacrifier un 20, 30 % de la récolte, juste parce qu'il y a un produit toxique... »

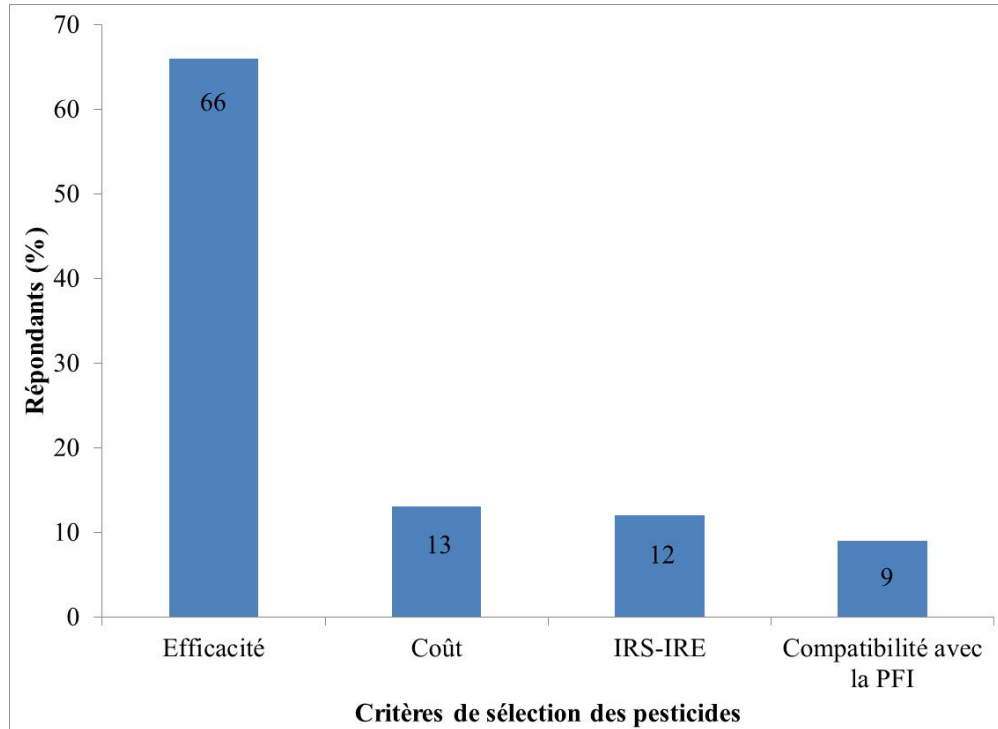


Figure 8. Distribution des producteurs selon le principal critère de sélection des pesticides (n=147).

Quand un traitement préventif a été lavé par une pluie, le traitement en éradication est perçu comme assurant une plus grande efficacité, donc une meilleure sécurité, en dépit des risques connus: « Sauf que je le sais pertinemment que, les recherches en Europe.... ce n'est pas bon pour les abeilles. Je le sais tout ça, mais là, à un moment donné, c'est quoi les choix qu'il nous reste? ». La perception de l'efficacité des produits tient compte aussi des possibles effets indirects des produits. La prévention de l'apparition de la résistance des ravageurs à certains produits s'impose devant la protection de la santé de l'utilisateur ou de la faune auxiliaire : « Je vais prendre le plan B pour éviter la résistance. Puis ce plan B là, il peut être plus nocif pour moi puis pour la faune auxiliaire, c'est certain ».

De même, l'indice IRS, ou les mises en garde concernant les effets possibles sur la santé sont rarement le critère principal au moment du choix des pesticides. Un producteur pourrait éviter l'arrosage d'un produit pour se conformer au délai avant récolte, ou parce qu'il recourt à l'autocueillette et ne veut pas nuire à sa clientèle; mais il n'évitera pas un arrosage pour protéger sa propre santé : « Côté santé personnelle, ce n'est pas ça qui va faire prendre une décision...ça va plutôt être les antécédents, les coûts, le coût d'application... »

Les compromis entre l'efficacité des traitements et les principes de la PFI sont aussi évoqués en relation avec les doses des produits. Dans l'ensemble, il semble y avoir des producteurs qui préfèrent en mettre « un peu moins » et d'autres qui préfèrent en mettre « un peu plus ». Des producteurs réduisent la dose proposée sur l'étiquette parce qu'ils sont convaincus que c'est inutile, voire dangereux pour l'environnement, d'appliquer les doses prescrites, même à l'intérieur de la fourchette proposée. Inversement, d'autres producteurs préfèrent ne prendre aucun risque et

utilisent la dose maximum recommandée par le fabricant : « Je vais toujours essayer de me situer dans la dose maximale recommandée, parce que je ne veux pas de trouble ». D'autres encore rapportent dépasser la dose suggérée, pensant augmenter l'efficacité d'un traitement : ... « La Dodine, on l'utilisait pratiquement à double dose... tu pouvais avoir de la tavelure sur les feuilles, mais ça empêchait la tavelure d'aller sur les pommes... surtout si tu le faisais à double dose à la chaleur... une chaleur de 85 °F... là c'était bien, bien efficace ».

3.2.3.4 L'engrenage des pesticides

Les producteurs veulent vendre leurs pommes au meilleur prix possible, et utilisent les pesticides pour contrôler les ravageurs. Un petit nombre d'entre eux verbalisent leur impression d'être pris dans un engrenage avec l'utilisation des pesticides. « C'est là que nous autres on est un petit peu esclaves de tout ça. On est dans un engrenage... » « C'est nous autres qui arrosions trop, mais ce n'est pas pour rien ».

La pression s'est accrue avec les années et l'utilisation des pesticides ne diminue pas, peut-être même est-elle en croissance. Les produits mis sur le marché n'arrivent pas à contrôler les ravageurs et il faut donc augmenter les doses. Certains producteurs se demandent quelle est l'explication de cette croissance: « C'est là qu'il faut se poser les questions aussi. Qu'est-ce qui a créé ça : c'est-tu les produits qu'on met qui a créé une dépendance, est-ce que les arbres se sont affaiblis? En tout cas, c'est un débat, mais je pense qu'il faut travailler là-dessus ».

3.2.4 Utilisation des pesticides et situations d'exposition

La réalisation d'observations dans 12 exploitations participantes avait comme objectif de faire un premier inventaire des situations d'exposition liées à l'utilisation des pesticides. L'intégration de données tirées de l'analyse exploratoire de l'activité réalisée lors de l'observation des producteurs, à celles de l'enquête par questionnaire et des entrevues, permet de présenter un survol des situations d'exposition typiques associées à des déterminants techniques et aux méthodes de travail qui en découlent. La préparation de la bouillie et le remplissage du pulvérisateur, suivis de la pulvérisation des produits, sont les deux principales tâches liées à l'utilisation des pesticides, à la fois en ce qui a trait au temps consacré à ces étapes et à l'exposition directe qui en résulte. L'analyse exploratoire de l'activité et des situations d'exposition associées à ces tâches a permis d'identifier trois types de déterminants de l'exposition, soit l'aménagement des lieux, certaines caractéristiques des produits eux-mêmes, et les équipements. Les producteurs sont également exposés à l'occasion de tâches secondaires, décrites lors des entrevues, mais moins documentées dans notre étude, qui seront abordées plus loin.

3.2.4.1 La préparation de la bouillie et le remplissage du pulvérisateur

L'étape de préparation est globalement de courte durée (généralement autour de 10 minutes). Les observations ont permis de constater une grande variabilité en ce qui a trait aux produits, à l'aménagement des lieux et aux méthodes de travail conséquentes. Le producteur va tout d'abord chercher les pesticides qu'il veut utiliser dans le lieu d'entreposage, pour ensuite mesurer les quantités nécessaires à la préparation de la bouillie. Il commence le remplissage avec de l'eau, puis il ajoute les produits préparés dans le réservoir du pulvérisateur, dans un ordre précis.

Plusieurs déterminants peuvent contribuer à l'exposition du producteur aux pesticides. Au cours de cette étape, les produits manipulés sont concentrés. Des contraintes temporelles s'ajoutent, le moment pour l'application des produits est déterminé par les conditions météo, et une fois la bouillie mélangée, il faut procéder à la pulvérisation rapidement pour que les produits conservent leur efficacité. Selon les réponses au questionnaire de l'enquête, c'est d'ailleurs lors de la préparation que les contacts accidentels avec les pesticides sont les plus fréquents. L'étape de la préparation et du remplissage est répétée plusieurs fois, en fonction de la superficie à traiter et de la capacité du réservoir du pulvérisateur. Le risque inhérent à ces opérations est évidemment multiplié par le nombre de fois où elles sont réalisées.

3.2.4.1.1 Les pesticides

3.2.4.1.1.1 La formulation des produits

La formulation du produit (poudre, liquide, granules, flocons) peut avoir un effet sur l'activité de travail et sur l'exposition. Les observations ont permis de documenter que les poudres peuvent être aérosolisées et créer un nuage lors de la prise du produit dans l'emballage, lors de la mesure ou lorsqu'elles sont versées dans le pulvérisateur. Des résidus de poudre sur les équipements et outils ont été observés. Travailler dos au vent est une stratégie de protection documentée par les entrevues et les observations. Les poudres seraient plus difficiles à incorporer à la bouillie et nécessitent selon certains d'être dissoutes au préalable dans des chaudières avec de l'eau avant d'être versées dans la cuve du pulvérisateur, soit une étape de plus que lors de la manutention des liquides. Dans le pulvérisateur lui-même, les poudres vont souvent être mélangées par l'agitateur, mais lors des observations, des producteurs se penchaient au-dessus de l'ouverture de la cuve pour procéder à un contrôle visuel et utilisaient parfois un bâton pour faciliter la dissolution.

La majorité des producteurs préfèrent les produits liquides, parce qu'ils sont plus faciles à utiliser : ils ne génèrent pas de poussière, les quantités sont mesurées plutôt que pesées. Les observations ont cependant révélé des situations où les travailleurs sont exposés à des éclaboussures et au risque de renversement des contenants. Un inconvénient est associé par certains producteurs aux produits en formulation liquide : « Ça a l'air que c'est des produits moins bons. Ils se conservent moins bien ». La formulation des produits est malgré tout un élément mineur dans la stratégie d'achat des producteurs, parce que les producteurs n'ont pas le choix. Les fongicides, par exemple, seraient le plus souvent offerts en poudre.

3.2.4.1.1.2 L'emballage des produits

Les pesticides sont vendus dans des emballages variés, soit barils, chaudières (seaux), sacs de papier entourant une fine poche de plastique, sacs ou poches en plastique épais, bidons, bouteilles, sachets hydrosolubles, etc. Le poids (jusqu'à une vingtaine de kilos), la forme et le type de contenants peuvent rendre les manipulations difficiles. Des producteurs portent, par exemple, les sacs et les poches près du corps pour faciliter le transport ou la manipulation; lorsque le contenant est lourd, ils l'appuient sur le genou ou sur la hanche pour verser le pesticide dans le contenant posé sur la balance. Certains producteurs vont plonger le bras dans le sac pour prélever une petite quantité de pesticide à l'aide d'un contenant à mesurer.

La méthode d'ouverture du contenant est variable. Par exemple, les sacs vont être ouverts à l'aide d'un couteau ou de ciseaux, les bidons sont percés avec un tournevis pour permettre une entrée d'air, les sacs hydrosolubles sont parfois ouverts et le produit versé dans le réservoir, car ils se dissolvent trop lentement. Les produits liquides sont parfois offerts en contenants gradués qui permettent de mesurer la quantité sans transvider; toutefois, les contenants sont opaques et il est, en pratique, assez difficile de lire la mesure, aussi des producteurs mesurent dans un autre contenant gradué, ce qui fait une manipulation de plus.

3.2.4.1.2 L'aménagement des lieux

Les visites ont permis de constater que les sites d'entreposage (entrepôt) des produits prennent des formes diverses : cabanon, section dans un bâtiment (grange, garage), pièce dans un entrepôt, remorque de camion, ancien réfrigérateur commercial, etc. L'aménagement des entrepôts et des lieux de travail varie beaucoup. Toutefois, quelle que soit la taille des exploitations, bon nombre ne se conforment pas aux recommandations environnementales ou de santé et sécurité au travail relatives, par exemple, au bassin de récupération, au système de ventilation, au rangement séparé des divers produits, à la trousse de premiers soins, à l'accès à une source d'eau dans l'entrepôt. Dans certains cas, les produits phytosanitaires étaient entreposés dans un espace multifonctions où de l'équipement agricole, des outils et des ÉPI étaient entreposés, et où des activités, comme l'entretien mécanique, étaient réalisées. Dans d'autres cas, cependant, l'entrepôt avait un plancher en béton, les produits étaient entreposés dans un espace ne servant qu'à cette fin, une affiche annonçait la présence de pesticides et l'entrepôt pouvait être cadenassé.

Les producteurs utilisent de grosses quantités de fongicides, et certains les achètent d'avance et les entreposent : « ... Quand c'est des fongicides, je le sais que je vais en passer. Fait que... je fais entrer ça en palettes... » Concernant les insecticides, les producteurs semblent plutôt les acheter au fur et à mesure : « ... On utilise tellement de produits différents dans la saison, selon la température ou les insectes présents, donc on commande un peu à chaque semaine et on entrepose ici. Il arrive que j'aie un petit excédent d'un produit... Hier soir j'ai commandé pour cette semaine... Mais on ne veut pas trop acheter ».

Certains producteurs pèsent ou mesurent les pesticides dans leur entrepôt, d'autres le font à l'extérieur quand les conditions (pluie, vent) le permettent, parce qu'ils ont plus d'espace pour travailler et que ça permet potentiellement de réduire leur exposition. Certains produits en poudre doivent être versés dans un contenant et pesés à l'aide d'une balance. L'installation de la balance est apparue précaire et instable dans certains cas, et pouvant entraîner des renversements. Des contenants gradués sont également utilisés, soit pour des produits sous forme liquide, soit pour des quantités habituelles de produits en poudre, ce qui permet d'éliminer la pesée. À l'occasion, les produits sont combinés, parfois dilués avec de l'eau, des bâtons peuvent être utilisés pour les mélanger. Certains producteurs semblent extrêmement soucieux du calcul de la dose, mesurant ou pesant avec précision. D'autres rapportent qu'ils modulent un peu la concentration pour se simplifier le travail, dans le but de ne pas avoir à acheter du produit quand il reste une petite superficie à pulvériser, ou pour ne pas qu'il reste de petites quantités inutilisées : « Fait que t'sais si je coupe un petit peu mon dosage, puis je suis capable de ne pas racheter un litre pour rien, pas être pris avec 800 millilitres de restant, que je ne sais pas quoi faire avec, puis que je ne sais pas s'il va être bon l'année prochaine... ».

L'aménagement des lieux dépend aussi de l'environnement ou des caractéristiques du terrain (pente, présence de rivière...), et de l'accès à l'eau, un élément crucial. Dans certains cas, l'entrepôt à pesticides est éloigné de l'accès à l'eau, ce qui peut nécessiter des déplacements et la manutention répétée des produits. Parfois, la distance entre ces lieux oblige le producteur à transporter les contenants de pesticides de l'entrepôt à l'aide d'un véhicule. Certains producteurs transportent les contenants de produits dans une camionnette ou une remorque, d'autres les transportent d'un lieu à un autre dans la cabine du tracteur.

L'eau peut provenir d'un réseau dans le verger, d'une citerne placée à proximité du lieu de remplissage, d'un étang ou d'un lac dans lequel une pompe a été installée. Le remplissage du réservoir se fait grâce à un boyau d'arrosage régulier, ou à un boyau de diamètre plus important (fort débit), muni dans certains cas d'un régulateur de débit. Certaines installations possèdent les deux types de sorties d'eau, permettant, outre le remplissage, de rincer le pulvérisateur, les contenants ou les mains.

Des producteurs expliquent que le remplissage en eau du pulvérisateur peut prendre beaucoup de temps, le débit est donc un paramètre important lors de l'aménagement des installations. Cependant, un trop fort débit peut entraîner des éclaboussures ou des débordements du pulvérisateur. De plus, lorsque le pulvérisateur est trop rempli, il devient difficile d'incorporer les pesticides, les producteurs doivent mélanger avec un outil (bâton, branche...). Certains producteurs accrochent une chaussette au bout du boyau à fort débit pour filtrer l'eau (algue, petite roche) ou limiter les éclaboussures. De manière générale, le site de remplissage n'est pas aménagé; il n'y a pas de bassin de récupération, le pulvérisateur est stationné sur du gravier, de la terre ou de l'herbe, le sol est détrempé, l'herbe est brûlée à cet endroit.

3.2.4.2 La pulvérisation

La pulvérisation est l'étape où la bouillie de pesticides est projetée dans le verger à l'aide d'un pulvérisateur tiré par un tracteur. La pulvérisation du contenu d'un réservoir peut durer entre 30 minutes et trois heures, selon la taille du réservoir du pulvérisateur et la vitesse de circulation. Selon le résultat du dépistage, la totalité du verger ou seulement des parcelles seront traitées. Cette étape peut être répétée plusieurs fois, en fonction de la superficie à couvrir.

Les producteurs expliquent qu'ils choisissent où débiter la pulvérisation et le sens de passage dans les rangs en fonction du vent. En effet, le vent favorise la dérive et peut diriger le nuage de pulvérisation vers le producteur : « ... T'sais c'est une façon de travailler, je peux commencer là, ou là, je peux commencer où je veux moi. Si je vois que j'en mange à chaque fois que je vire, je vais commencer à l'autre bout. » « Juste des fois-là, quand je vais prendre un virage puis qu'il y a un gros vent de côté, bien je vais me tourner pour que le *splash* arrive derrière, puis que je n'en aie pas dans la figure. »

Le type d'arbre et la largeur des rangs peuvent gêner le passage d'un tracteur avec cabine. Les rangs deviennent progressivement plus étroits à cause de la croissance des arbres et des pommes et l'utilisation de la cabine peut devenir plus difficile. Certains producteurs ont choisi de tailler leurs arbres ou de replanter autrement pour pouvoir passer dans tout le verger avec le tracteur-cabine. Dans les exploitations où plus d'une personne pulvérise, la tâche est répartie en fonction des spécificités des rangs et des équipements; l'intérêt de faire traiter toujours la même parcelle

par la même personne est souligné, pour connaître l'aménagement du verger et éviter les incidents.

3.2.4.2.1 Le pulvérisateur

Le pulvérisateur est composé d'un réservoir pour la « bouillie » (le mélange de pesticides) et d'un système constitué d'un ventilateur et de buses pour la pulvérisation. Un agitateur est situé au fond du réservoir, et une ouverture fermée par un couvercle et servant au remplissage est pratiquée sur le dessus du pulvérisateur. Ce dernier est tiré par un tracteur lors de la pulvérisation. Les pulvérisateurs observés sur les exploitations étaient de type « à jets portés », ou « jets portés à tour » (Figure 9).



Figure 9. Deux types de pulvérisateurs observés sur les exploitations.

Les observations ont permis de constater que la conception des pulvérisateurs peut avoir un effet déterminant sur les méthodes de travail et sur l'exposition aux pesticides. Par exemple, le volume du réservoir du pulvérisateur a un effet sur la hauteur, le diamètre et la longueur de la cuve, et donc sur l'accès à l'ouverture pour le remplissage. Selon les modèles de pulvérisateur, l'ouverture peut être centrée ou excentrée pour faciliter l'accès, un marchepied peut être présent, mais dans certains cas, il n'est pas aligné avec l'ouverture. En l'absence de marchepied, des producteurs utilisent une caisse en bois ou la roue du pulvérisateur pour se hisser à proximité de l'ouverture et vérifier le niveau de remplissage ou la dissolution des produits. L'accès difficile à l'ouverture et le diamètre de la cuve obligent certains producteurs à s'appuyer, des jambes jusqu'au buste, sur la cuve du pulvérisateur. L'ouverture et l'orientation des buses pour tenir compte de la hauteur des arbres amènent les producteurs à faire des manipulations qui les mettent en contact avec des parties de l'équipement qui sont couvertes de pesticides. Certains modèles sont équipés d'un petit réservoir à eau propre prévu pour le lavage des mains, ou d'une jauge qui permet de suivre la progression du remplissage. Quelques-uns comportent un système d'aspiration pour le transfert des produits du contenant vers le réservoir, ce qui permet d'éviter le transvasage, mais celui-ci ne fonctionnerait pas aussi bien avec les liquides qu'avec les poudres.

Lors des observations, certains pulvérisateurs ont présenté des dysfonctionnements : une valve ou une buse qui fuit, un couvercle qui ferme mal, etc. Des incidents lors du remplissage ont été observés, tels que le débordement, l'eau qui gicle, et la pulvérisation involontaire de produits au

moment de l'activation de l'agitateur parce que les buses n'avaient pas été complètement fermées.

3.2.4.2.2 Le tracteur-cabine

Le tracteur est utilisé pour le déplacement du pulvérisateur dans le verger. Le tracteur équipé d'une cabine fermée est le seul équipement de protection collective utilisé dans la production des pommes. Le confort et la protection qu'il peut procurer font largement l'unanimité. Les producteurs qui pulvérisent sans la protection d'une cabine confirment que cette activité est extrêmement exigeante : « ..Le produit, il dégoutte sur toi quand il vente ... »; « Ça m'agace beaucoup, c'est super inconfortable. Quand il pleut, là on met le gros imperméable jaune par-dessus tout ». Selon les données de l'enquête par questionnaire et les observations, un producteur sur trois (34 %) pulvériserait toujours sans cabine en 2013.

Les observations ont toutefois permis de constater que tous les tracteurs-cabines utilisés n'offrent pas la même étanchéité ni la même protection. Le coût élevé des nouveaux tracteurs-cabines, nécessaires pour circuler dans les parcelles où des arbres nains ont été plantés, est souligné par les producteurs interviewés, notamment ceux qui pulvérisent avec un tracteur sans cabine. Des producteurs utilisent de vieux modèles qui ont été modifiés pour la pulvérisation et qui ne ferment pas hermétiquement, ou qui ne sont pas équipés de filtres ou de système de climatisation (Figure 10). Les tracteurs neufs ne sont apparemment pas toujours vendus avec les filtres adéquats. Des producteurs rapportent les utiliser avec les filtres tout usage inclus, même en admettant savoir que ce n'est pas ce qui est recommandé, plutôt que de déboursier davantage pour acheter d'autres filtres. Certains producteurs louent à des entreprises de déneigement des tracteurs qui ne sont pas équipés de filtres au charbon.



Figure 10. Tracteurs-cabines non étanches observés sur les exploitations.

Les filtres à air sont pourtant un élément essentiel de la protection offerte par les cabines. Selon les données de l'enquête, les filtres au charbon actif sont les plus souvent utilisés par les producteurs qui utilisent un tracteur-cabine (39 %), et les filtres offrant la protection combinée charbon actif et protection contre les particules, par le quart des producteurs (26 %). Cependant, 18 % des producteurs rapportent utiliser un filtre à particules dans leur tracteur, et une proportion équivalente (17 %) ne sait pas de quel type de filtre est équipé le tracteur qu'ils utilisent (Figure 11).

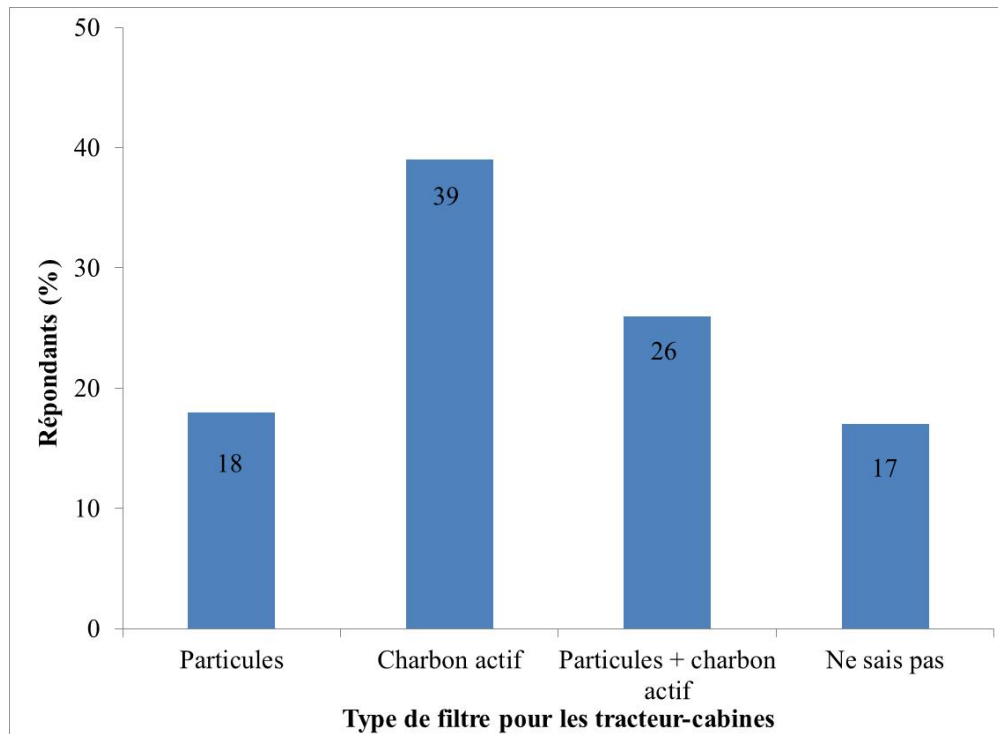


Figure 11. Distribution des producteurs selon le type de filtre utilisé sur le tracteur-cabine (n=108).

Il ressort des entrevues qu'il est difficile pour les producteurs d'obtenir de l'information sur le choix des filtres, la manière de les utiliser, même au moment de l'achat d'un tracteur étroit neuf vendu spécifiquement pour la pulvérisation de pesticides dans un verger. L'information offerte par les vendeurs de tracteurs, par les fabricants, ou dans les livrets techniques des tracteurs, est insuffisante. Le coût des filtres est également un obstacle mentionné par plusieurs producteurs. Selon les modèles, ils coûteraient autour de 550 \$ l'unité; il faut en utiliser deux dans certains modèles de cabine.

Le remplacement des filtres du tracteur-cabine pose aussi des difficultés aux producteurs. Un producteur sur deux (53 %) rapporte le remplacer au moins une fois par an, et 20 % des producteurs, au moins une fois aux deux ans. Chez les producteurs interviewés, le remplacement des filtres est fait à des fréquences très variables, allant d'une fois par année à aucun changement depuis sept ans.

Outre les limites décrites à l'utilisation du tracteur-cabine, des producteurs soulignent les problèmes de la contamination intérieure associée au transfert de résidus de pesticides des vêtements, des mains et des gants ou des bottes vers les surfaces internes de la cabine. Lors des pulvérisations, l'exposition potentielle augmente avec le nombre d'entrées et de sorties de la cabine pour vérifier ou ajuster les buses notamment. Le producteur doit descendre de son tracteur, escalader le pulvérisateur, ajuster les buses, et retourner s'asseoir au volant : « C'est très, très difficile quand tu manipules des produits... ça veut dire qu'il faut que tu remplisses ta cuve, tu manipules tes produits, puis après ça, il faut que tu rentres dans un tracteur. ...Tu arroses, puis là il y a un bris, il y a un jet qui se bouche, il faut que tu sortes du tracteur, que tu ailles déboucher ça, re-rentre dans le tracteur, fait que là tous les équipements de protection là,

on oublie ça, ils sont contaminés...tu contamines partout... »; « Tu touches une main, tu touches le volant, tu touches le bras d'embrayage, te grattes les oreilles, fait que t'sais, il y en a partout ». Pour certains producteurs, la cabine donne un faux sentiment de sécurité et il est préférable de pulvériser sans cabine avec une protection respiratoire adéquate : « Je suis sûr que je suis mieux protégé sans cabine que dans une cabine ».

Lors de la pulvérisation, les exigences physiques du travail, en particulier la contrainte thermique liée à la température extérieure, s'ajoutent aux longues heures. Les producteurs essaient de pulvériser quand il fait moins chaud, si c'est possible; « Il y a des journées où il fait chaud, par exemple, mais il faut que ça se fasse. On essaie de le faire le matin ou le soir »; « Tu travailles dehors au gros soleil à 30, 35 degrés; des fois à ces températures-là, tu es sur la plage en maillot de bain, puis tu as chaud ». La pulvérisation avec un tracteur-cabine ne règle pas tout; « Même si tu as l'air climatisé, à un moment donné, tu as besoin d'air ».

Selon les données de l'enquête, 88 % des producteurs qui disposent d'un tracteur-cabine ont une cabine équipée d'un système de climatisation de l'air. En l'absence de climatisation, lors de pannes, ou quand la chaleur extérieure est très élevée pendant l'été, les producteurs admettent pulvériser les fenêtres ouvertes, sans quoi la température à l'intérieur de la cabine devient étouffante. Les producteurs peuvent aussi pulvériser en gardant les fenêtres latérales ou la fenêtre arrière ouvertes pour avoir une meilleure visibilité, parce que certains produits, surtout les fongicides, collent aux vitres de la cabine et les obstruent. « Et quand tu dis que la cabine, elle est beurrée, t'sais que ça te coule et que les gars sont obligés de revenir ici pour arroser la cabine, parce que tu ne vois plus rien, même avec les essuie-glaces... »

Par ailleurs, la pulvérisation est associée à la contrainte posturale et aux contraintes d'espace dans la cabine, en particulier dans les petits tracteurs étroits et très compacts. Avec ou sans cabine, il faut se retourner constamment pendant la pulvérisation, très fréquemment du même côté (celui des manettes), pour vérifier que les jets fonctionnent. Il y a aussi les vibrations et les secousses; « C'est fait pour rentrer dans les pommiers, fait que c'est petit. Moi je suis grand, c'est compact. Puis ça brasse ». Cependant la cabine permet un meilleur confort que les tracteurs qui n'en possèdent pas. Elle favorise la réduction de l'exposition à la poussière, au bruit provenant du ventilateur du pulvérisateur et du moteur du tracteur; elle protège du froid lors des pulvérisations de nuit ou au printemps, mais aussi de la pluie pendant toute la saison.

3.2.4.3 Les tâches secondaires

En plus des tâches principales de préparation et de pulvérisation associées à une exposition directe aux pesticides, les entrevues ont permis de réaliser que les producteurs réalisent un bon nombre de tâches secondaires, incontournables et répétées, associées à une exposition indirecte aux pesticides : le dépistage, la taille, la fauche et le nettoyage de l'équipement et des contenants vides. Pour certaines de ces tâches, les délais de réentrée et le port des ÉPI constituent des mesures de protection.

Le dépistage consiste à faire un décompte de spécimens des ravageurs ciblés, afin de décider d'une stratégie de traitement ou pour évaluer l'effet d'une pulvérisation. Certains producteurs font du dépistage eux-mêmes parce qu'ils n'ont aucun service de dépistage. D'autres ont le service de dépistage de leur club technique à intervalle régulier, mais veulent exercer un contrôle plus serré

et surtout visuel des arbres, des feuilles ou des pièges. Ces dépistages se font d'une à plusieurs fois par semaine, en complément aux directives du club ou de l'agronome qui peuvent être basées sur du dépistage fait loin de leur exploitation. L'objectif du dépistage est d'assurer un bon contrôle et d'agir en prévention aussi rapidement que possible : « Si tu vois des dégâts dans tes arbres, dans tes fruits, des dégâts d'insectes... c'est parce que tu n'as pas bien prévenu, tu n'as pas bien fait ton dépistage ». Le dépistage se fait pendant toute la saison, à tout moment, avant et après les arrosages. Les visites des parcelles se font rapidement : « ... On va aller voir le piège, puis on s'en va ». Malgré tout, les producteurs s'exposent aux résidus de pesticides à cette occasion et les entrevues révèlent qu'il est fréquent qu'ils ne respectent pas les délais de réentrée et qu'ils ne portent pas d'ÉPI.

La taille est pratiquée à la main par tous les producteurs rencontrés. Ils expliquent que la taille préparatoire pratiquée en hiver, dans un but de conduite des arbres, n'est pas associée à une exposition. Si cette taille n'est pas complétée quand arrive le printemps, elle peut se poursuivre après que la pulvérisation ait commencé, mais avant l'apparition du feuillage. Dans ce cas, les producteurs considèrent que l'exposition est réduite. Il se fait également de l'éclaircissage par la taille en été, quand l'éclaircissage chimique n'a pas été efficace ou ne peut être pratiqué. La taille est également pratiquée après la période de floraison des arbres standards, pour contrôler leur croissance. Après une infection comme la brûlure bactérienne, il faut couper les parties infectées. Dans ces cas, le contact avec les feuilles et les résidus est important, l'exposition est donc plus grande : « ... L'été, le feuillage, c'est dense, puis quand tu tailles, tu rentres dans l'arbre et tu te frottes de partout. C'est vraiment un contact ». La taille est pratiquée à l'aide de sécateurs manuels ou pneumatiques. Le délai de réentrée est peu respecté à cette occasion et le port d'ÉPI semble extrêmement rare.

La fauche des mauvaises herbes qui poussent au pied des pommiers est une autre activité secondaire qui peut entraîner une exposition indirecte aux pesticides. Le contrôle des mauvaises herbes est fait pour favoriser la croissance des arbres, rendre le travail plus facile à certaines étapes et éviter la prolifération des insectes qui peuvent s'y cacher. La fauche est faite mécaniquement, avec un tracteur équipé de divers types de faucheuses. Certains producteurs disent tenter de respecter le délai de réentrée et de faucher le plus longtemps possible après la pulvérisation : « J'essaie d'étirer, d'aller le plus loin possible ». Le port d'ÉPI pour cette activité semble également peu répandu : « ... Il n'y a personne qui va faire ça, à ma connaissance ».

Le nettoyage du tracteur et du pulvérisateur après la pulvérisation est nécessaire parce que bon nombre de produits pulvérisés, particulièrement les fongicides, collent sur les équipements. Le nettoyage de l'équipement est préconisé pour maintenir la visibilité lors de l'utilisation d'un tracteur-cabine, pour la propreté et le confort du tracteur sans cabine, et pour éviter l'exposition cutanée lors des contacts avec l'équipement. Des producteurs rapportent laver leur tracteur et leur pulvérisateur avant chaque remplissage, d'autres le font à la fin de chaque journée de pulvérisation, d'autres seulement après avoir pulvérisé des fongicides, ou selon le besoin. Les opérations de nettoyage peuvent se faire à l'aide d'un boyau d'arrosage ou d'un jet sous pression, dans certains cas. Des produits de nettoyage, des éponges et de chiffons sont parfois utilisés. Les gants et les bottes seraient portés en tout temps, les vêtements imperméables, par environ un producteur sur deux.

Le nettoyage des contenants vides à l'aide d'un boyau d'arrosage a été observé dans quelques cas et décrit lors des entrevues. Ce nettoyage est réalisé soit à la fin de la période de remplissage du pulvérisateur, soit à un autre moment. Le contenant de plastique est partiellement rempli, puis agité, et le contenu versé dans le réservoir, et ce, trois fois de suite pour respecter la consigne du triple rinçage. Dans ces cas, les producteurs portent les mêmes ÉPI que ceux utilisés pour le nettoyage de l'équipement.

Bon nombre de producteurs disent recycler les contenants en les mettant dans un sac prévu à cet effet pour les porter ensuite chez leur fournisseur de pesticides. D'autres les jettent avec les déchets domestiques. Certains les accumulent dans un champ et les brûlent, plutôt que d'avoir à les manipuler et les rapporter quelque part. D'autres producteurs disent qu'ils conservent certains des contenants vides, les rincent et les utilisent par la suite pour d'autres tâches, ramasser les pommes tombées par terre, par exemple.

3.2.4.4 Le délai de réentrée

Le délai de réentrée est le temps minimum à respecter après la fin de la pulvérisation d'une parcelle avant de pouvoir pratiquer d'autres activités à cet endroit. Des informations à ce sujet sont présentes sur les étiquettes de certains produits et sur SAgE pesticides. Les délais sont généralement compris entre 12 et 48 heures, mais ils peuvent être plus longs selon la toxicité du produit utilisé et les différents types de cultures. La mesure vise à protéger les travailleurs de l'exposition cutanée aux pesticides, et semble bien connue des producteurs. Selon les données de l'enquête, la forte majorité des producteurs respectent toujours ou souvent le délai de réentrée. Toutefois, 22 % d'entre eux admettent ne pas suivre les recommandations concernant cette pratique (Figure 12).

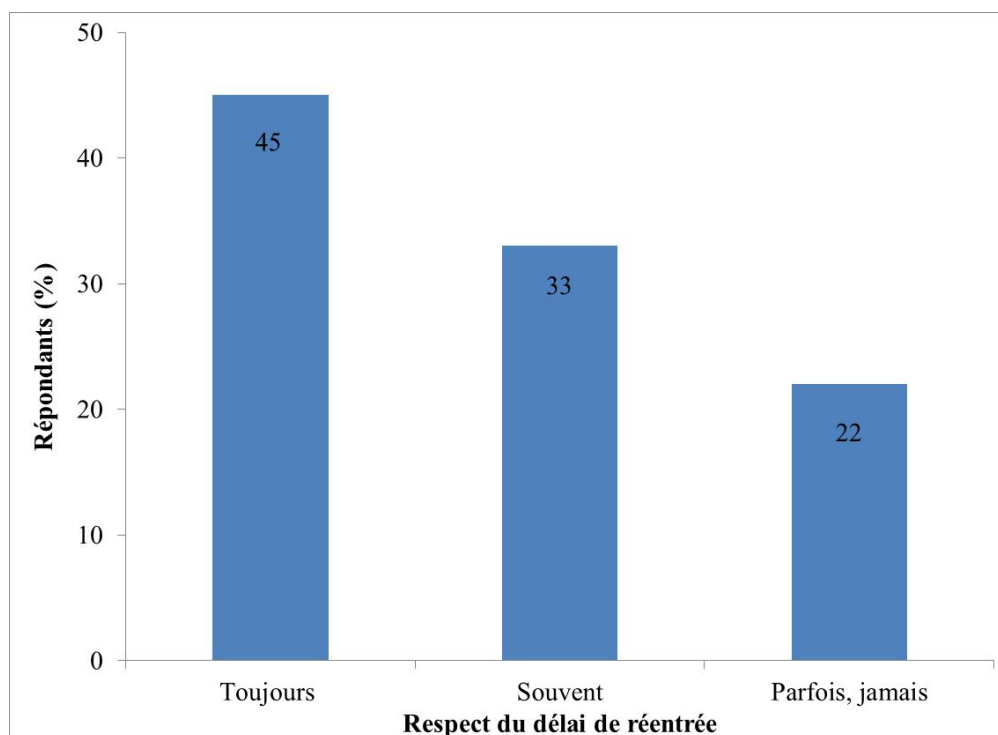


Figure 12. Distribution des producteurs selon le respect du délai de réentrée (n=156).

Les producteurs interviewés sont tous sensibilisés au délai de réentrée : « Ça a commencé tranquillement, oui, oui, ça a commencé à changer »; « Fait que tu peux retourner dans le verger, 24 heures après l'application. C'est là que... c'est moins dangereux... pour travailler, c'est correct ». Certains producteurs expliquent qu'ils n'ont pas le choix de s'y conformer puisqu'ils autorisent l'entrée à leur verger aux clients pour l'autocueillette : « Puis en faisant de l'autocueillette aussi, moi je n'ai pas le choix ». Des producteurs décrivent différentes stratégies pour pouvoir respecter le délai de réentrée: les traitements de pesticides, et certaines tâches telles la fauche et la taille, peuvent parfois être décalés; la planification du traitement des vergers peut être faite pour en tenir compte, ou sinon certaines tâches vont être réalisées à l'aide du tracteur-cabine; l'aménagement des nouvelles parcelles peut être fait entre les pulvérisations. Il y a moins de pulvérisations en juillet et en août, ce qui facilite les choses.

Les entrevues aident à comprendre pourquoi plus d'un producteur sur deux ne se conforme pas toujours au délai de réentrée. Les producteurs font face à des contraintes temporelles importantes, quand les traitements sont rapprochés notamment. Certains délais de réentrée, par exemple sept jours pour l'Imidan, sont décrits comme beaucoup trop longs par rapport à la nécessité d'effectuer l'entretien du verger. Les tâches secondaires répétées, tel le dépistage, ne peuvent être évitées, et les producteurs retournent dans le verger avant la fin du délai de réentrée : « C'est moi qui dépiste moi-même mon verger... Je ne le respecte pas ».

Les producteurs semblent relativement à l'aise avec cette situation si elle ne concerne qu'eux; ils assument les risques possibles. « Mais il y a des affaires que des fois, on va rentrer pareil nous autres. Mettons que je vais faire mon insecticide ce soir, puis demain la faucheuse est prévue là, que je suis obligé de couper du foin. Fait que là demain, je vais rentrer puis je vais faucher. Fait que là, j'ai arrosé ce soir, mais demain tous les pesticides qu'il y a dans le foin! Moi, je vais brasser ça, puis je vais être là ».

Quand il s'agit de leurs employés, des pratiques variées sont décrites; certains prennent des précautions : « Où qu'on a de la misère là, c'est comme là mon employé, il travaille dans le milieu du verger. Fait que là ce soir quand je vais arroser, il faut que je calcule la journée qu'il va faire demain. Je vais arroser, mais là je vais lui donner comme 24 heures. Mettons, je vais arroser un petit peu avant, puis je vais sauter où est-ce qu'il va travailler, je vais arroser un petit peu après. Mais là, c'est parce que des fois, il peut pleuvoir comme... T'sais à un moment donné, cette petite partie-là que je n'ai pas arrosée, je vais avoir de la misère des fois à la retraiter ».

D'autres producteurs n'utilisent pas de stratégies pour respecter le délai de réentrée et jugent qu'il est tout à fait impossible d'en tenir compte : « Si je le respectais... début mai... fin juin, il n'y aurait pas personne qui travaillerait dans le verger »; « Quand le gars s'en vient pour arroser, les employés sortent du verger... puis aussitôt que la machine à arroser est passée, les employés rentrent dans le verger... Ils sont rentrés pour la journée, un arrosage qui est prévu dans ce bloc-là, tu ne peux pas envoyer tes employés chez eux, tu fais quoi avec tes employés? C'est prévu que tu faisais cette job-là. Il peut avoir 15 hommes qui rentrent tous dans le verger, c'est de même »; « Là mes pommiers sont pleins de *stuff*. Fait que là, mes employés qui travaillent dedans, je le vois le *stuff* qu'il y a dans les pommiers, mais je fais quoi? »; « ... Si je ne mets pas de fongicide, je n'aurai pas de pommes ».

Certains producteurs adoptent une stratégie différente selon qu'il s'agit de fongicide ou d'insecticide: « Mettons si c'est un insecticide qui est fort puis ... je ne fais pas rentrer les gens comme deux heures après. Non, pas les engagés... Non, là il y a des limites ». Tous les producteurs interviewés ont déclaré ne pas utiliser d'ÉPI quand ils retournent sur une parcelle, et observent qu'il est difficile de convaincre les travailleurs d'en porter.

3.2.5 Perception du risque, ÉPI et santé

3.2.5.1 Perception du risque

3.2.5.1.1 Généralités

Les données tirées des entrevues décrivent une évolution de la perception du risque lié aux pesticides chez les producteurs : « On fait attention. ... Regarde, j'ai des pommiers sur le parterre... fait que les soirs qu'il vente à tout casser sur le côté de la maison, je n'arrose même pas, je le sais que je couche là, le soir. T'sais, astheure, on est plus raisonnable, avant on s'en foutait, mais... ».

La sensibilisation au risque est inégale : « On entend toutes sortes d'histoires, mais on n'y porte pas vraiment attention tant qu'on ne le vit pas nous-mêmes ». Certains producteurs sont confiants : « Ce n'est peut-être pas si dangereux que ça. C'est une hypothèse qui se défend, parce que moi, j'ai mon père, puis le fameux monsieur X... Ils n'ont jamais été malades »; « C'est moins dangereux, les indices de risque pour la santé, l'IRS ça a diminué de beaucoup là, les doses létales... tout ça les... Les L50, ça a tombé là, t'sais »; « En principe, ce ne sont pas des choses très toxiques avec lesquelles on travaille aujourd'hui ... beaucoup moins toxiques pour l'utilisateur et l'environnement. J'ai espoir que ça soit vrai ».

Des producteurs ont tendance à relativiser le risque auquel ils sont exposés. Certains font valoir que leur exposition est de courte durée et qu'ils sont moins exposés que les conseillers agricoles : « Eux qui font le dépistage sont à la journée longue dans les pommiers... ils sont obligés d'y aller ». D'autres évoquent d'autres types de risques connus : « Les gens qui vont fumer une cigarette, t'sais, ce n'est pas mieux ».

D'autres expriment clairement leur inquiétude : « C'est sûr qu'il y a un risque »; « Tu sais, je ne suis pas nono, je ne veux pas qu'il arrive quelque chose non plus. Puis, on ne le sait pas, ces produits-là, c'est quand même nocif... »; « Je ne sais pas, ils ont dû faire des tests mais... ils vont peut-être le découvrir dans 25 ans... »

Plusieurs producteurs disent qu'ils n'ont pas assez d'information sur les risques auxquels ils s'exposent et sur la manière de les prévenir : « Je sais qu'il y a un risque de mon métier, de mon occupation. ... mais je pense tout le temps, c'est quoi le risque ? Oui, il y a des poussières, des matériaux toxiques là, mais c'est quel produit qui est plus toxique que l'autre?... On n'est pas bien informé... » L'information sur le risque pour les producteurs et sur la manière de le prévenir ne fait généralement pas partie des échanges d'information sur les pesticides avec les vendeurs ou les conseillers agricoles. Ces derniers peuvent néanmoins exercer une influence sur la perception du risque : «... Si elle, elle ne veut pas rentrer, nous autres, ça nous fait un petit peu réfléchir ».

3.2.5.1.2 Des perceptions du risque modulées

Les données de l'enquête par questionnaire permettent de documenter plusieurs facettes de la perception des risques associés aux pesticides chez les producteurs.

La perception du risque varie d'abord en fonction de l'étape d'utilisation des pesticides. Ainsi, selon les données de l'enquête, les risques pour les utilisateurs associés aux étapes de la préparation de la bouillie et de la pulvérisation sont jugés très ou assez importants par la forte majorité des producteurs, soit 94 % dans le premier cas, et 82 % pour le deuxième. En comparaison, les risques associés au nettoyage ne sont jugés aussi importants que par les deux tiers des producteurs (Figure 13).

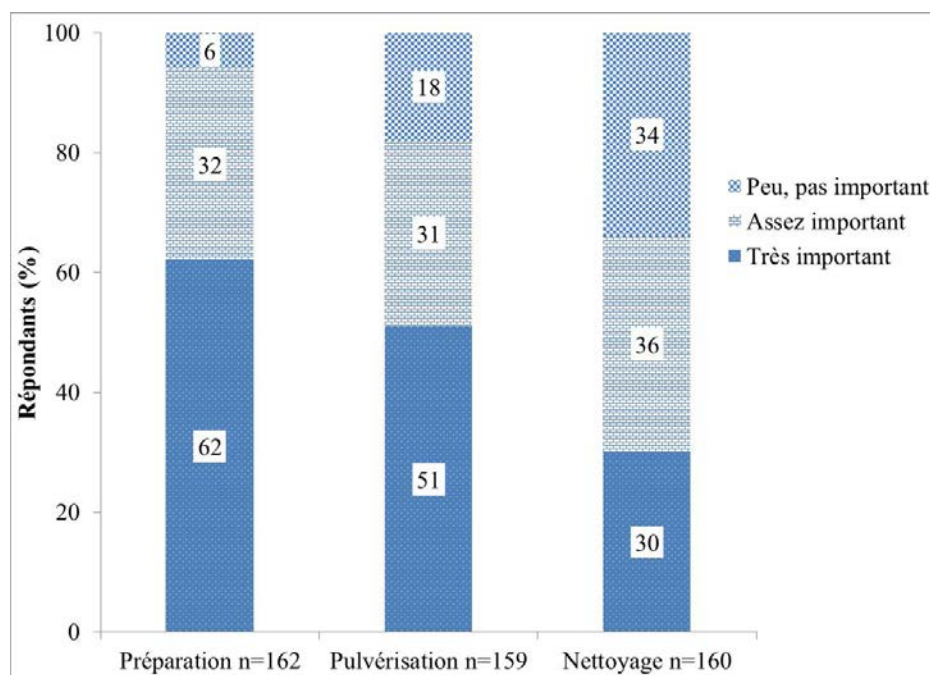


Figure 13. Distribution des producteurs selon la perception de l'importance des risques pour la santé lors de trois étapes d'utilisation des pesticides.

Les contacts accidentels avec les pesticides semblent participer à cette perception du risque; pour 55 % de ces contacts sont survenus à l'occasion de la préparation de la bouillie, 36 % lors de la pulvérisation et 9 % lors du nettoyage.

En entrevue, des producteurs expliquent que c'est à cause de la manipulation de produits concentrés et de mélanges que l'étape de la préparation de la bouillie est la plus dangereuse. Pour d'autres producteurs, c'est plutôt pendant la pulvérisation sans cabine que l'exposition et le risque sont plus importants. Enfin, certains considèrent que c'est à l'occasion de tâches secondaires, tels le dépistage, la taille et la fauche, que les risques sont plus importants, parce que ces activités sont répétées et pratiquées sans protection.

En moyenne, huit producteurs sur dix considèrent que les pesticides qu'ils utilisent (insecticides, fongicides, et herbicides confondus) sont très ou assez dangereux. La perception du risque varie

cependant beaucoup en fonction du type de produit. Ainsi, les données de l'enquête indiquent que les insecticides et acaricides sont considérés très ou assez dangereux par la quasi-totalité des producteurs (96 %), suivis des fongicides et bactéricides (81 %) et des herbicides (76 %) (Figure 14). On note toutefois qu'en ce qui concerne les insecticides et acaricides, la proportion de producteurs qui les considèrent très dangereux est beaucoup plus importante que pour les trois autres types de produits (fongicides, bactéricides et herbicides). On note également que les mélanges de produits, de plus en plus utilisés, sont jugés très ou assez dangereux par 91 % des producteurs. Ceux qui jugent les mélanges de produits très dangereux (53 %) sont plus nombreux que ceux qui jugent les fongicides et bactéricides très dangereux, et presque aussi nombreux que ceux qui jugent les insecticides et acaricides très dangereux.

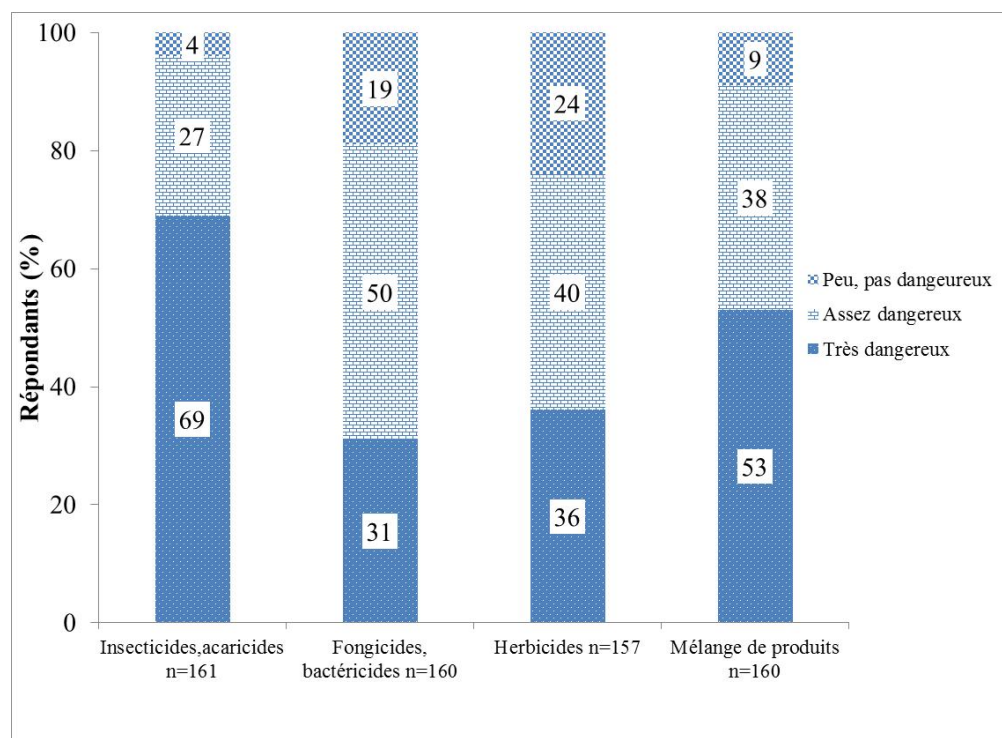


Figure 14. Distribution des producteurs selon la perception des risques pour les différents types de produits.

Pour une majorité de producteurs rencontrés en entrevue, les insecticides sont effectivement les produits les plus dangereux ; plusieurs les décrivent comme « des poisons ». Certains insecticides sont perçus comme particulièrement dangereux : « ... Je vais mettre de l'Imidan, puis ça sent le diable. Puis t'sais, tu ne peux pas ne pas avoir de masque parce que ça pue, puis ... Ce n'est pas très bon, c'est un des derniers organophosphorés ... Ce n'est pas de l'eau de vaisselle... » Les produits utilisés pour les traitements en protection sont d'autre part perçus comme moins dangereux que les éradiquants, qui sont des produits à effets systémiques.

Les entrevues font par ailleurs ressortir le fait que l'information à laquelle ont accès les producteurs sur les risques liés aux pesticides et sur les moyens de s'en prémunir est ambiguë ou insuffisante. Certains producteurs avaient appris pendant leur formation sur l'utilisation des pesticides que les fongicides sont aussi dangereux que les insecticides, et se sont fait dire par la

suite que c'était moins dangereux et qu'il n'était pas nécessaire de prendre autant de précautions : « Tout le monde me disait : « Ouais, mais des fongicides, ce n'est pas des pesticides... On m'a dit : « Non, non, fongicide, ce n'est pas grave pour les abeilles »; « Bien on dirait que tout le monde pense que le fongicide est moins nocif que l'insecticide. ... Peut-être que c'est le contraire, mais en tout cas, nous autres on pense tous ça ». D'autres producteurs nuancent : « Les fongicides sont moins dangereux, mais à la quantité qu'on met, à un moment donné, ça doit être dangereux aussi ». Certains produits peuvent avoir été utilisés depuis longtemps, et de l'information nouvelle vient changer l'opinion que les producteurs en ont : « Un produit qui est Polyram, qui est un fongicide, qu'on pensait qu'il était très peu toxique pour les humains, pour l'environnement, puis on se rend compte qu'il est plus lourd. Moi, je l'utilisais plus avant, je l'utilise beaucoup moins ». À propos des risques liés aux mélanges de produits : « Puis en tout cas, s'il y en a, je ne suis pas au courant... On ne sait vraiment pas grand-chose là-dessus. Mais est-ce que c'est plus toxique? C'est difficile de le savoir ».

La perception du risque peut aussi varier en fonction de la concentration des produits utilisés. Les nouvelles versions des produits sont plus concentrées et perçues comme plus dangereuses : « il n'y a pas 90 % de remplissage, c'est la matière active presque pure »; « Aujourd'hui, je trouve que les produits sont peut-être plus forts, ils sont peut-être plus concentrés que c'était... »

Chez certains petits producteurs qui vendent leurs produits en kiosque et par autocueillette, les petites quantités de pesticides utilisées ont aussi un effet sur la perception du risque et sur les pratiques : « ... Lui, ce n'est pas pareil ... je le comprends que, lui, peut-être il faut qu'il mette tout ça, ces kits-là, parce qu'il va être 12 heures à arroser. Mais moi, j'en ai pour un petit trois heures, puis j'ai fini. Puis il va faire plusieurs remplissages de cuve ».

La perception du risque varie également selon la formulation des produits (Figure 15). Les risques associés aux produits en poudre sont jugés plus importants que les produits sous forme liquide et granulée, de manière très nette. Les risques associés aux produits en poudre sont, en fait, considérés très ou assez importants par la quasi-totalité des producteurs. On constate surtout que la différence la plus importante entre les trois formulations réside dans la proportion des producteurs qui jugent très importants les risques qui y sont associés : trois producteurs sur quatre expriment cette opinion pour les produits en poudre, contre 35 % seulement pour la formulation liquide et 23 % pour les granulés. Les entrevues confirment et précisent cette information. La formulation liquide est perçue plus sécuritaire que celle en poudre parce que le produit ne risque pas de se disperser dans l'air et d'être respiré, et parce que les manipulations pour la mesure, qui se font à l'aide d'un contenant gradué plutôt qu'avec une balance, paraissent plus sûres : «... Le liquide, il nous donne l'impression qu'il est moins dommageable ».

En ce qui a trait aux risques associés aux différentes voies d'exposition aux pesticides, les perceptions des producteurs varient beaucoup. La quasi-totalité d'entre eux (97 %) associe l'exposition par la voie respiratoire à des risques très ou assez importants. L'exposition par ingestion ou par voie cutanée est associée à des risques très ou assez importants par une proportion légèrement moindre de producteurs, environ neuf sur dix (Figure 16). Toutefois, on constate que la perception du risque pour l'exposition par voie cutanée est en fait beaucoup moins importante que pour les deux autres, puisque le risque n'est jugé très important que par un producteur sur deux, et assez important par quatre producteurs sur dix.

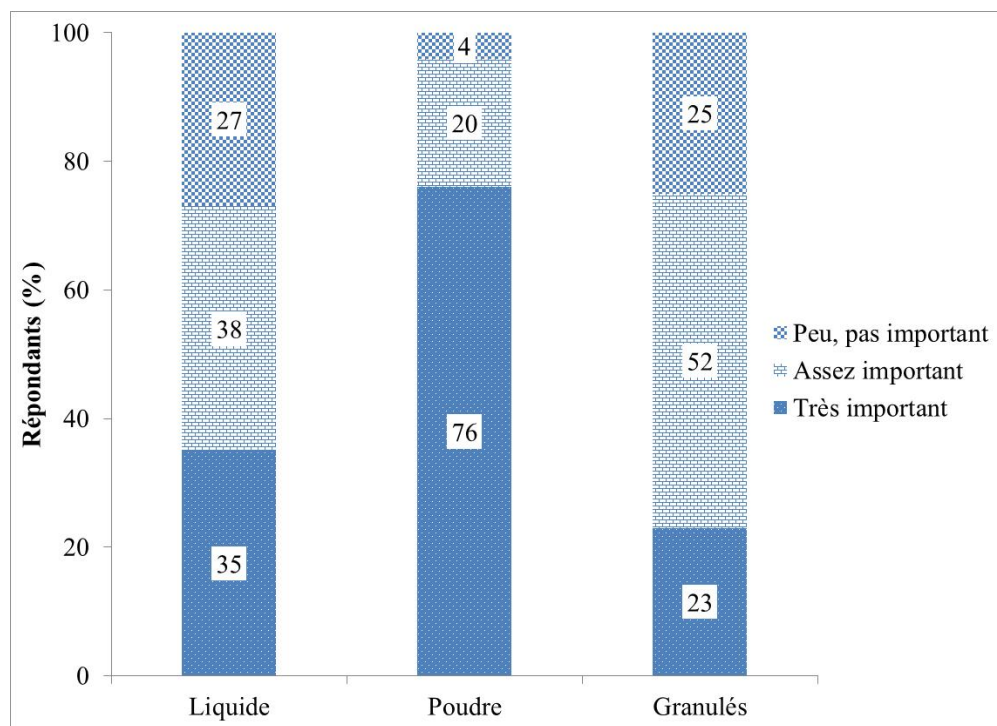


Figure 15. Distribution des producteurs selon la perception du risque associée à la forme physique des produits phytosanitaires commerciaux (n=162).

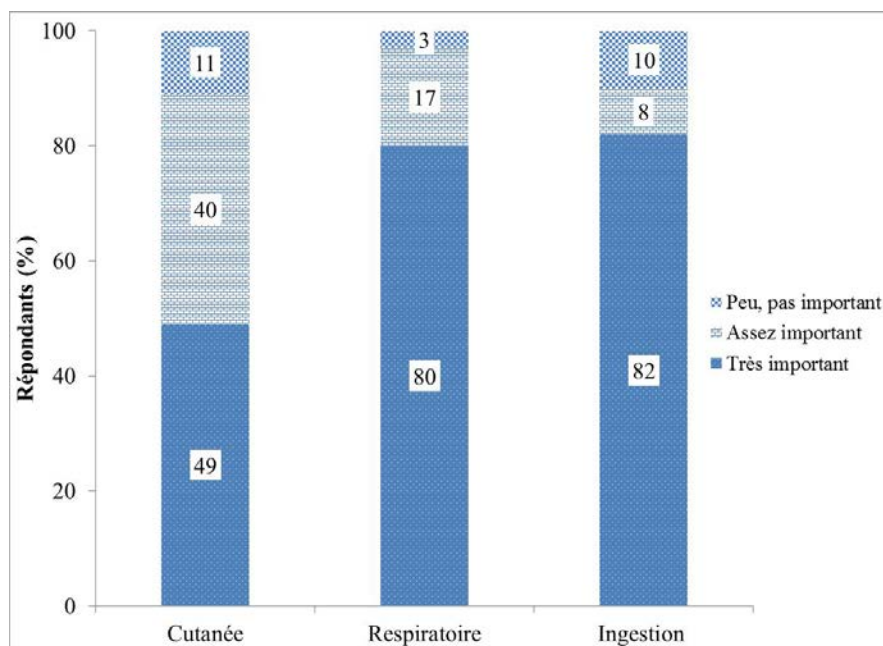


Figure 16. Distribution des producteurs selon la perception des risques pour la santé selon les voies d'exposition (n=158).

Enfin, les producteurs sont partagés concernant la nature des risques pour la santé associés à l'utilisation des pesticides. Près de la moitié (46 %) des producteurs sont davantage sensibilisés

aux effets à long terme des pesticides, alors que pour 41 % d'entre eux, les deux types d'effets sur la santé sont à considérer. Une petite proportion des producteurs (13 %), déclare ne se préoccuper que des effets immédiats, croire qu'il n'y a aucun risque, ou ne pas savoir.

Les entrevues confirment que les producteurs ont conscience que les pesticides peuvent avoir divers effets sur la santé. Les effets à court terme rapportés, comme l'irritation cutanée qui disparaît rapidement après une douche, les maux de tête ou les étourdissements, sont plus perceptibles et semblent contribuer à une représentation d'un risque moins important. Les effets à long terme sont moins bien connus et suscitent davantage d'inquiétude. Certains producteurs considèrent que les réactions physiques aux pesticides ou autres produits (exemple du pollen) sont propres à chaque individu.

3.2.5.2 La perception du public

La perception du public quant aux risques des pesticides est également une préoccupation pour les producteurs. L'utilisation importante des pesticides dans la production de pommes est connue du public, « C'est nous autres qui met le plus de produits pesticides ». Certains producteurs reconnaissent qu'il peut y avoir des effets sur la population environnante : « Quand on arrose, il n'y a pas de vent, mais c'est sûr que ça a un effet autour ». Toutefois, certains sont d'avis qu'une mauvaise information circule dans le public : « ...Le manque de communication et de savoir, puis tu peux te faire des idées que le producteur ne fait pas attention »; « Le monde ... sait ...que je n'arrose pas pour rien. Ça a un coût d'arroser... C'est un risque pour la santé aussi. Puis le gars qui arrose ne fait pas juste ça pour le fun ». Plusieurs soulignent le paradoxe de leur situation : « Tout le monde... met l'emphase sur les pesticides, puis c'est dangereux... mais personne n'est prêt à manger une pomme toute bossée avec des taches dessus ». D'autre part, quand le producteur se protège pendant une pulvérisation, il risque d'accentuer les craintes de la population : « Ils me voyaient déguisé en cosmonaute, ils avaient tous peur que je sois en train de mettre de l'insecticide ».

Des producteurs précisent qu'ils veulent protéger leurs employés, leur famille, leurs amis. Des producteurs vont avertir des voisins lorsqu'ils vont pulvériser, ou disent attendre que les enfants aient quitté l'école voisine avant de pulvériser un insecticide. D'autres rapportent qu'il leur arrive d'éloigner leur famille du verger si c'est un jour de grand vent et qu'il faut absolument pulvériser : « ...Il ventait ce bord-ci, puis il fallait que j'applique, fait qu'elle est partie chez sa mère. Ça a permis d'arroser ».

3.2.5.3 Port des ÉPI

En entrevue, certains des producteurs les plus expérimentés rappellent qu'aucun équipement de protection individuelle n'était utilisé quand ils ont commencé à utiliser des pesticides : « ... Il n'y avait jamais de protection pour les oreilles, pas de lunettes pour rien, puis tu arrosais, le produit revolait sur toi... ». Aujourd'hui, les choses ont changé, mais il semble que les ÉPI ne soient pas un sujet dont les producteurs parlent entre eux et le manque d'information est souligné par plusieurs.

Selon les données de l'enquête, l'efficacité des ÉPI est le critère de choix pour près de six producteurs sur dix; en comparaison, l'adaptation au travail et le confort ne sont le principal

critère de choix que pour 22 et 10 % des producteurs, et le coût et la disponibilité, pour 10 % d'entre eux.

3.2.5.3.1 Information sur les ÉPI

Lors des entrevues, des producteurs soulignent cependant qu'il est difficile de savoir quel équipement de protection porter en fonction des produits utilisés, et d'avoir de l'information sur l'efficacité des ÉPI : « On essaie, mais ce qu'on fait, ce qu'on sait, est-ce que c'est le vrai? Est-ce qu'il faut protéger plus les yeux, les poumons, la peau? On sait pas... » Il semble aussi qu'une fois un ÉPI acheté, la décision de le porter dépend fortement du confort et de l'adaptation au travail de cet équipement. Il ressort clairement des entrevues que le port des ÉPI ajoute à la chaleur ressentie, qu'il fait très chaud sous les combinaisons imperméables, les casques et les masques, notamment : « Avec les bottes, j'ai trop chaud. » « Ça m'agace beaucoup, c'est super inconfortable »; « On essaie de porter un masque. Ce n'est pas toujours évident quand il fait des 30 ». À propos des gants, certains soulignent que les gants imperméables ne sont pas adaptés à certaines tâches, et que les gants jetables sont collants et difficiles à enlever et à remettre.

Les données de l'enquête montrent qu'en ce qui a trait au choix des ÉPI, les vendeurs de pesticides sont la source d'information de près d'un producteur sur deux (Figure 17). Les étiquettes et les fiches signalétiques des produits ne sont consultées à cette fin que par un producteur sur quatre, à peine plus que les fournisseurs spécialisés d'ÉPI.

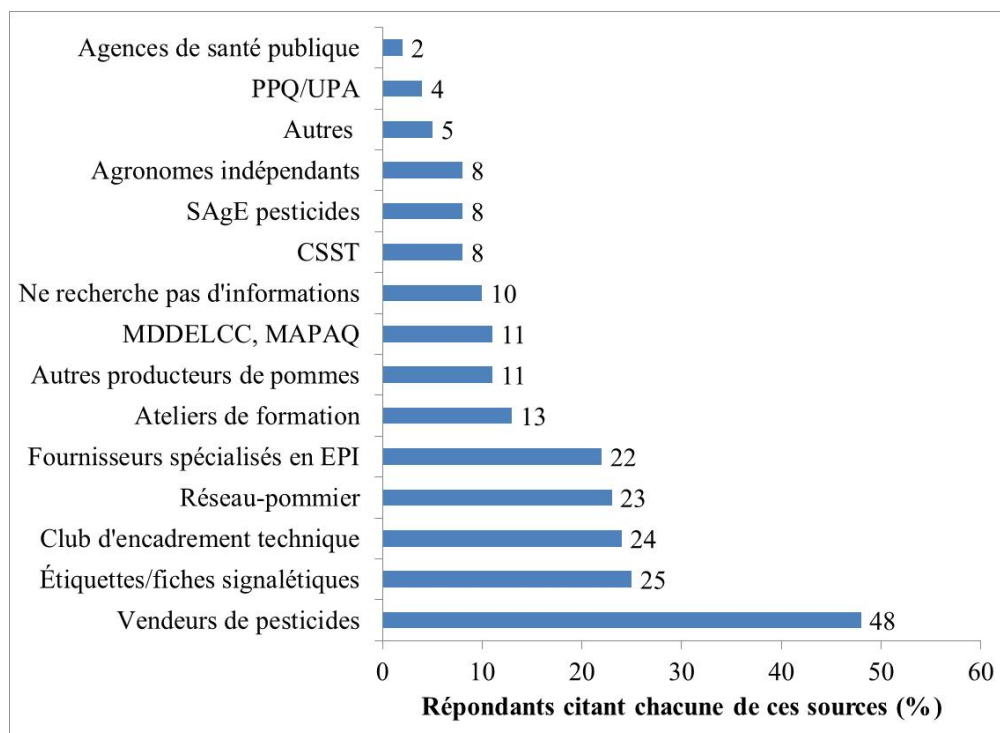


Figure 17. Distribution des producteurs selon les sources d'information sur le choix des ÉPI.

Les entrevues confirment que les vendeurs de pesticides sont souvent également les fournisseurs des ÉPI. Certains vendeurs donnent un peu d'information sur les ÉPI, mais tous ne le font pas. Les étiquettes des pesticides sont aussi une source d'information et certains producteurs semblent satisfaits de l'information qu'ils y trouvent. Pour d'autres producteurs cependant, cette information est insuffisante ou imprécise ; par exemple, les recommandations pour les ÉPI peuvent être très semblables d'un produit à un autre. « Il n'y a pas vraiment d'information... L'étiquette, tu pognes l'étiquette, tu vas avoir trente produits différents, puis ça va pas mal être la même étiquette... Porter des équipements de protection, mais il n'y a rien de plus ». D'autres producteurs rapportent faire leur propre recherche, et disent qu'ils n'ont pas besoin d'aide.

Certains producteurs rappellent qu'ils ont reçu de l'information sur les ÉPI pendant le cours sur l'utilisation des pesticides associé au permis et qu'ils se basent là-dessus pour les choisir. SAgE pesticides est aussi une autre source d'information pour un petit nombre de producteurs. Des vendeurs de vêtements de travail, d'équipements et d'outils ou encore ceux qui travaillent dans des quincailleries peuvent aussi vendre des ÉPI et dans certains cas conseiller les producteurs.

3.2.5.3.2 Pratiques d'utilisation des ÉPI

Les données recueillies lors de l'enquête permettent de produire un portrait général sur le port des ÉPI par les producteurs de pommes, ainsi que certaines données plus précises sur les pratiques d'utilisation.

Dans l'ensemble, les données du questionnaire suggèrent que le port des ÉPI, tous types confondus, est assez fréquent. Selon les différents types de pesticides utilisés, de 60 à 85 % des producteurs rapportent utiliser toujours ou souvent des ÉPI. On constate que le port des ÉPI reflète globalement la perception du risque des producteurs. La proportion de producteurs qui les portent est nettement moins fréquente lors de l'utilisation des herbicides, et globalement plus élevée et assez semblable pour les mélanges de produits, les insecticides et les fongicides. Toutefois, la fréquence d'utilisation varie selon le type de produit : le nombre de producteurs rapportant toujours porter des ÉPI est plus élevé pour les insecticides, un peu moins pour les mélanges de produits et les fongicides, et nettement moindre pour les herbicides (Figure 18).

Les résultats quant au port des équipements de protection varient quand on prend en compte les types d'ÉPI. Les différents ÉPI ne sont pas tous utilisés avec la même intensité par les producteurs et le port varie notamment de manière appréciable en fonction de l'étape d'utilisation des produits.

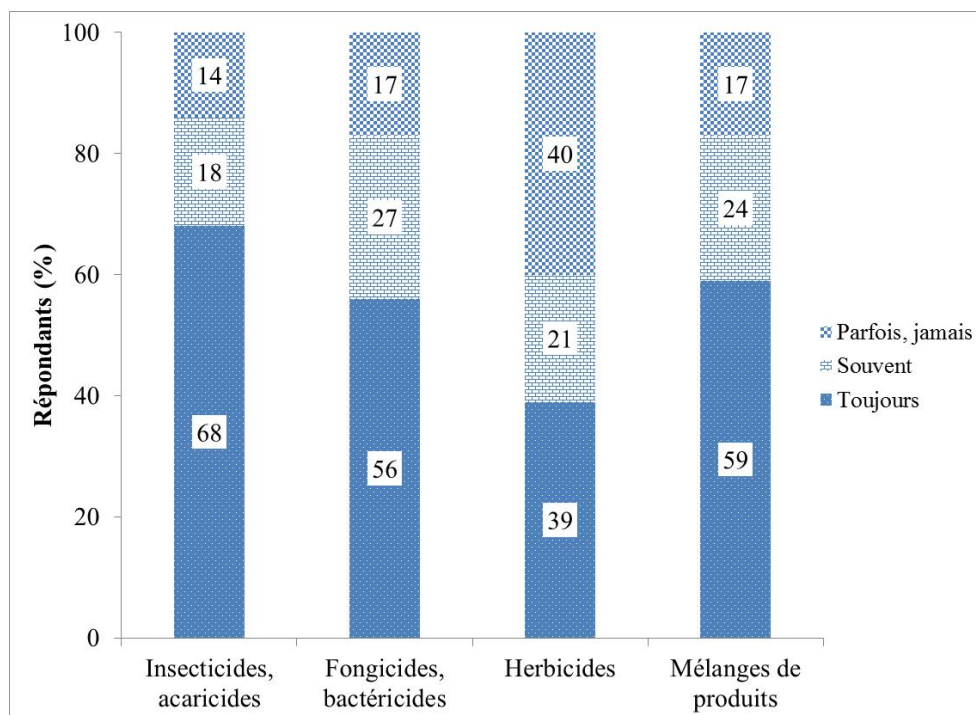


Figure 18. Distribution des producteurs selon le port d'ÉPI pour différents types de produits (n=140).

Lors de la préparation de la bouillie (Figure 19), le demi-masque surtout, et occasionnellement le masque plein, sont beaucoup plus portés que le casque ventilé comme protection respiratoire; plus d'un producteur sur deux rapporte toujours ou souvent utiliser les premiers à cette étape. Les vêtements de protection portés toujours ou souvent par le plus grand nombre de producteurs sont, en ordre décroissant, les vêtements imperméables aux pesticides (52 %), les vêtements ou combinaisons de travail en tissu (35 %), suivis des combinaisons de Tyvek (29 %); le port du tablier imperméable est assez peu répandu (16%). L'usage des gants imperméables aux pesticides est très répandu puisque 82 % des producteurs rapportent les utiliser toujours ou souvent; ceux qui les utilisent toujours constituent le groupe le plus important. En comparaison, seulement 37 % des producteurs disent utiliser les gants jetables. Le port des bottes de caoutchouc est également bien implanté, pour trois producteurs sur quatre les utilisent souvent ou toujours. Quant aux lunettes de protection, elles sont souvent ou toujours portées par près de six producteurs sur dix.

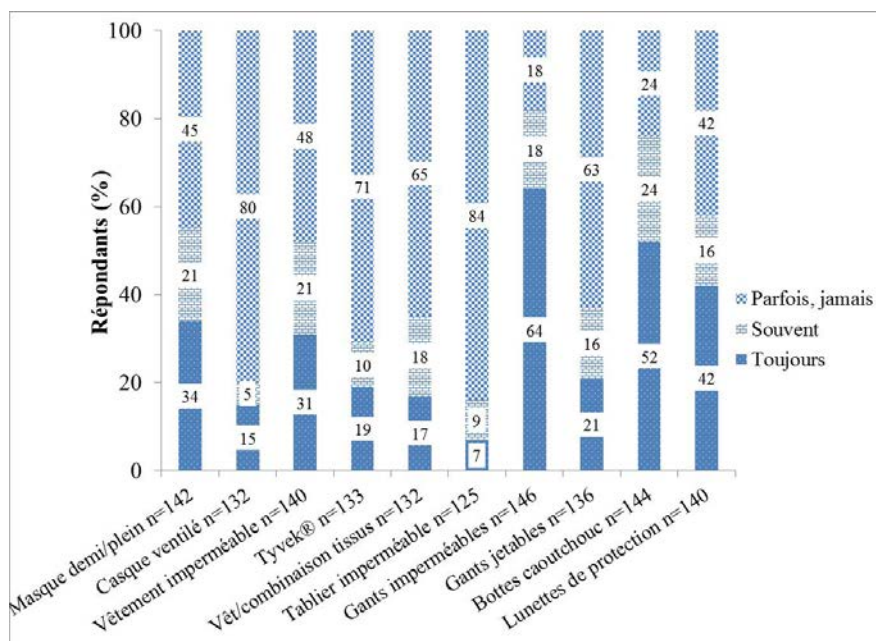


Figure 19. Distribution des producteurs selon le type d'ÉPI porté pendant la préparation des pesticides.

L'utilisation de tous les types d'ÉPI diminue lors de la pulvérisation (Figure 20). En ce qui a trait à la protection respiratoire, les producteurs semblent utiliser alternativement les masques (demi ou plein) ou les casques ventilés; 37 % utilisent toujours ou souvent les masques, et 27 %, les casques ventilés. Le port des vêtements de protection est également moins fréquent que lors de la préparation. Cependant, les vêtements imperméables aux pesticides sont toujours ou souvent portés par 42 % des producteurs, les autres types de vêtements sont portés par moins d'un producteur sur quatre. Les données de l'enquête ont permis de chiffrer à 66 % la proportion de producteurs qui dispose d'un tracteur-cabine. Les observations ont confirmé que l'utilisation de cet équipement influe sur l'utilisation des ÉPI, particulièrement l'utilisation de la protection respiratoire et de vêtements de protection chimique, qui sont moins portés avec une cabine, mais sont incontournables pour les producteurs qui pulvérisent à l'aide d'un tracteur sans cabine. Le port des gants imperméables aux pesticides demeure assez important, un producteur sur deux les utilisant toujours ou souvent. Les gants jetables ne sont utilisés à cette étape que par 23 % des producteurs. Le port des bottes de caoutchouc demeure important; 56 % des producteurs les utilisent toujours ou souvent, ce qui indique qu'une partie des producteurs qui dispose d'un tracteur-cabine conserve ses bottes pendant cette étape. Le port des lunettes de protection, toujours ou souvent, est également rapporté par 36 % des producteurs, ce qui correspond presque à la proportion des producteurs qui pulvérisent à l'aide d'un tracteur sans cabine.

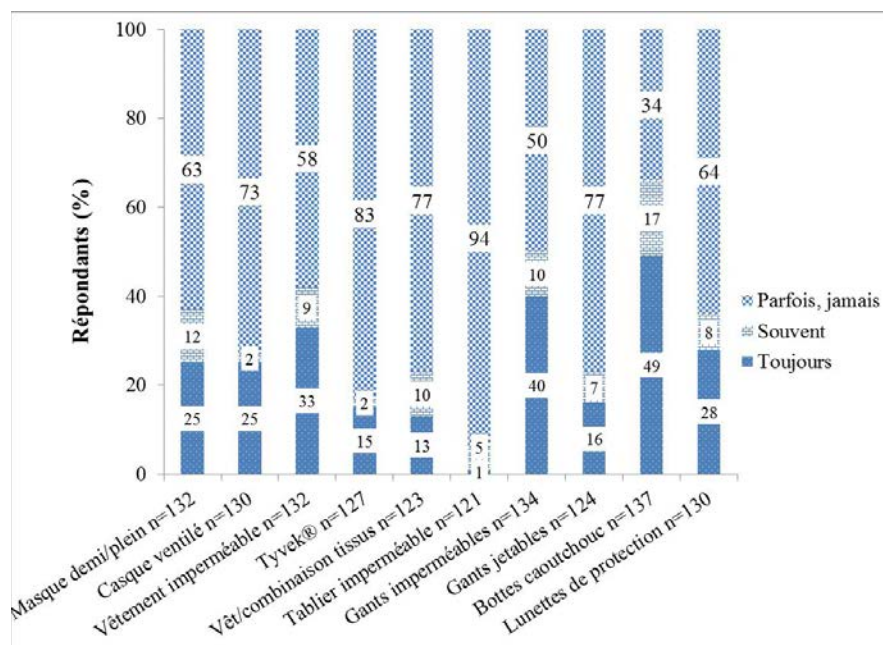


Figure 20. Distribution des producteurs selon le type d'ÉPI porté pendant la pulvérisation des pesticides.

Finalement, lors du nettoyage de l'équipement, les pratiques relatives au port des ÉPI sont encore une fois différentes. À cette étape, les bottes et les gants imperméables sont portés toujours ou souvent par la majorité des producteurs, 81 % pour les bottes et 73 % pour les gants. Les vêtements imperméables aux pesticides, de même que les lunettes de protection, sont également portés toujours ou souvent par 54 % des producteurs dans chaque cas. Le recours aux autres EPI, en particulier à la protection respiratoire, est marginal (Figure 21).

La fréquence du port des ÉPI varie donc à la fois en fonction du type d'équipement et de l'étape d'utilisation des produits. L'utilisation des gants imperméables est la plus importante, toutes étapes confondues, suivie des bottes de caoutchouc. Quelle que soit l'étape d'utilisation des pesticides, les vêtements imperméables aux pesticides sont portés par au moins quatre producteurs sur dix. Les observations ont permis de constater que certains des producteurs qui pulvérisent avec un tracteur sans cabine portent le vêtement de protection choisi pour toutes les étapes d'utilisation des pesticides. La protection respiratoire est plus fortement utilisée lors de la préparation de la bouillie; lors de la pulvérisation, ce sont essentiellement les producteurs qui pulvérisent sans tracteur-cabine qui y recourent. Enfin, moins d'un producteur sur quatre utilise la protection respiratoire lors du nettoyage de l'équipement.

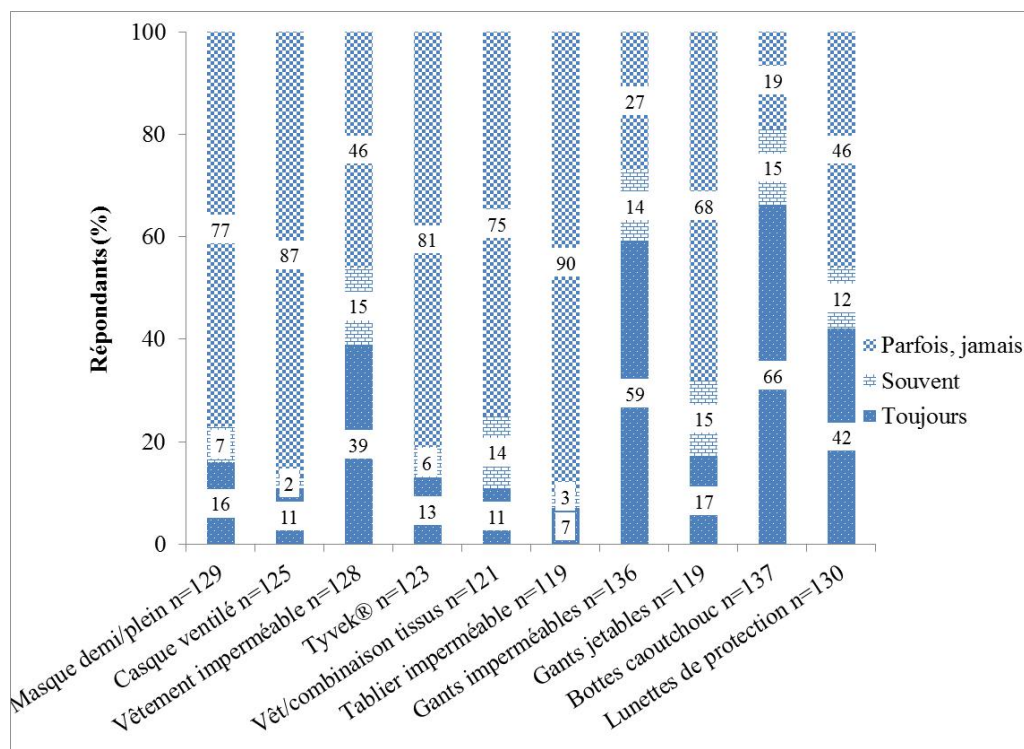


Figure 21. Distribution des producteurs selon le type d'ÉPI porté pendant le nettoyage.

3.2.5.3.2.1 Protection respiratoire

En ce qui concerne la protection respiratoire, toutes étapes confondues, seule une petite proportion de 15 % des producteurs rapporte ne pas en utiliser. La majorité des utilisateurs de ce type de protection (58 %) dit utiliser des cartouches pour les vapeurs organiques. De plus petits nombres de producteurs utilisent des cartouches qui offrent une protection combinée pour les vapeurs et les particules, ou contre les particules seulement, et un tout petit nombre utilise des cartouches multigaz. En outre, 8 % des producteurs qui déclarent utiliser de la protection respiratoire ne sont pas en mesure de préciser de quel type de protection il s'agit (Figure 22).

Les données de l'enquête relatives au remplacement des cartouches pour la protection respiratoire révèlent qu'un peu plus de trois producteurs sur quatre (77 %) remplacent les cartouches de leur équipement de protection respiratoire au moins une fois par saison. Les autres utilisateurs se répartissent en deux petits groupes, les producteurs qui rapportent remplacer les cartouches de leur protection respiratoire au moins une fois par mois ou plus souvent (12 %), et ceux qui les remplacent quand ils sentent une odeur, ou qui ne sont pas en mesure de préciser à quelle fréquence ils le font (11 %). Les entrevues ont permis de constater que l'information relative à la durée de vie des cartouches est insuffisante. Le fait que les masques ne soient pas utilisés en continu, et soient souvent suspendus ou déposés entre les utilisations sans avoir été enveloppés dans un emballage hermétique rend difficile l'estimation de la durée de vie effective des cartouches.

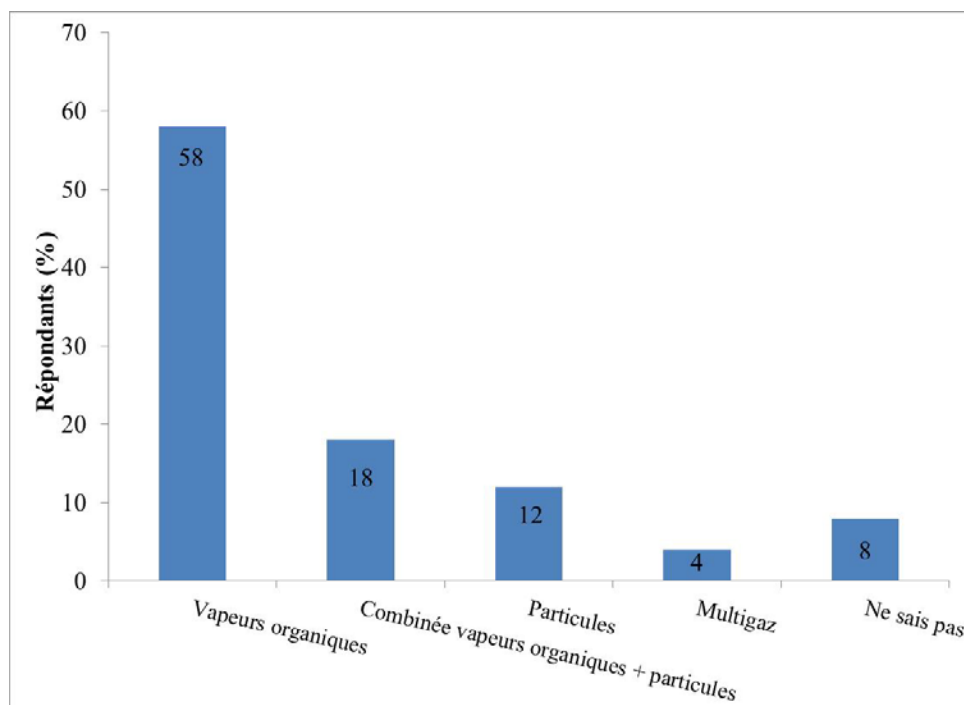


Figure 22. Distribution des producteurs selon le type de protection respiratoire le plus souvent utilisé (n=125).

3.2.5.3.2.2 Protection cutanée

Toutes opérations ou types de produits confondus, les résultats globaux relatifs à la protection cutanée indiquent que la quasi-totalité des producteurs (90 %) utilise des gants imperméables aux pesticides. Un producteur sur quatre environ choisit des gants de nitrile (24 %); les autres utilisateurs utilisent en plus faibles proportions les gants fabriqués de divers matériaux offerts sur le marché. Près d'un producteur sur quatre est toutefois incapable de déterminer le type de gants qu'il utilise (Figure 23).

La fréquence de remplacement des gants imperméables aux pesticides a été documentée pour un petit nombre de producteurs (n=46), parmi lesquels 39 % rapportent remplacer leurs gants au moins une fois par mois, et 33 %, au moins une fois par saison. Plus d'un producteur sur quatre ne les remplace que lorsqu'ils sont usés.

L'enquête révèle par ailleurs que le port des gants jetables est également très répandu, 81 % des producteurs rapportant les utiliser. L'usage de ce type de gant est assez fréquent, un peu plus de quatre producteurs sur 10 en moyenne rapportent les utiliser toujours ou souvent, toutes étapes confondues. Leur utilisation a d'ailleurs été fréquemment observée dans les vergers visités. Plusieurs producteurs expliquent en entrevue que les gants jetables permettent de réaliser bon nombre de tâches et de manipulations sans trop d'inconfort et que la dextérité est meilleure qu'avec les gants imperméables, généralement plus épais et rigides. Certains producteurs portent en continu des gants jetables pour se protéger en tout temps. Certains producteurs enfilent les gants imperméables aux pesticides par-dessus les gants jetables pour certaines opérations, telles

la mesure des produits et la conduite lors de la pulvérisation avec tracteur sans cabine. Ils expliquent que la double couche assure une protection plus grande, et le fait de retirer les gants imperméables tout en conservant les gants jetables pour entrer dans la cabine permet de réduire la contamination à l'intérieur de celle-ci.

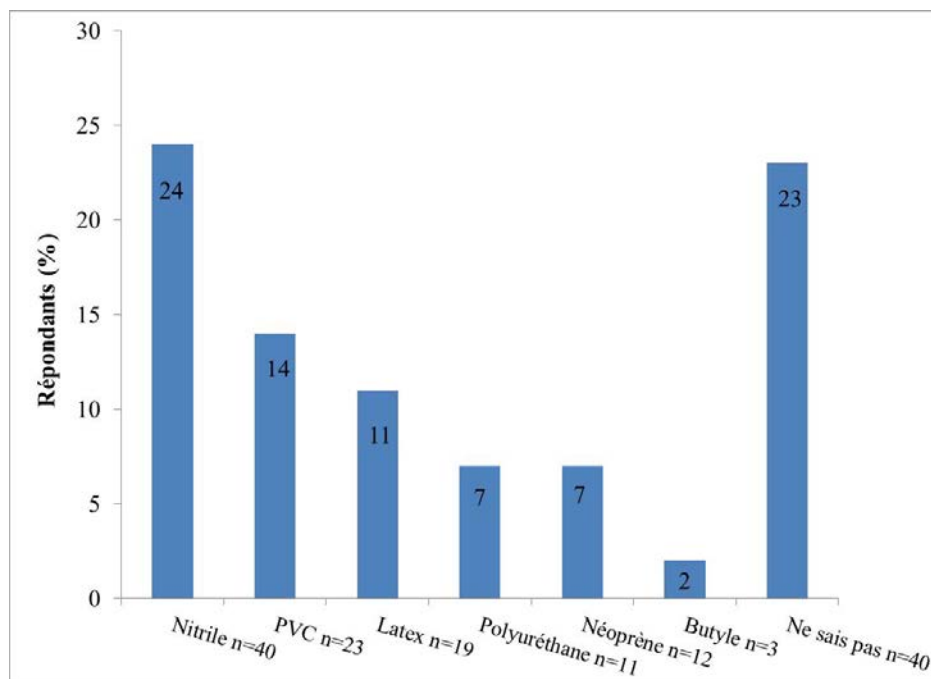


Figure 23. Distribution des producteurs selon les matériaux des gants imperméables aux pesticides le plus souvent utilisés.

En ce qui a trait aux vêtements de protection, les entrevues ont permis de réaliser que, selon les producteurs, un vêtement résistant aux produits chimiques de type Tychem®, mais également un vêtement de pluie, pourra être considéré comme un vêtement imperméable aux pesticides.

Les observations ont permis de constater que certains des producteurs qui pulvérisent avec un tracteur sans cabine portent le vêtement de protection choisi pour toutes les étapes d'utilisation des pesticides. Inversement, plusieurs producteurs qui pulvérisent avec un tracteur-cabine n'utilisent de vêtement de protection cutanée pour aucune des étapes.

Finalement, la forte majorité des producteurs (76 %) rapportent changer leurs vêtements tout de suite après la pulvérisation; les autres le font à un autre moment, essentiellement à la fin de la journée (n=151). Lors des entrevues, plusieurs producteurs ont rapporté qu'ils enlèvent leurs vêtements de travail rapidement et prennent une douche après la pulvérisation. La plupart disent se rincer les mains après le contact avec les insecticides, certains précisent qu'ils se lavent le visage.

3.2.5.4 Santé personnelle

Trois producteurs sur quatre jugent très ou assez satisfaisante la garantie relative à la sécurité des utilisateurs qui est associée à l'homologation des pesticides par l'ARLA. De ce nombre toutefois, seuls 22 % la jugent très satisfaisante (Figure 24). D'autre part, presque 40 % des producteurs se disent très ou assez inquiets de leur santé en raison de leur utilisation passée ou présente de pesticides. Les entrevues révèlent que les effets possibles du métier sur la santé sont très peu abordés dans les discussions dans les familles ou entre producteurs. Même en l'absence d'effets graves sur leur santé, quelques producteurs admettent ressentir de l'inquiétude : « Je n'ai pas d'indice, mais ça ne veut pas dire que ce n'est pas une préoccupation »; « Dire que je m'en contrefous non, inquiétude oui ». Certains producteurs disent qu'en vieillissant, ils font plus attention à leur santé, sans préciser davantage. Pour d'autres, c'est plutôt l'effet du stress du métier sur leur santé qui suscite leur inquiétude.

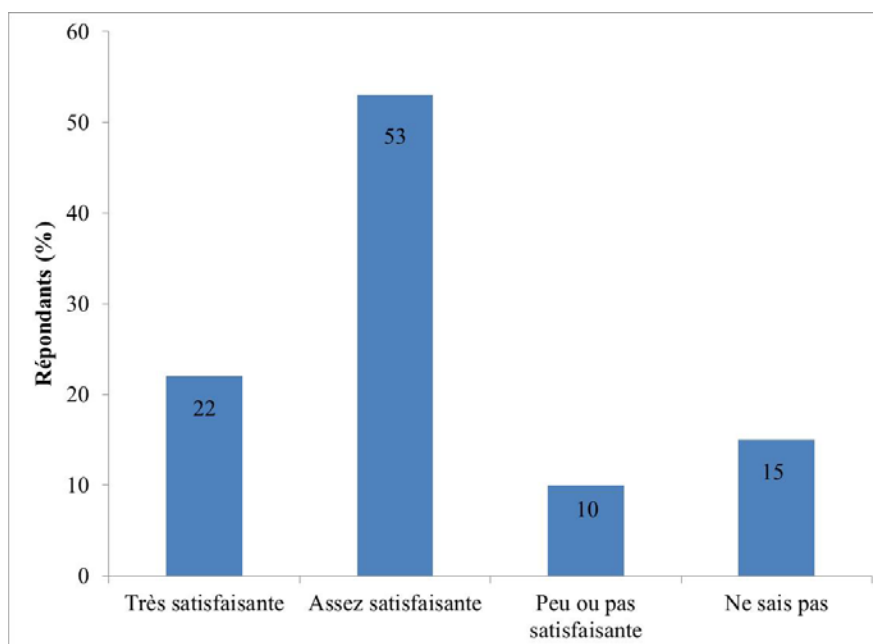


Figure 24. Distribution des producteurs selon l'opinion sur la garantie associée à l'homologation des pesticides par l'ARLA en ce qui a trait à la santé des utilisateurs (n=161).

En ce qui a trait à leur santé personnelle, quatre producteurs sur dix (39,2 %) rapportent avoir déjà ressenti des symptômes à la suite d'une exposition aux pesticides (n=62). Parmi ces producteurs, le plus grand nombre (82,3 %, ou un tiers environ de tous les producteurs) rapporte des symptômes neurologiques, et 61,3 %, un quart de tous les producteurs, des symptômes irritatifs; d'autres types de symptômes sont rapportés par de petits nombres de producteurs. Seuls 5 % des producteurs auraient déjà consulté un médecin pour des problèmes de santé qu'ils croient liés à leur exposition aux pesticides.

Les producteurs s'expriment un peu en entrevue sur des indices d'effets possibles de leur utilisation des pesticides sur leur santé, sur celle des membres de leur famille ou de leurs proches. Un bon nombre des producteurs parlent de petites réactions, d'irritations de courte

durée qu'ils ont eux-mêmes ressenties ou que des connaissances ont rapportées. Ce genre d'effets semble être occasionnel et ne semble pas beaucoup inquiéter les producteurs; par exemple, un insecticide qui irrite le visage, la peau qui « chauffe » sous la douche après l'utilisation de captane, une rougeur à la peau lors de la taille, l'effet « herbe à puce » d'un herbicide, des démangeaisons, un bouton ou une plaque sur la peau près de la jupette du casque. D'autres effets rapportés par quelques producteurs semblent être associés à une intoxication aiguë de courte durée, tels des étourdissements et vomissements.

Un petit nombre de producteurs mentionnent qu'il y aurait une incidence inquiétante de problèmes chroniques graves dans leur communauté, tels des cancers, de l'Alzheimer, de la sclérose en plaques, chez des personnes qui ont travaillé dans la production agricole ou dans la population générale. « Il y a des cas de cancers... Ils ont découvert que le mercure pouvait affecter ça. Ils traitaient avec des produits à base de mercure dans le temps... Beaucoup de cas d'Alzheimer dans le coin ». Inversement, certains parlent de proches ou d'anciens producteurs qui ont vécu en excellente santé jusqu'à un âge avancé malgré des années d'exposition : « Il y a un de nos voisins ici que son père, dans le temps qu'il y avait du DDT, et puis quand il faisait la bouillie, mains nues pour mélanger le produit. Il a vécu jusqu'à 90... »

Aucun producteur ne rapporte d'accident de travail; la plupart disent emporter un téléphone cellulaire pendant les pulvérisations pour pouvoir communiquer en cas d'accident. Les observations révèlent qu'il y a cependant des producteurs qui sont entièrement seuls sur leur exploitation pour faire tous leurs traitements, sans possibilité d'avertir rapidement quelqu'un en cas de problème.

3.2.6 Discussion

3.2.6.1 Retour sur les objectifs et la méthodologie

La recherche sociale en SST a démontré que les pratiques des acteurs sont élaborées dans un contexte social à partir duquel elles doivent aussi être analysées. Les pratiques sont adaptées aux contraintes et aux ressources du contexte dans lequel elles sont élaborées; elles sont le reflet des capacités (ressources de toute nature) et des dispositions (représentations, valeurs, croyances) des acteurs, dont elles révèlent la compréhension et la compétence (200-202). Le portrait présenté s'appuie sur cette perspective pour documenter la situation des producteurs de pommes.

Conformément aux objectifs de l'étude, la collecte de données a permis de dresser un large portrait des contextes et des pratiques d'utilisation des pesticides associés au port des ÉPI au Québec. L'enquête par questionnaire apporte une vision « grand-angle » à l'aide des données statistiques; les mots des producteurs recueillis lors des entrevues permettent à la fois de valider et d'enrichir l'information sur les sujets ciblés, et de recueillir leur point de vue sur des aspects qu'il est plus difficile de documenter avec un questionnaire. Enfin, les observations complètent également les deux premiers types de données et ont permis de décrire un petit nombre de situations d'exposition typiques.

Le taux de participation à l'enquête et la complémentarité des trois types de données, qui ont permis de produire un portrait étoffé des contextes et des pratiques ciblés, constituent des éléments forts en ce qui a trait à la qualité de l'information produite. De plus, la comparaison des

résultats de cette étude avec ceux d'autres études portant sur des sujets similaires confirme également la validité des résultats. Néanmoins, l'impossibilité de constituer un échantillon aléatoire pour les trois types de collectes incite à la prudence en ce qui a trait à la généralisation des résultats.

3.2.6.2 Les producteurs de pommes et leurs exploitations

Les données de l'enquête confirment que la production de pommes au Québec repose sur de petites et très petites entreprises, une information déjà accessible dans les données du MAPAQ et de l'association des PPQ : bien que l'enquête sous-estime légèrement les plus petites superficies, plus de 60 % des producteurs exploitent des superficies inférieures à 10 hectares. Ainsi que l'ont rapporté d'autres études, le contexte organisationnel du travail et de la sécurité en milieu agricole est très particulier. Il y a peu de procédures systématiques dans les petites exploitations, la perception du risque est réduite, et les investissements dans l'aménagement des espaces de travail et le matériel sont faibles. Le chef d'entreprise est souvent lui-même un opérateur (203, 204). Ainsi, la plupart des producteurs de pommes de notre étude réalisent eux-mêmes toutes les opérations de préparation, de pulvérisation et de nettoyage; un peu plus de quatre producteurs sur dix rapportent être les seuls détenteurs d'un permis d'utilisation de pesticides sur leur exploitation (205, 206). Les entrevues ont permis de constater que des producteurs peuvent exploiter seuls ou avec une aide occasionnelle des superficies allant jusqu'à vingt hectares. Cette observation ne concerne que la production elle-même des pommes, la collecte nécessitant l'embauche de ressources dans toutes les exploitations.

Les producteurs de pommes constituent une population vieillissante. L'âge moyen est de 53 ans, et près de la moitié des producteurs a plus de 55 ans. L'expérience moyenne comme exploitant et comme utilisateur de pesticides est importante, elle avoisine les 20 années dans les deux cas. La perception du contrôle (207, 208) et le niveau de connaissance/formation sur les pesticides et la sécurité (108, 110, 209, 210) ont été associés aux pratiques de SST. En termes de dispositions, la représentation des risques (84, 211-213) et la tendance des travailleurs agricoles expérimentés à s'appuyer sur des savoir-faire de métier implantés et à sous-estimer le risque sont documentées (203).

Par ailleurs, les producteurs de pommes rencontrés expriment fortement leur fierté pour leur métier et le travail bien fait. Plusieurs décrivent cependant les exigences physiques et mentales importantes associées au statut de petit producteur, aux imprévus et aux contraintes environnementales, ainsi qu'à la complexité croissante de la production. Pour un petit nombre, l'apprentissage du métier passe par les écoles d'agriculture, mais pour tous, l'acquisition de savoir-faire multiples en continu, sur le terrain, est incontournable (214). La quasi-totalité des producteurs a obtenu le permis requis pour l'application des pesticides et une majorité d'entre eux a suivi la formation préparatoire non obligatoire qui s'y rattache. Ils ont cependant peu tendance à échanger entre eux sur des questions de production ou de SST. Les préoccupations exprimées par la totalité des producteurs interviewés en relation avec l'insécurité des revenus, les coûts élevés de la terre et des produits, la recherche de productivité dans un contexte de mondialisation et de concurrence élevée ont été documentées dans d'autres études (203, 215).

3.2.6.3 L'évolution de la production des pommes et des pratiques d'utilisation des pesticides

La production des pommes nécessite l'utilisation intensive de pesticides et l'offre de pesticides est en constante évolution. Les producteurs confirment que la production fruitière intégrée (PFI), une approche conforme aux principes du développement durable, gagne du terrain depuis une quinzaine d'années. Le recul des anciennes façons de faire et des traitements uniformes sur toute une superficie est associé à deux préoccupations principales : élaborer des actions plus ciblées basées sur le dépistage régulier pour une meilleure efficacité et réduire les quantités de pesticides utilisés et l'impact sur l'environnement. L'enquête et les entrevues confirment que les producteurs de pommes sont nombreux à adopter la PFI et qu'ils se sont engagés dans un processus de changement de culture et de pratiques important (99, 216).

Les données de l'enquête et des entrevues permettent en fait de comprendre que les producteurs se répartissent sur un continuum de pratiques volontaires allant d'une adhésion complète à une adhésion limitée aux principes de la PFI. La nécessité d'assurer la survie de l'exploitation par une production maximale et une qualité de fruits qui permet d'obtenir les meilleurs prix sur le marché est bien décrite dans les entrevues. Cette situation est associée à diverses stratégies de compromis avec les principes de la PFI et est rapportée par un large éventail de producteurs, peu importe la superficie de leur verger. Certains producteurs décrivent « l'engrenage » des pesticides. Dans un contexte de fortes contraintes environnementales, l'efficacité demeure le principal critère de choix des pesticides pour une majorité de producteurs, plus important que la compatibilité avec la PFI et que les indices de risque associés aux produits (73, 217-219). Les producteurs qui souhaitent vendre leur production par l'entremise des grands réseaux de distribution ont tendance à pulvériser davantage. Inversement, des producteurs qui recourent à la vente directe ou à la transformation disent qu'ils peuvent réduire un peu le nombre de pulvérisations ou les doses parce qu'ils n'ont pas les mêmes contraintes quant à l'apparence ou au temps de conservation des pommes. La fréquence de détection de résidus de pesticides confirme que l'utilisation de produits phytosanitaires demeure fort importante dans la production des pommes (9).

L'engagement des ministères de l'Agriculture (MAPAQ) et de l'Environnement (MDDELCC), ainsi que de l'UPA, de la Direction de la Santé publique et des experts en agriculture liés au Réseau-pommier, facilite la transition vers la PFI. En ce qui a trait plus directement à l'information pour le choix et l'utilisation des pesticides, les vendeurs demeurent la principale source d'information pour une majorité de producteurs de pommes, mais les experts du Réseau-pommier et les conseillers des clubs sont de plus en plus sollicités pour leurs compétences scientifiques et techniques à cet égard, une tendance aussi documentée par d'autres études. Des producteurs émettent en fait des réserves sur l'objectivité et la crédibilité des vendeurs de pesticides concernant le choix des produits et des doses (206, 220). Enfin, l'accent mis en PFI sur le dépistage et sur le traitement ciblé augmente l'intérêt des conseillers des clubs techniques pour les producteurs vraiment soucieux de réduire l'impact de leur production sur l'environnement, de même que leurs coûts en produits (205, 206). Il semble d'ailleurs que l'offre de service des clubs techniques ne réponde pas à la demande.

3.2.6.4 SST dans la production des pommes

L'agriculture n'est pas considérée comme un secteur prioritaire par la réglementation québécoise; les interventions et les inspections par la CNESST sont difficiles à réaliser et rarissimes, ce qui a également été constaté par d'autres études (84, 205, 206). Les rencontres avec les producteurs ont par ailleurs révélé que rares sont ceux qui sont inscrits à la CNESST et qu'ils sont réticents à l'augmentation de la réglementation et de contrôles institutionnels.

La PFI, qui évoque la prévention primaire des risques en santé et en sécurité du travail, suscite un intérêt généralisé dans le milieu à cause de l'orientation qui préconise l'élimination ou la réduction de l'utilisation des pesticides. Alors que les préoccupations pour l'environnement rejoignent les producteurs de pommes, l'intégration d'objectifs de SST aux objectifs écologiques de la PFI ne semble toutefois pas beaucoup progresser. Ainsi, l'indice de risque pour la santé des utilisateurs et des populations n'est que très peu considéré au moment du choix des produits. Ce résultat ne varie pas en fonction des superficies exploitées par les répondants. L'influence des conseillers techniques à cet égard semble limitée pour le moment.

Les avantages liés à l'utilisation du tracteur-cabine lors de la pulvérisation font largement consensus chez les producteurs. Un tiers des producteurs n'avait toutefois pas fait l'achat d'un tracteur-cabine en 2013, surtout pour des raisons de coût (102). Les observations ont par ailleurs permis de constater que tous les tracteurs utilisés n'offrent pas la même protection; certains sont en mauvais état, d'autres n'ont pas été conçus pour la pulvérisation. L'étanchéité et la sécurité des cabines dépendent également fortement de l'utilisation de filtres adéquats et en bonne condition. À cet égard, les entrevues ont révélé que l'information à laquelle ont accès les producteurs, même lors de l'achat de tracteurs neufs, est nettement insuffisante. La capacité des producteurs à retirer la protection attendue des tracteurs munis d'une cabine semble donc limitée à la fois par le coût et l'état des équipements, et par l'accès à une information adéquate.

Les observations dans les vergers ont également permis de documenter d'autres situations d'exposition, liées à l'aménagement des lieux d'entreposage, de préparation des pesticides et de remplissage du pulvérisateur. Dans bon nombre de cas, les consignes sur l'aménagement de l'entrepôt ou la rétention des eaux d'écoulement, par exemple, et sur les méthodes de travail préconisées, ne sont pas suivies. Alors que les producteurs démontrent l'apprentissage de compétences complexes pour tout ce qui a trait aux stratégies de traitement avec les pesticides et à la conduite des arbres, l'organisation du travail aux étapes de préparation des produits et du remplissage ne semble pas recevoir autant d'attention même si les producteurs déclarent y associer des risques importants (206). Dans ces situations, des mesures informelles ou des trucs de métier sont parfois utilisés pour réduire l'exposition. Le poids, la forme des contenants de pesticides, la formulation des produits, de même que la conception des pulvérisateurs eux-mêmes, déterminent aussi fortement les méthodes de travail et sont associés à de nombreuses situations favorisant l'exposition par voies cutanée et respiratoire.

La réentrée sur des surfaces pulvérisées lors de tâches secondaires, tels le dépistage, la taille et la fauche, est également associée à des situations d'exposition répétées et peu étudiées jusqu'ici (94, 108, 114, 221). L'information sur le délai de réentrée, qui est accessible sur les étiquettes de produits et sur le site de SAgE pesticides notamment, est bien connue et comprise; trois producteurs sur quatre rapportent dans le questionnaire s'y conformer toujours ou souvent.

Même si les tâches associées à la réentrée n'ont pas été observées, elles ont été abondamment discutées lors des entrevues. En pratique, il est rare que les producteurs puissent respecter le délai de réentrée pendant la période d'utilisation intensive des pesticides et aucun des producteurs interviewés ne porte d'ÉPI lors d'une réentrée. La perception du risque, les contraintes de temps, de même que des habitudes de travail difficiles à modifier semblent en cause dans ce type de pratique.

Les données quantitatives et qualitatives de l'étude n'ont pas permis de documenter des différences significatives en ce qui a trait à la perception des risques et aux pratiques de sécurité documentées en fonction des superficies exploitées. La perception des risques pesticides chez les producteurs varie en fonction de plusieurs facteurs : étape de l'utilisation, types et forme physique des produits, notamment. Trois producteurs sur quatre se disent très ou assez satisfaits par la garantie de sécurité associée à l'homologation des produits. Toutefois, une certaine dissonance cognitive semble s'exprimer (222) : en effet, quatre producteurs sur dix rapportent des symptômes variés consécutifs à une exposition aux pesticides; il se trouve qu'une proportion équivalente de producteurs se disent inquiets de leur santé en raison de leur utilisation passée ou présente de pesticides. Il est bien documenté que la perception et l'information sur les risques constituent des leviers essentiels à la réduction des risques par diverses approches. Les producteurs soulignent cependant en entrevue que l'information sur les risques et sur la meilleure manière de les éliminer ou de les réduire est insuffisante. Ils formulent certaines des questions qu'ils se posent : les fongicides sont-ils aussi dangereux que les insecticides? Les propriétaires de petits vergers doivent-ils se protéger autant que ceux qui traitent de plus grandes superficies? L'exposition par voie cutanée est-elle aussi importante que celle par voie respiratoire? Quand faut-il remplacer les cartouches du tracteur? De l'information sur les risques des pesticides est disponible sur les étiquettes et les fiches signalétiques des produits et sur le site de SAgE pesticides notamment, mais ces sources sont apparemment peu consultées. Il a aussi été observé que l'action à long terme des pesticides sur la santé favorise la sous-déclaration des effets de l'exposition et une perception réduite du risque en agriculture (70, 218, 223). L'ensemble des résultats indique que l'information insuffisante ou ambiguë sur les risques des pesticides et la manière de s'en protéger influence les pratiques de prévention des producteurs de pommes (207).

Il semble en effet que le contenu des étiquettes des produits homologués, qui précisent que la garantie de sécurité pour les utilisateurs ne tient que s'ils utilisent les produits conformément aux directives et portent des ÉPI, ne soit pas suffisamment clair en ce qui a trait à l'importance d'utiliser ces équipements. Dans l'ensemble, les données du questionnaire suggèrent que le port des EPI, tous types confondus, est assez fréquent; de 60 à 85 % des producteurs rapportent utiliser toujours ou souvent des ÉPI. On constate que le port des ÉPI reflète globalement la perception du risque des producteurs. Cependant, les données de l'enquête par questionnaire autant que les entrevues révèlent que les producteurs n'en font pas une utilisation systématique et rigoureuse, ce qui concorde avec les résultats d'autres études.

En effet, les données révèlent que, d'une part, dans des situations d'exposition identiques, des producteurs voisins vont adopter des comportements différents, l'un choisissant de porter tous les ÉPI recommandés, l'autre, rien du tout. D'autre part, les producteurs qui rapportent utiliser une protection respiratoire ou cutanée pendant la préparation de la bouillie, par exemple, ne porteront pas nécessairement ces ÉPI dans toutes les occasions de préparation de la bouillie. La perception du risque, les contraintes de temps, ainsi que le confort et l'adaptation au travail des

ÉPI, semblent en cause. Le recours aux ÉPI varie également à la fois selon le type de pesticide utilisé et l'étape d'utilisation. Ainsi, un consensus assez large chez les producteurs associe des risques plus importants aux insecticides qu'aux fongicides, et à la préparation de la bouillie qu'à la pulvérisation.

Les résultats relatifs au port des équipements de protection individuelle varient quand on prend en compte les différents types d'ÉPI puisque ceux-ci ne sont pas tous utilisés avec la même intensité par les producteurs. Le port des gants résistant aux pesticides et des bottes de caoutchouc est très largement implanté dans la majorité des situations. Cependant, en dépit d'une perception du risque élevée, le taux déclaré de port d'une protection respiratoire (toujours ou souvent) lors de la préparation des produits est en fait plutôt faible (entre 20 et 50 %), de même que celui des vêtements de protection imperméables aux pesticides et de Tyvek® (entre 30 et 50 %) (83).

Finalement, le choix des ÉPI pose également problème, particulièrement en ce qui a trait à la protection cutanée. Les vendeurs de pesticides sont souvent les fournisseurs des ÉPI. Dans cette situation, nos données indiquent qu'il est difficile pour les producteurs d'obtenir une information sûre et claire sur les équipements précis requis dans les diverses situations d'exposition et de se les procurer. Enfin, l'information sur les conditions d'utilisation ainsi que sur les conditions d'entreposage des ÉPI et leur durée de vie est également insuffisante. Il semble que la perception du risque des producteurs de pommes influence effectivement le port des ÉPI (84, 106). Toutefois, la capacité des producteurs à réduire leur exposition en ayant recours à ces équipements est dans une bonne mesure également limitée par les lacunes de l'information sur les ÉPI requis, à l'offre et à l'adaptation au travail de ces équipements (68, 112, 204).

3.3 Priorisation des formulations et des ingrédients actifs

Dans cette sous-section, une priorisation des fongicides et insecticides utilisés en pomiculture a été réalisée afin d'établir quels produits présenteraient le plus grand risque pour les travailleurs, sur la base de l'approche établie. Les recherches ont été effectuées pour les pesticides d'intérêt, comme définis dans la sous-section 2.3.

Les Tableau 25 et Tableau 26 présentent le classement des insecticides et fongicides utilisés en pomiculture en fonction de leur fréquence d'utilisation chez les producteurs sondés. Ils montrent aussi, pour chaque pesticide, les indices de risque calculés et les valeurs des paramètres ayant servi à établir ces indices, soit le taux d'application (en kg d'ingrédient actif par hectare), le coefficient de perméabilité cutané (K_p), ainsi que les valeurs limites établies par l'EFSA et l'US EPA ²⁷.

Selon l'enquête par questionnaire, les fongicides les plus utilisés sont le Polyram (metiram), le Captan (captane), le Maestro (captane), le Manzate (mancozebe) et les formulations commerciales à base de cuivre. Les insecticides les plus courants sont l'Imidan (phosmet), le Sevin (carbaryl), le Calypso (thiaclopride), le Altacor (chlorantraniliprole) et le Decis (deltaméthrine).

²⁷ Des tableaux plus complets que ceux présentés ici sont disponibles sur demande.

Par ailleurs, les trois indices de risque calculés permettent de prioriser les fongicides comme suit : Captan (captane), Maestro (captane), Flint (trifloxystrobine), Scala (pyriméthanil), Fontelis (penthiopyrad) et Vanguard (cyprodinile). Pour les insecticides, la priorisation est : l'Imidan (phosmet), le Sevin (carbaryl), le Decis (deltaméthrine), l'Envidor (spiridiclofène), le Matador (λ -cyhalothrine), le Diazinon (diazinon) et le Silencer (λ -cyhalothrine).

Tableau 25. Fréquence d'utilisation (f_i) des fongicides en pomiculture et indices de risque calculés à partir du coefficient de perméabilité (K_p), du taux d'application (Q) et des valeurs limites d'exposition (AOEL et cRfD) propres à chacun

Formulation commerciale	Ingrédient actif	f_i (%)	Indice de risque			Q (kg/ha)	K_p (cm/h)	Valeur limite	
			IR_f	IR_i	IR_a			AOEL _{EFSA} (mg/kg /jour)	cRfD _{EPA} (mg/kg /jour)
Polyram	Métirame	70	0,5	0,5	4,7	4,80	$4,7 \times 10^{-6}$	0,016	0,0004
Captan	Captane	68	16,5	29,4	100,0	3,00	$1,0 \times 10^{-3}$	0,1	0,13
Maestro	Captane	54	12,9	29,4	78,3	3,00	$1,0 \times 10^{-3}$	0,1	0,13
Manzate	Mancozèbe	49	0,9	2,0	8,3	4,50	$2,8 \times 10^{-5}$	0,035	0,05
Cuivre	Cuivre *	44	0,1	0,1	0,3	1,60	$2,5 \times 10^{-5}$	0,25	ND
Flint	Trifloxystrobine	42	100,0	100,0	21,2	0,11	$6,1 \times 10^{-3}$	0,06	0,038
Dithane	Mancozebe	34	0,6	2,0	5,8	4,50	$2,8 \times 10^{-5}$	0,035	0,05
Scala	Pyriméthanil	32	45,5	45,5	36,7	0,40	$7,4 \times 10^{-3}$	0,12	0,17
Sovran	Kresoxim méthyle	27	2,6	2,6	1,0	0,18	$3,8 \times 10^{-3}$	0,9	0,36
Streptomycin 17	Streptomycine	23	0,1	0,1	0,1	0,92	$6,9 \times 10^{-6}$	ND	0,05
Nova	Myclobutanil	22	8,6	8,6	2,4	0,14	$2,7 \times 10^{-3}$	0,16	0,025
Penncozeb	Mancozebe	21	0,4	2,0	3,9	4,80	$2,8 \times 10^{-5}$	0,035	0,05
Fontelis	Penthiopyrad	17	45,5	45,5	27,6	0,30	$1,2 \times 10^{-2}$	0,1	0,09
Inspire	Difénoconazole	7	5,4	5,4	0,8	0,07	$5,2 \times 10^{-3}$	0,16	0,01
Equal	Dodine	4	0,5	0,5	1,5	1,46	$2,6 \times 10^{-4}$	0,045	0,02
Kasumin	Kasugamycine	1	0,0	0,0	0	0,10	$1,5 \times 10^{-4}$	ND	0,113
Vanguard	Cyprodinile	1	21,7	21,7	12,3	0,28	$2,3 \times 10^{-2}$	0,03	0,03

* : différentes formulations commerciales sont disponibles, mais n'ont pas été distinguées. Les données pour le cuivre sont celles de l'oxychlorure de cuivre.

ND : non disponible.

Tableau 26. Fréquence d'utilisation (f_i) des insecticides en pomiculture et indices de risque calculés à partir du coefficient de perméabilité (K_p), du taux d'application (Q) et des valeurs limites d'exposition (AOEL et cRfD) propres à chacun

Formulation commerciale	Ingrédient actif	f_i (%)	Indice de risque			Q (kg/ha)	K_p (cm/h)	Valeur limite	
			IR_f	IR_i	IR_a			AOEL _{EFSA} (mg/kg /jour)	cRfD _{EPA} (mg/kg /jour)
Imidan	Phosmet	80	0,4	0,4	7,0	1,88	$1,6 \times 10^{-3}$	0,02	0,011
Sevin	Carbaryl	53	0,4	0,4	11,2	2,91	$1,3 \times 10^{-3}$	0,01	0,01
Calypso	Thiaclopride	52	0,1	0,1	0,1	0,21	$4,1 \times 10^{-4}$	0,02	0,004
Altacor	Chlorantraniliprole	42	0,0	0,0	0	0,10	$2,8 \times 10^{-4}$	0,2	1,58
Decis	Deltaméthrine	39	2,8	2,7	0,3	0,01	$8,6 \times 10^{-3}$	0,0075	0,01
Delegate	Spinetorame	34	0,1	0,1	0,1	0,11	$3,1 \times 10^{-4}$	0,011	0,0249
Assail	Acétamipride	23	0,0	0,0	0	0,17	$3,2 \times 10^{-4}$	0,124	0,065
Agri-mek	Abamectine	23	0,1	0,1	0	0,01	$1,3 \times 10^{-4}$	ND	0,0012
Ripcord	Cyperméthrine	21	0,4	0,4	0,3	0,10	$1,6 \times 10^{-2}$	0,06	0,06
Rimon	Novaluron	18	0,3	0,3	1,2	0,49	$2,1 \times 10^{-3}$	0,009	0,011
Envidor	Spiridiclofène	18	3,8	3,6	6,1	0,18	$3,0 \times 10^{-2}$	0,009	0,0065
Matador	λ -Cyhalothrine	15	100,0	100,0	11,2	0,01	$6,4 \times 10^{-2}$	0,0006	0,001
Success	Spinosad	14	0,0	0,1	0	0,09	$9,7 \times 10^{-4}$	ND	0,0249
Intrepid	Méthoxyfénozide	12	0,0	0,0	0,1	0,24	$3,2 \times 10^{-3}$	0,1	0,1
Ambush	Perméthrine	11	0,1	0,2	0,2	0,20	$4,6 \times 10^{-2}$	ND	0,25
Admire	Imidaclopride	9	0,0	0,0	0	0,09	$1,6 \times 10^{-4}$	0,08	0,057
Pounce	Perméthrine	8	0,1	0,2	0,2	0,20	$4,6 \times 10^{-2}$	ND	0,25
Acramite	Bifénazate	7	0,6	0,6	2,4	0,43	$4,4 \times 10^{-3}$	0,0028	0,01
GF-120	Spinosad	7	0,0	0,1	0	0,00	$9,7 \times 10^{-4}$	ND	0,0249
Kanemite	Acéquinocycle	5	1,3	1,2	3,7	0,33	$5,3 \times 10^{-2}$	0,014	0,027
Entrust	Spinosad	4	0,0	0,1	0	0,09	$9,7 \times 10^{-4}$	ND	0,0249
Apollo	Clofentézine	4	0,1	0,1	0,2	0,30	$2,8 \times 10^{-3}$	0,01	0,013
Nexter	Pyridabène	3	0,0	0,0	0,1	0,45	$6,5 \times 10^{-4}$	0,005	0,005
Up-cyde	Cyperméthrine	2	0,0	0,4	0	0,10	$1,6 \times 10^{-2}$	0,06	0,06
Movento	Spirotétramate	2	0,0	0,0	0	0,14	$3,6 \times 10^{-4}$	0,05	0,05
Confirm	Tébufénozide	2	0,1	0,1	0,3	0,24	$7,7 \times 10^{-3}$	0,008	0,018
Diazinon	Diazinon	2	4,0	3,9	100,0	2,75	$7,2 \times 10^{-3}$	0,0002	0,0002
Carzol	Chlorhydrate de formétanate	1	0,0	0,0	0	1,84	$1,1 \times 10^{-5}$	ND	0,00065
Clutch	Clothianidine	1	0,0	0,0	0	0,11	$2,6 \times 10^{-4}$	0,1	0,098
Permethrin	Perméthrine	1	0,1	0,2	0	0,75	$4,6 \times 10^{-2}$	ND	0,25
Actara	Thiamétoxame	1	0,0	0,0	0	0,10	$4,4 \times 10^{-5}$	0,08	0,012
Silencer	λ -Cyhalothrine	1	4,0	100,0	0,4	0,01	$6,4 \times 10^{-2}$	0,0006	0,001

ND : non disponible

Le calcul d'indices de risque normalisés, effectué sur la base du pourcentage d'utilisation de la formulation commerciale, du coefficient de perméabilité (K_p) et de la valeur limite AOEL de l'ingrédient actif établie par l'EFSA se veut un regard sur les substances pour lesquelles il faudrait mieux évaluer l'exposition, et élaborer une stratégie pour s'en protéger, au moyen d'ÉPI efficaces. Toutefois, cette approche possède des limites.

Dans un premier temps, le pourcentage d'utilisation des pesticides provient de l'enquête par questionnaire menée auprès de 168 producteurs de pommes. Il serait préférable de déterminer la quantité réelle de produits achetés et utilisés au Québec dans ce milieu. Néanmoins, le pourcentage d'utilisation obtenu grâce à l'enquête donne une indication globale de leur présence dans les milieux de travail. L'utilisation d'un composé n'est pas nécessairement un indicateur précis des quantités auxquelles les travailleurs sont exposés. La masse d'ingrédients actifs appliquée varie en effet considérablement d'un produit à l'autre, de même que le nombre d'applications par saison. Pour pondérer l'indice de risque IR_f en fonction des masses d'ingrédients actifs utilisées, un indice de risque par application a été calculé en considérant la masse d'ingrédients actifs utilisée par hectare par application. La priorisation des risques associés à l'exposition aux pesticides ainsi obtenue avec l'indice IR_a est très similaire pour les fongicides, où les mêmes cinq ingrédients actifs sont retrouvés, même si leur ordre d'importance change. Par contre, l'impact de cette pondération est significatif pour les insecticides. Ainsi, seuls le diazinon, la λ -cyhalothrine et le spiridiclofène sont toujours classés parmi les cinq premiers ingrédients actifs à risque, le classement des autres produits ayant changé de façon marquée.

Il est important de noter que cette pondération ne prend pas en compte le nombre d'applications par saison pour un produit; elle fournit seulement un ordre de grandeur du risque potentiel. En effet, certains ingrédients actifs sont utilisés en grande quantité - plusieurs kilogrammes par hectare - comparés à d'autres où quelques dizaines de grammes par hectare sont suffisants. Ces valeurs permettent donc de relativiser la toxicité des ingrédients actifs avec les quantités utilisées, mais des données d'utilisation réelles en pomiculture fourniraient une meilleure priorisation des composés.

La valeur limite AOEL a été retenue dans le calcul du risque puisqu'il s'agit d'une dose maximale acceptable pour les travailleurs utilisant les pesticides. Cette valeur correspond aussi à une dose absorbée, bien qu'une fraction d'absorption de 1 soit souvent considérée par défaut. Dans le calcul de l'indice de risque, les valeurs de la cRfD de l'US EPA ont été utilisées en l'absence de valeur d'AOEL pour un composé. Cependant, la cRfD est plutôt une dose d'exposition établie pour prévenir des effets dans la population générale. Néanmoins, ces valeurs sont toutes deux établies sur la base du niveau le plus élevé sans effet néfaste observé (NOEL) chez les espèces animales testées les plus sensibles ou lorsque les données sont disponibles chez l'humain. Des facteurs d'incertitude sont considérés pour tenir compte de la variabilité interindividuelle, de l'extrapolation animal-humain et de la durée de l'étude (subchronique à chronique) ou lorsque le niveau le plus faible avec effet néfaste observé (LOAEL) est retenu pour l'établissement de la valeur de référence.

Par ailleurs, pour évaluer les risques associés à une exposition potentielle par la peau des

travailleurs, un coefficient de perméabilité a été considéré dans le calcul de l'indice de risque. Ce coefficient de perméabilité cutané provient d'un modèle de perméabilité qui tient compte de la masse moléculaire et du coefficient de partage octanol-eau de la molécule active du produit commercial (120). La peau étant rapportée comme la principale voie d'entrée des pesticides chez les travailleurs agricoles, le coefficient de perméabilité doit être utilisé pour évaluer l'exposition systémique des travailleurs. Par contre, le coefficient de perméabilité théorique calculé ici pourrait bien ne pas représenter les taux d'absorption réels des produits, car ceux-ci sont calculés pour les ingrédients actifs purs. En effet, le K_{ow} et la masse moléculaire ne sont pas les seuls aspects à considérer dans l'absorption cutanée de pesticides, l'état solide ou liquide de la formulation ainsi que le niveau de dilution ayant une influence connue (224). De plus, la présence d'autres produits « non actifs » dans la formulation commerciale, comme les solvants organiques et les surfactants, peut augmenter l'absorption cutanée (225).

En somme, les indices de risques proposés dans le présent travail sont une première étape permettant non seulement de cibler les pesticides dont l'exposition des producteurs devrait faire l'objet d'études plus approfondies en pomiculture, mais également de prioriser l'utilisation de pesticides à moindre risque dans ces cultures. Ces indices s'appuient sur une valeur limite de dose absorbée à ne pas dépasser pour prévenir les risques pour la santé de ces travailleurs combinée à un coefficient de perméabilité cutanée, en tenant également compte de la fréquence d'utilisation et du taux d'application des formulations. Samuel et coll. (92) avaient aussi proposé une approche pour établir des indices de risque pour les pesticides au Québec. L'approche utilisée dans le présent travail permet d'obtenir une priorisation plus précise des pesticides à mieux évaluer et potentiellement plus à risque dans le contexte de la pomiculture au Québec, en se basant sur des indices de risques systémiques liés à une exposition principalement par voie cutanée. L'approche proposée par Samuel et coll. (92) s'appuie plutôt sur la toxicité intrinsèque du produit actif (potentiel toxique). Elle utilise ainsi des critères de toxicité, appelés « indices de risques toxicologiques » (IRT), qui sont basés sur une banque de données toxicologiques élaborée par le Centre de toxicologie du Québec de INSPQ. L'indice de risque toxicologique correspond à la somme des risques aigus, déterminés à partir des LC_{50} et LD_{50} orales, cutanées et respiratoires qualifiant la toxicité intrinsèque de la substance, ainsi que la somme d'indices de risque chronique, établie à partir d'une évaluation qualitative des divers effets chroniques par un pointage de gravité de l'effet (cancérogénicité, génotoxicité, perturbations endocriniennes, reproduction, développement). Un indice de risque pour la santé (IRS) pour une matière active dans une formulation commerciale est ensuite calculé à l'aide d'un facteur de pondération, qui dépend du type de formulation. Un pointage plus élevé (2 au lieu de 1) est attribué aux formulations, liquides ou solides, qui sont conçues pour être libérées sous forme de gaz. De façon similaire aux indices de risque établis dans le présent travail, un facteur de compensation est aussi appliqué pour tenir compte de la quantité appliquée mais aussi de la concentration de la matière active dans la préparation commerciale. Un indice de risque pour une formulation est calculé par la somme d'indices de risque pour les matières actives dans la formulation.

4. DISCUSSION GÉNÉRALE

L'utilisation des pesticides est bien ancrée dans nos sociétés modernes et depuis longtemps associée au développement de politiques productivistes, partout dans le monde. S'ajoute à cela, de manière plus récente, une recherche de qualité de la nourriture par le consommateur, qui se traduit notamment par une consommation accrue de fruits et légumes, de préférence frais, avec une meilleure apparence visuelle (226).

En parallèle, bien qu'on leur reconnaisse certains effets néfastes, les impacts réels de l'exposition professionnelle aux pesticides demeurent partiellement invisibles, car les maladies associées sont sous-déclarées par les producteurs (85, 86) et sous-diagnostiquées par les médecins (88). Au Québec, seuls 41,5 % des établissements agricoles (227), et moins du quart des producteurs de pommes, selon nos données, sont inscrits à la CNESST. Les intervenants québécois en SST font par ailleurs peu d'interventions en prévention dans le secteur non prioritaire de l'agriculture. Cette situation semble participer à la persistance d'une ambiguïté quant à l'importance des risques pesticides qui pourrait influencer sur les pratiques des producteurs de pommes.

4.1 La prévention des risques à la source

Tout produit antiparasitaire utilisé au Canada doit subir le processus d'homologation décrit précédemment. Sa fonction principale est d'assurer que les molécules autorisées pour soutenir la production agricole sont compatibles avec un niveau de risque acceptable pour la santé des utilisateurs et des citoyens ainsi que pour l'environnement. Par conséquent, l'homologation est un moyen de contrôler la vente et l'usage de produits antiparasitaires à la source. Certains auteurs émettent cependant des réserves quant à sa portée réelle (69, 228). Ils estiment que l'homologation soutient le productivisme agricole et les compagnies productrices de pesticides, et rend invisibles, ou moins visibles les effets sur la santé des pesticides. Formulé autrement, cela tendrait à dire que pour toute demande d'homologation effectuée, l'agence compétente s'efforcerait de définir de bonnes pratiques agricoles et des pratiques sécuritaires afin de permettre l'utilisation des pesticides et rendre les risques acceptables. Ainsi, les agences compétentes joueraient davantage avec le levier « exposition » qu'avec le levier « danger » pour mitiger le risque général lié à l'utilisation des pesticides.

Outre l'homologation, des politiques visant la réduction de l'utilisation des pesticides et des risques qui y sont associés ont été élaborées. La Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture (SPQA) de 2011, telle qu'évoquée à la sous-section 1.2.3.1, vise à réduire de 25 % les risques pour la santé et l'environnement en 2021, par rapport à la période de référence 2006-2008 (89). Le plus récent rapport du MDDELCC (229) semble annoncer que ces objectifs seront difficiles, sinon impossibles à atteindre. En 2012, l'indice de pression²⁸ avait en effet augmenté de 18 % par rapport à la référence 2006-2008, alors que les indices de risque calculés, IRS et IRE, étaient restés relativement stables. Le récent rapport du Vérificateur général du Québec (219) confirme la croissance continue de l'utilisation des pesticides.

La SPQA mise principalement sur le développement de la lutte intégrée pour l'atteinte des objectifs de réduction de l'utilisation des pesticides. Les producteurs de pommes se montrent

²⁸ L'indice de pression est une mesure de la quantité d'ingrédient(s) actif (s) vendue par hectare cultivé.

ouverts et convaincus quant aux vertus de la PFI, notamment de ses retombées positives pour l'environnement. Cependant, nos données indiquent que les contraintes économiques et environnementales amènent souvent les producteurs à privilégier le critère d'efficacité davantage que la compatibilité avec la PFI, l'IRE ou l'IRS lorsque vient le moment de choisir les pesticides. Les exigences des emballeurs, qui assurent le meilleur prix pour les pommes, s'ajoutent aux pressions des consommateurs pour obtenir des fruits parfaits, et amèneraient les producteurs qui choisissent cette stratégie de commercialisation à utiliser davantage de pesticides que ceux qui ont recours à la vente directe aux consommateurs. Ces exigences placent les producteurs devant des objectifs difficiles à concilier et semblent favoriser indirectement des pratiques qui ne concordent pas tout le temps avec celles qui sont préconisées par la PFI (69, 73, 218, 219, 230). La production des pommes repose dans une large mesure sur de petites exploitations. Les données quantitatives et qualitatives de l'étude n'ont pas permis de documenter des différences significatives en ce qui a trait à la perception des risques et aux pratiques documentées en fonction des superficies exploitées.

Le volet santé de la SPQA, qui a comme objectif de réduire l'exposition aux pesticides des travailleurs agricoles et de la population générale, est moins connu que l'objectif de protection de l'environnement associé à la PFI. Dans un contexte de contraintes environnementales, économiques et temporelles, l'incorporation d'objectifs de protection de leur santé présente et future aux pratiques de la PFI et aux méthodes de travail ne semble pas s'imposer facilement comme une évidence ou une nécessité pour les producteurs; cela demeure un défi (205). Les experts du Réseau-pommier et les conseillers des clubs techniques ont des échanges réguliers avec les producteurs de pommes, et ils jouissent d'une grande crédibilité. Il est possible de les imaginer jouer un rôle accru dans l'adoption de pratiques favorables à la réduction de l'utilisation des pesticides, mais également comme porteurs du message SST de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture et de la PFI. Le recours aux intermédiaires est une approche exploitée lors des interventions en SST auprès des petites entreprises (205, 206, 222, 231).

La PFI est une avenue prometteuse pour l'atteinte des objectifs de la SPQA, mais elle demeure une pratique volontaire au Québec. Ailleurs, comme en Nouvelle-Zélande (206), les objectifs et les pratiques de la PFI sont encadrés par une certification obligatoire qui inclut également des critères de salubrité des produits et de gestion de la SST. Le milieu agricole québécois pourrait étudier les avantages et les inconvénients de ce genre d'approche.

Ainsi, sans changements de paradigme dans la production agricole, les actions les plus efficaces en matière de prévention des risques professionnels, soit l'élimination, la réduction ou la substitution des dangers à la source, apparaissent comme un défi (219). Cela fait basculer, de fait, une part importante de l'effort de prévention sur les exploitations agricoles, les producteurs et leurs employés.

4.2 La prévention des risques par les mesures d'ingénierie et les mesures administratives

Les mesures administratives, peu investiguées dans cette étude, sont abordées ici, de manière extrêmement préliminaire. Elles n'en sont pas moins importantes et peuvent contribuer à mitiger le risque. La réalité des producteurs de pommes fait en sorte que ces mesures de SST risquent

d'être perçues comme des contraintes qui s'ajoutent, jour après jour, les unes aux autres. Une stratégie pourrait consister à mieux utiliser la réglementation existante. Par exemple, la nécessité d'obtenir un certificat pour pulvériser/surveiller une pulvérisation est une bonne mesure, mais le cours associé au certificat, non obligatoire, semble être apprécié de manière variable par les producteurs (232). Peut-être serait-il temps de réviser son contenu en mettant à contribution les producteurs, entre autres, et de redéfinir le périmètre de chacune des sections de ce cours? Notre expérience montre que les producteurs ont diverses sources d'information concernant la conduite culturale, la maintenance d'un pulvérisateur..., alors qu'en matière de SST, le réseau d'informateurs est peu élaboré. La révision pourrait donc consister à revoir à la hausse la part relative de la SST dans le cours et le guide d'apprentissage correspondant. La recension indique que pour bon nombre d'auteurs, l'amélioration des connaissances par le biais des formations obligatoires est une des mesures à considérer pour améliorer les performances de sécurité (233).

Lors de cette étude, il a été possible de constater que beaucoup d'intervenants et de producteurs agricoles misaient sur les tracteurs-cabines pour réduire l'exposition. Outre le coût élevé des cabines évoqué notamment par ceux qui n'en possèdent pas, les observations réalisées sur le terrain, les résultats de l'enquête, la lecture de la littérature normative et certaines discussions avec des membres de comités de normalisation, ont permis de documenter plusieurs lacunes relatives à la protection escomptée en utilisant un tracteur muni d'une cabine. Des défauts apparents d'étanchéité de la cabine ont été constatés à maintes reprises (passe-paroi pour le câblage électrique, joints d'étanchéité défectueux), ainsi que la présence d'essuie-glaces en nombre insuffisant et peu efficaces pouvant inciter les utilisateurs à ouvrir les fenêtres en cas de pulvérisation de certaines préparations. Par ailleurs, la difficulté à trouver de l'information sur l'entretien et la maintenance de tels équipements se traduit par des choix de filtres et des temps d'utilisation souvent inadéquats. La contamination de l'intérieur de la cabine associée aux sorties et réentrées répétées pendant la pulvérisation et à la présence de résidus sur les vêtements est la source d'une exposition indirecte soulignée par certains producteurs.

Du point de vue normatif, les faiblesses des tracteurs-cabines sont connues. Les premières normes américaines, adoptées par le CSA au Canada (234, 235), qui définissaient les performances nécessaires des cabines pour atteindre des niveaux définis de protection ont en effet été retirées, entre autres en raison des problèmes liés aux méthodes d'essai à mettre en œuvre pour qualifier les performances des cabines. Des problèmes de qualité dans le processus de fabrication et de design des cabines ont également mené à l'impossibilité de certifier des tracteurs neufs sortant de l'usine (104). Pour ces raisons, l'American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) a retiré ces normes et en a proposé une nouvelle série, qui demeure incomplète à ce jour (102, 236, 237). L'objectif de cette nouvelle série de normes, non adoptées par le Canada, est toutefois moins ambitieux, car il vise à guider les fabricants dans la conception de tracteurs-cabines plus sécuritaires. Ainsi, il incombera à un producteur agricole de définir ses besoins de protection en fonction de ses activités, dans le cadre d'un « système de gestion de la santé et de la sécurité du travail » qu'il aura mis en place au sein de son exploitation. Notre expérience auprès des producteurs de pommes laisse penser que la mise en place d'un tel système exigera beaucoup d'efforts auprès de la majorité d'entre eux, et donc que le choix du tracteur-cabine adapté sera extrêmement difficile à faire. De son côté, l'Union européenne a opté pour une classification des cabines en fonction de critères et exigences de performance (238). Même si les premiers tests réalisés sur des tracteurs-cabines en fonction avant la sortie de ces normes européennes indiquaient que de très petits nombres se classaient

parmi les plus performants, la diffusion de critères de performance devrait permettre une amélioration de la situation.

En ce qui a trait aux pulvérisateurs, de nombreux paramètres de conception pouvant influencer l'exposition ont pu également être déterminés lors des observations sur le terrain. Par exemple, les cuves contenant la bouillie à pulvériser ne disposent pas toutes d'un marchepied pour accéder à l'ouverture de remplissage, qui demeure inaccessible autrement, ce qui peut favoriser les contacts cutanés avec les parois externes contaminées par les résidus des pesticides. Cette contamination peut s'expliquer notamment par des débordements, lors du transfert du produit commercial pur dans la cuve, ou lors de pulvérisations antérieures. Inversement, la présence de systèmes d'aspiration des produits sur certains modèles de pulvérisateurs, permettant de réduire les manipulations, illustre la possibilité de concevoir des équipements qui favoriseraient la réduction de l'exposition.

Enfin, l'aménagement des lieux où sont entreposés et manipulés les pesticides reste problématique pour une forte proportion d'exploitations visitées. Le poids et la forme des contenants de pesticides, ainsi que la formulation des produits, sont d'autres déterminants des situations d'exposition. C'est durant l'étape de préparation de la bouillie que les producteurs de pommes perçoivent le plus grand nombre de risques, et qu'il y a le plus de contacts accidentels, avec de surcroît des produits concentrés. L'organisation du travail pourrait bénéficier d'améliorations nombreuses soutenues par de l'information, de la formation et de l'expertise technique (204, 205). Les exploitations agricoles étant souvent des lieux de vie où se côtoient tous les membres d'une famille (227), à plus forte raison dans les petits établissements, ce point dépasse la simple problématique de la santé et de la sécurité du travail.

4.3 La prévention des risques par l'utilisation d'équipements de protection individuelle

4.3.1 *L'existence, la désignation claire, la disponibilité commerciale et le coût des ÉPI*

L'examen de l'utilisation de la base de données d'exposition PHED lors de l'analyse du risque effectuée lors du processus d'homologation, montre que le port d'ÉPI est la principale mesure choisie pour réduire l'exposition à des niveaux jugés acceptables ou sécuritaires. Malgré notre requête auprès de l'ARLA, il n'a pas été possible de connaître la proportion de produits phytosanitaires homologués requérant des ÉPI pour maintenir l'exposition à un niveau sécuritaire. Un récent examen des étiquettes de produits phytosanitaires aux États-Unis (239) a montré que sur les 1868 étiquettes analysées, 1583 recommandent le port d'une chemise à manches longues et un pantalon long, 152 recommandent d'y ajouter une combinaison. Ces mêmes étiquettes recommandent, dans 1552 cas, des gants résistants aux produits chimiques, et dans 140 cas, aucun type de gant n'est requis. Compte tenu du rôle clé des ÉPI dans l'objectif de réduction des risques pesticides fixé par la loi, l'appréciation des possibilités de mise en œuvre de ce mécanisme constituait un objectif central de cette étude.

Il apparaît que la désignation claire d'un ÉPI pour la peau résistant contre les pesticides est problématique. L'imprécision des descriptions des ÉPI entraîne d'une part une interprétation variable chez les producteurs qui doivent faire leur choix. D'autre part, l'écart probable entre les

PI choisis par les producteurs et ceux utilisés lors des études PHED n'est pas pris en compte ou évalué lors de l'analyse de risque. L'examen de la littérature scientifique sur l'efficacité des vêtements de protection contre les pesticides, peu abondante, ne permet pas non plus d'apprécier l'ampleur de cette variabilité. Les essais de pénétration sur les matériaux en laboratoire rendent compte de différences selon leurs caractéristiques (160), mais ne sont pas directement transposables à la pénétration mesurée en conditions réelles.

La normalisation pourrait régler ce problème, en unifiant la désignation des vêtements de protection utilisés dans les études du type de celles constituant la PHED, sur les étiquettes, dans les guides et ceux qui sont effectivement utilisés. La normalisation sous-entend le développement d'une démarche particulière d'analyse des risques, de méthodes d'essai éprouvées, et l'approbation par consensus d'un comité de normalisation. Cette première étape est déjà atteinte avec la version actuelle de la norme ISO 27065 sur les vêtements de protection contre les pesticides (157). Les vertus d'une norme n'étant pas infinies, il conviendra de la mettre à jour, et de s'assurer, par des études de terrain, de la réelle efficacité de tels vêtements certifiés et de leur adéquation avec les besoins des producteurs, sur le plan du confort physiologique notamment. Dans notre cas, la création des indices de risques (cf. 3.3) nous permet, de manière préliminaire, de réduire à quelques-uns les pesticides qui devraient être choisis en priorité pour de telles études.

Il subsisterait alors le facteur de la disponibilité commerciale à examiner. En effet, l'existence d'une norme ne garantit pas que des vêtements certifiés sont pour autant fabriqués, et donc disponibles. Pour encourager une fabrication à grande échelle de tels vêtements, il faudrait que les grands manufacturiers de VPC, ou de nouveaux venus se lançant dans un segment économique de niche, y voient un retour sur investissement. Nous formulons l'hypothèse que l'adoption par le CSA de la norme ISO 27065, et la référence à une telle norme sur les étiquettes de produits phytosanitaires, devraient contribuer à créer un marché au Canada. Le Brésil apparaît comme le pays le plus avancé au regard de l'utilisation de la norme ISO 27065 (240), et un examen approfondi du système mis en place pourrait nourrir la réflexion au Canada.

Les producteurs de pommes du Québec se tournent en premier lieu vers leurs vendeurs de pesticides pour obtenir de l'information sur le choix des ÉPI, et pour se les procurer. Certains producteurs rencontrés ont exprimé leur frustration en expliquant qu'il était difficile de s'approvisionner en ÉPI. Une investigation rapide dans un petit nombre de magasins a permis de constater que le nombre d'ÉPI disponibles (pour les APR, les gants et les vêtements de protection) dans les magasins visités était faible. Le facteur « coût » serait également important pour le choix et l'achat des ÉPI selon certains auteurs (212). Cela ne semble pas être le cas pour les producteurs de pommes. Leur gestion des ÉPI, telle qu'appréciée à travers l'enquête, les observations et les entrevues (fréquence de changement de cartouche de protection respiratoire, nombre de gants faits de matériaux différents et fréquence de changement, réutilisation de vêtements jetables...) pourraient cependant les amener à sous-estimer le coût réel de la protection individuelle. Des producteurs ont toutefois déclaré qu'ils seraient prêts à payer ce qu'il fallait pour un ÉPI sûr et efficace.

Ainsi, il apparaît que la gestion de l'offre d'ÉPI, de la conception à la distribution de proximité, mériterait une réflexion étendue. La concertation avec les États-Unis, qui est un poids lourd

mondial en agriculture et un important partenaire commercial naturel du Canada, paraît d'autant plus prometteuse que des relations sont déjà établies entre l'ARLA et l'EPA.

4.3.2 Le respect de la consigne du port des ÉPI

Même si l'offre d'ÉPI efficaces, certifiés, facilement identifiables et disponibles était assurée, comment convaincre les producteurs d'adopter les ÉPI et de les porter? Cet élément est fondamental pour que l'ensemble du régime SST fonctionne; la sécurité et la conformité recherchées par les institutions ne pouvant reposer sur la coercition, particulièrement en agriculture (206, 241). Les résultats de la recension (57, 109) convergent, le port des ÉPI n'est pas assez étendu. Au Québec, les résultats publiés par le MAPAQ (99) et ceux de notre étude s'inscrivent dans la même tendance. Nos données tirées du questionnaire sur le port d'ÉPI ne concernent que les étapes de préparation de la bouillie et de pulvérisation. L'ensemble des tâches dites secondaires, impliquant une réentrée sur les parcelles traitées, n'ont été documentées que lors des entrevues. Les réponses recueillies dans le questionnaire en ce qui a trait au respect du délai de réentrée sont globalement assez positives. Nos données d'entrevues révèlent toutefois que la réentrée est un paramètre important à considérer, dans la mesure où les délais de réentrée sont en pratique peu respectés par les producteurs de pommes et qu'ils ne portent pas les ÉPI recommandés. De plus, les niveaux de contamination mesurés lors de l'exécution de ces tâches sont significatifs dans certaines cultures (108, 221). Des actions concertées pour favoriser une meilleure conformité à cette mesure doivent être recherchées.

Afin d'améliorer l'adhésion au port d'ÉPI et le taux de conformité au sein des exploitations agricoles, il est possible d'agir à différents niveaux. Nos investigations auprès des producteurs ont permis d'apprécier la complexité des situations dans lesquelles ils prennent leur décision concernant le port des ÉPI et d'en documenter un certain nombre des déterminants.

Les liens entre la perception et l'information sur les risques et le port des ÉPI constituent un large domaine de recherche, qui dépassait les objectifs de ce projet. Nos rencontres avec les producteurs ont cependant clairement établi le manque d'information claire sur les risques pesticides, et une utilisation des ÉPI qui n'est pas systématique ou rigoureuse. Ce type de résultat suggère qu'une information qui précise l'exposition et le risque dans des situations concrètes, et des recommandations claires qui tiennent compte à la fois des possibilités de la prévention à la source et des logiques d'action et des méthodes de travail habituelles des producteurs (108, 230, 242, 243), pourraient être intégrées à l'information et à la formation offertes sur l'utilisation des pesticides. Le message SST pourrait aussi être plus fortement intégré aux conseils des intervenants naturels dans le milieu (206, 222).

Il a été démontré que la seule disponibilité des ÉPI dans les exploitations encourageait leur utilisation (110), et que l'engagement explicite des chefs d'exploitation et des superviseurs en SST, ainsi que le soutien affiché à certaines mesures d'hygiène, favorisaient l'adoption d'un comportement sécuritaire par les employés (84, 244). Nos visites dans les entreprises ont toutefois révélé que les propriétaires producteurs ne font pas eux-mêmes une utilisation systématique des ÉPI et qu'ils ne se sentent pas outillés pour en contrôler le port par les salariés. Ce genre de constat a maintes fois été rapporté dans les petites entreprises (80, 81). Nous n'avons cependant pas étudié la situation des employés en ce qui a trait aux pratiques de SST sur les exploitations agricoles.

Un tiers environ des producteurs de pommes a identifié le confort et l'adaptation au travail des ÉPI comme des facteurs qui influencent la décision de les porter. Ceux-ci sont souvent considérés comme une contrainte. La littérature est à peu près unanime pour citer l'inconfort ressenti par les travailleurs agricoles portant des ÉPI (72, 106, 245, 246). L'inadaptation des équipements de protection aux tâches agricoles est également abordée (106, 247). La conception d'ÉPI qui tiennent compte des conditions réelles de travail sur le terrain et de l'activité des utilisateurs doit être considérée par la recherche et le développement comme une piste essentielle pour favoriser l'adoption et le port des ÉPI par les populations ciblées.

Pour la protection respiratoire, des cartouches spécifiquement approuvées en cas d'utilisation de pesticides (131) étaient auparavant disponibles commercialement. Elles furent par la suite remplacées par les cartouches « OV/P100 », appellation technique des cartouches recommandées sur les étiquettes actuelles. Une nouvelle approche pourrait consister en la création d'un type de cartouche dont les caractéristiques premières seraient de générer moins de résistance respiratoire, et donc plus de confort, ainsi qu'un temps de service plus limité, menant à une gestion des ÉPI beaucoup plus simple (pas de stockage, pas de réutilisation...). L'utilisation de fibres de carbone activé comme support de piégeage des vapeurs et des particules (248-251) semble à portée d'applications concrètes. Balanay et coll. (251) suggèrent leur utilisation dans des cartouches d'APR, efficaces sur des durées limitées, pour des publics comme les premiers répondants et le personnel d'urgence. Il est important de noter que ce besoin d'APR spécifique à un milieu n'est pas unique à l'agriculture.²⁹ Pour la protection cutanée, les recommandations canadiennes sont basées sur le port de vêtements classiques; un pantalon long et une chemise à manches longues sont ainsi considérés comme suffisamment protecteurs dans un certain nombre de cas. L'inconfort associé à la mise en œuvre de cette recommandation ne devrait pas être majeur, comparé aux autres recommandations qui supposent d'ajouter à cette tenue de base, une combinaison, ou une combinaison résistante aux produits chimiques. C'est en effet l'accumulation de couches de vêtements, et l'air entre ces couches qui créeraient une résistance au transfert de vapeur et de chaleur (253). De récents résultats tendraient à montrer que c'est la perméabilité à l'air qui est corrélée aux contraintes physiologiques (254). Dans la mesure où la perméabilité à l'air est inversement proportionnelle aux performances de protection (255), le choix de la protection cutanée appropriée est crucial, car une surprotection risque d'être dommageable pour la santé, tout autant que la sous-protection. Les innovations améliorant l'efficacité sans compromettre le confort consistent, entre autres, à enduire la surface externe des vêtements d'un matériau pour améliorer ses propriétés répulsives, ou encore à enrichir les textiles d'amidon ou de cellulose pour augmenter leurs capacités d'ab/adsorption, et, *in fine*, réduire le contact avec la peau (245). Les performances en matière de protection et de confort rapportées pour de tels matériaux et vêtements sont cependant encore peu documentées, et il est donc difficile d'en prédire l'acceptation par des utilisateurs agricoles.

C'est notamment pour explorer cette piste que s'est créé le consortium international de développement d'ÉPI pour les travailleurs agricoles. Il est constitué de chercheurs et d'experts en EPI, en textile, mais aussi de personnes provenant d'agences d'évaluation comme l'ANSES ou

²⁹ Conscients des impacts du non-respect du port d'APR dans le milieu de la santé révélé lors des crises du syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS), de la grippe H5N1 en 2005, puis H1N1 en 2009, des chercheurs ont proposé un cahier des charges pour un APR alternatif, appelé le « B95 », plus adapté que le classique « N95 » aux besoins particuliers du personnel de la santé (252).

l'EPA et de représentants de l'industrie des pesticides. Dans un premier temps, le consortium vise à développer, de manière concertée, des vêtements de protection capables d'obtenir la certification ISO 27065, et de les tester dans différents contextes agricoles, pour juger de leur durabilité et de leur acceptation par des travailleurs agricoles d'origine géographique variée. Le milieu québécois de la recherche sur les ÉPI pourrait solliciter la collaboration du milieu agricole pour évaluer sur le terrain l'efficacité de tels vêtements certifiés, ainsi que le niveau de confort physiologique. Les indices de risque développés dans ce travail, fondés sur la prépondérance de la peau comme porte d'entrée des pesticides dans le corps, pourraient alors jouer le rôle de boussole en priorisant les molécules et les formulations à mesurer.

La présentation d'un portrait multidimensionnel du contexte et des pratiques d'utilisation des pesticides et des ÉPI, et la discussion de la littérature scientifique pertinente nous ont amenés à émettre quelques suggestions pour réduire le risque lié aux pesticides. Elles seraient, selon leur nature, profitables pour l'ensemble du monde agricole, ou plus particulièrement pour la population des producteurs de pommes. La discussion de la pertinence et de l'adaptation de ces suggestions, ainsi que des actions concrètes à mettre en œuvre, appartient à l'ensemble des acteurs institutionnels et parties prenantes au dossier.

5. CONCLUSION

Ce projet a porté sur la prévention des risques chimiques liés à l'usage de pesticides chez les producteurs de pommes québécois. Une approche pluridisciplinaire, reposant sur plusieurs types de données et des perspectives complémentaires a été utilisée. Cette approche a permis de faire une investigation approfondie sur les ÉPI, de documenter le contexte et les pratiques d'utilisation des pesticides chez les producteurs de pommes québécois, et de classer les principaux pesticides utilisés en pomiculture en fonction des risques qu'ils présentent. Pour mettre en contexte le rôle de la protection individuelle, les améliorations envisageables par d'autres stratégies de prévention, telles l'élimination à la source ou l'implantation de mesures de protection collectives, ont également été considérées.

La mise en application de la réduction de l'utilisation des pesticides, voire leur élimination ou leur substitution, relève largement des institutions, et de la société qu'elles représentent. Les producteurs agricoles se retrouvent toutefois en première ligne, quotidiennement confrontés à des objectifs difficiles à concilier, soit réduire l'utilisation des pesticides, protéger l'environnement, produire des fruits parfaits, être compétitif face à la concurrence, assurer la survie de leur exploitation, et finalement protéger leur santé présente et future.

C'est l'ARLA, une agence du gouvernement fédéral canadien, qui autorise la mise sur le marché de pesticides au terme d'une procédure d'homologation, et qui filtre en quelque sorte les pesticides dont l'utilisation présenterait des risques inacceptables. Au Québec, la SPQA, dont le comité de suivi et de concertation est coordonné par le MAPAQ, vise à réduire les risques liés à l'utilisation de pesticides en milieu agricole. Elle promeut la mise en application de la lutte intégrée, qui se décline depuis une quinzaine d'années sous l'appellation de production fruitière intégrée (PFI) dans la production de pommes. Une majorité de producteurs expriment leur accord avec les principes de la PFI. Leur capacité à participer à un effort collectif et à effectuer des changements importants dans leurs méthodes de travail ne fait aucun doute. Du point de vue des pratiques phytosanitaires, cela se traduit par le choix de produits engendrant moins de risques pour la santé et l'environnement, et des pulvérisations ciblées dans le temps et l'espace. Cependant, les pressions environnementales et économiques amènent une majorité de producteurs à privilégier l'usage des pesticides ou des pratiques moins compatibles avec la PFI. En ce qui a trait à leur santé, le message actuel sur le risque lié aux pesticides ne donne pas tous les résultats attendus. Des actions concertées qui seraient appuyées notamment par les intermédiaires les plus présents et les plus crédibles pour les producteurs sont requises pour soutenir l'intégration de la protection de leur santé à l'ensemble des stratégies prioritaires des producteurs.

Les mesures de protection collectives pour prévenir le risque lié aux pesticides existent en milieu agricole, mais des corrections importantes relatives à la conception, à la commercialisation et à l'information pourraient améliorer leur efficacité. Les tracteurs-cabines, dont sont équipés deux producteurs de pommes sur trois, sont appréciés. Ils semblent cependant peu à même de remplir de manière optimale l'objectif de réduction de l'exposition dans les conditions actuelles. L'étude a révélé des problèmes d'étanchéité des cabines, et un réel manque d'information des producteurs quant au choix et à la gestion des filtres à air. Cette situation n'est pas particulière au Québec. En effet, l'examen des normes internationales et de la littérature scientifique en la matière confirme que la certification des cabines peut être problématique, et que les

performances ne sont pas toujours au rendez-vous. La conception des pulvérisateurs ne semble pas avoir intégré de manière routinière des aspects pratiques, comme l'accès facile à l'ouverture du réservoir ou la réduction des manipulations de produits lors du remplissage. L'analyse exploratoire de l'activité des producteurs a, d'autre part, permis d'identifier certains déterminants de l'exposition lors de la préparation de la bouillie et de la pulvérisation. Ainsi, outre la conception des équipements, l'aménagement des lieux d'entreposage et de remplissage, ainsi que le format des emballages et la formulation des pesticides, notamment, déterminent fortement les méthodes de travail et les situations d'exposition.

La protection individuelle joue *de facto* un rôle de premier plan en agriculture. Nos travaux ont permis de produire un état des lieux étoffé sur l'offre d'ÉPI contre les pesticides en agriculture, et sur leur utilisation par les producteurs de pommes québécois.

L'ARLA détermine les ÉPI nécessaires pour maintenir à un seuil acceptable l'exposition des producteurs agricoles aux pesticides et communique ses directives par le biais de l'étiquette apposée sur les produits. Les appareils de protection respiratoire requis lors de l'exposition aux pesticides doivent être certifiés, alors que les équipements de protection cutanée sont simplement décrits en des termes génériques. Cela pourrait avoir pour conséquence des choix inappropriés de vêtements de protection, qui n'atteignent pas le degré de protection attendu lors de l'évaluation du risque. Compte tenu du rôle clé des ÉPI dans la stratégie de prévention contre les pesticides, il apparaît donc important de désigner clairement des vêtements aux performances caractérisées. La norme ISO 27065, spécifique aux vêtements de protection contre les pesticides, pourrait être mise à profit, car elle propose de classer des vêtements selon trois niveaux de performances, à choisir en fonction du risque anticipé pour une situation de travail. La caractérisation de l'efficacité des vêtements de protection en conditions réelles de travail, en complément aux données de la normalisation, doit recevoir davantage d'attention, afin de rendre plus robustes les recommandations de vêtements de protection. Ainsi, l'offre actuelle d'ÉPI présente des lacunes, mais des améliorations sont possibles. Elles nécessiteraient un arrimage entre normalisation et réglementation, dans le cadre d'une consultation entre les fabricants de pesticides, les fabricants de vêtements de protection et les administrations publiques, car le marché des vêtements de protection contre les pesticides, local comme international, est à construire.

Outre les lacunes de l'offre des ÉPI, leur utilisation par les producteurs agricoles soulève beaucoup de questions. L'étude menée auprès des producteurs de pommes visait à mieux appréhender la réalité de leur métier. Il y a plus de 500 exploitations agricoles produisant des pommes au Québec, majoritairement de petites tailles. Les conditions d'homologation des pesticides et les nombreuses situations d'exposition rendent incontournable le recours aux ÉPI. Les producteurs disent toutefois qu'ils n'ont pas assez d'information claire sur le risque lié aux pesticides et sur la meilleure façon de s'en protéger. Nos données révèlent qu'un quart seulement des producteurs utilise l'étiquette des produits pour obtenir des informations sur le choix des ÉPI. De plus, ils ne font pas une utilisation systématique des ÉPI, un résultat maintes fois rapporté dans d'autres études en milieu agricole. La meilleure prise en compte du confort et de l'adaptation des ÉPI en conditions de travail réelles est une piste à étudier. L'effet combiné de la perception et de l'information sur le risque, et des contraintes temporelles et financières sur les pratiques de sécurité sont fréquemment évoqués dans la littérature scientifique. Des actions concertées de l'ARLA et des provinces pourraient assurer l'enrichissement de l'information sur

les ÉPI par le biais d'une formation obligatoire et récurrente requise pour l'utilisation des pesticides.

La présente étude apporte un éclairage sur la mise en œuvre du volet santé de la SPQA de 2013, et suggère des pistes d'amélioration. Pour la suite, la recherche multidisciplinaire en SST souhaite continuer à joindre ses efforts à ceux des parties prenantes et des acteurs institutionnels et scientifiques concernés par le développement durable de l'agriculture québécoise. La recherche en SST pourra s'appuyer sur la SPQA qui brosse le tableau des défis auxquels fait face le secteur québécois de l'agriculture en ce début de XXI^e siècle.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. *Donner le goût du Québec*, Livre vert pour une politique bioalimentaire. 2011.
2. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. *Plan stratégique 2011-2014*. 2012.
3. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. *Profil de la main-d'oeuvre agricole au Québec 2007*. 2009.
4. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. *Monographie de l'industrie de la pomme au Québec*. 2015.
5. Van Drooge HL, Groeneveld CN, Schipper HJ. « Data on application frequency of pesticide for risk assessment purposes ». *Annals of Occupational Hygiene*. 2001;45(1001):S95-S101.
6. Sauphanor B, Simon S, Boisneau C, Capowiez Y, Rieux R, Bouvier JC, et coll. « Protection phytosanitaire et biodiversité en agriculture biologique. Le cas des vergers de pommiers ». *Innovations agronomiques*. 2009;4:217-228.
7. Savoie L, De Oliveira D, Roy M. *Enquête sur les pratiques phytosanitaires des pomiculteurs québécois en 1990*. 1992.
8. Agence canadienne d'inspection des aliments. *Programme national de surveillance des résidus chimique*, rapport 2012-2013. 2014.
9. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. *Synthèse - Résidus de pesticides dans les fruits et légumes frais vendus au Québec 2007-2011*. 2012.
10. Agriculture et Agroalimentaire Canada. *Un aperçu de l'industrie canadienne de la pomme*, 2010. 2012.
11. Dorff E. *L'évolution du secteur canadien des fruits et légumes : de 1941 à 2011*. Statistiques Canada, 2014.
12. Statistiques Canada. *Enquête sur les fruits et légumes*. En ligne : <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a31?lang=fra&actionMode=tableDefinitions&id=3407>
13. Food and Agriculture Organization. En ligne : **Erreur ! Référence de lien hypertexte non valide.** <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. *Compilations spéciales*. 2015
14. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Institut de la statistique du Québec. *Profil sectoriel de l'industrie horticole au Québec*. 2014.
15. Statistiques Canada. *Recensement agriculture-compilations spéciales*. 2011.
16. Institut de la statistique du Québec. 2015. En ligne : <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/agriculture/pomiculture-pommes/index.html>.
17. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. *Monographie de l'industrie de la pomme au Québec*. 2011.
18. Fishel FM. *Pest management and pesticides: A historical perspective*. University of Florida, IFAS Extension. 2013;PI219:1-5.

19. Aktar MW, Sengupta D, Chowdhury A. « Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards ». *Interdisciplinary Toxicology*. 2009;2(1):1-12.
20. Canada. *Loi sur les produits antiparasitaires*, L.C., ch 28. 2002.
21. Québec. *Loi sur les pesticides*, ch P-9.3. 1997.
22. Santé Canada. *Rapport sur les ventes de produits antiparasitaires en 2011*. [2012].
23. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Bilan des ventes de pesticides au Québec, année 2011*. 2014.
24. Korol M. *La gestion des engrais et des pesticides au Canada*. Statistiques Canada, 2004.
25. Statistiques Canada. *Recensement agriculture-compilations spéciales*. 2006.
26. Statistiques Canada. *Recensement agriculture-compilations spéciales*. 2001.
27. Beaulieu MS, MacDonald T, Benbrook C, Mineau P. *Utilisation de pesticides et pratiques de lutte antiparasitaire des pomiculteurs canadiens*. Statistiques Canada, 2005.
28. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA). *Azinphos-méthyl décision de réévaluation RRD2004-05*. 2004.
29. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA). *Proposed re-evaluation decision Metiram PRVD2014-03*. 2014.
30. Zuskin E, Mustajbegovic J, Schachter EN, Kern J, Pavicic D. « Respiratory function in vineyard and orchard workers ». *American Journal of Industrial Medicine*. 1997;31(2):250-255.
31. Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, Alavanja MCR, Sandler DP. « Chemical predictors of wheeze among farmer pesticide applicators in the agricultural health study ». *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002;165(5):683-689.
32. Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, Henneberger PK, Kullman GJ, Coble J, et coll. « Pesticide use and adult-onset asthma among male farmers in the Agricultural Health Study ». *European Respiratory Journal*. 2009;34(6):1296-1303.
33. Ndlovu V, Dalvie MA, Jeebhay MF. « Pesticides and the airways-A review of the literature ». *Current Allergy and Clinical Immunology*. 2011;24(4):212-217.
34. Mothemela M. « Pesticides and dermatoses ». *Current Allergy and Clinical Immunology*. 2010;23(1):37-39.
35. Spiewak R. « Pesticides as a cause of occupational skin diseases in farmers ». *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2001;8(1):1-5.
36. Blanc-Lapierre A, Bouvier G, Garrigou A, Canal-Raffin M, Raherison C, Brochard P, et coll. « Effets chroniques des pesticides sur le système nerveux central : état des connaissances épidémiologiques ». *Revue d'épidémiologie et de santé publique*. 2012;60(5):389-400.
37. Snijder CA, te Velde E, Roeleveld N, Burdorf A. « Occupational exposure to chemical substances and time to pregnancy: a systematic review ». *Human Reproduction Update*. 2012;18(3):284-300.

38. Mackenzie Ross S, McManus IC, Harrison V, Mason O. « Neurobehavioral problems following low-level exposure to organophosphate pesticides: a systematic and meta-analytic review ». *Critical Reviews in Toxicology*. 2013;43(1):21-44.
39. Baldi I, Bouvier G, Cordier S, Coumoul X, Elbaz A, Gamet-Payrastre L, et coll. *Pesticides, effet sur la santé*. Inserm, 2013.
40. Baldi I, Lebailly P, Jean S, Rougetet L, Dulaurent S, Marquet P. « Pesticide contamination of workers in vineyards in France ». *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2006;16(2):115-124.
41. Hines CJ, Deddens JA, Coble J, Kamel F, Alavanja CR. « Determinants of captan air and dermal exposures among orchard pesticide applicators in the agricultural health study ». *Annals of Occupational Hygiene*. 2011;55(6):620-633.
42. Firth HM, Rothstein DS, Herbison GP, McBride DI. « Chemical exposure among NZ farmers ». *International Journal of Environmental Health Research*. 2007;17(1):33-43.
43. De Cock J, Heederick D, Kromhout H, Boleij JSM, Hock F, Wegh H, et coll. « Determinants of exposure to captan in fruit growing ». *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1998;59(3):166-172.
44. Alavanja MCR, Sandler DP, McDonnell CJ, Lynch CF, Pennybacker M, Zahm SH, et coll. « Characteristics of pesticide use in a pesticide applicator cohort: The Agricultural Health Study ». *Environmental Research*. 1999;80(2):172-179.
45. Lebailly P, Bouchart V, Baldi I, Lecluse Y, Heutte N, Gislard A, et coll. « Exposure to pesticides in open-field farming in France ». *Annals of Occupational Hygiene*. 2009;53(1):69-81.
46. Machera K, Goumenou M, Kapetanakis E, Kalamarakis A, Glass CR. « Determination of potential dermal and inhalation operator exposure to malathion in greenhouses with the whole body dosimetry method ». *Annals of Occupational Hygiene*. 2003;47(1):61-70.
47. Laughlin J. *Protective clothing for professional pesticide users*. Proceedings of the Second International Conference on Urban Pests 1996. p. 45-56.
48. Protano C, Guidotti M, Vitali M. « Performance of different work clothing types for reducing skin exposure to pesticides during open field treatment ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2009;83(1):115-119.
49. Work Safe BC. *Standard practices for pesticide applicators*. 2010.
50. Belleville D, Boudreault D, Carrier G. *Analyse des risques à la santé associés à l'exposition aux organophosphorés utilisés dans les vergers de la Montérégie*. Régie régionale de la santé et des services sociaux Montérégie, 1997.
51. Zhao MA, Yu A, Zhu YZ, Kim JH. « Potential dermal exposure to flonicamid and risk assessment of applicators during treatment in apple orchards ». *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 2015;12(8):D147-D152.
52. Moon JK, Park S, Kim E, Lee H, Kim JH. « Risk assessment of the exposure of insecticide operators to fenvalerate during treatment in apple orchards ». *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2013;61(2):307-311.

53. Choi H, Moon JK, Kim JH. « Assessment of the exposure of workers to the insecticide imidacloprid during application on various field crops by a hand-held power sprayer ». *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2013;61(45):10642-10648.
54. Kim E, Moon J-K, Lee H, Kim S, Hwang Y-J, Kim B-J, et coll. « Exposure and risk assessment of operators to insecticide acetamiprid during treatment on apple orchard ». *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*. 2013;31(2):239-245.
55. Kim E, Moon J-K, Choi H, Hong S-M, Lee D-H, Lee H, et coll. « Exposure and risk assessment of insecticide methomyl for applicator during treatment on apple orchard ». *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 2012;55(1):95-100.
56. Berthet A, Heredia-Ortiz R, Vernez D, Danuser B, Bouchard M. « A detailed urinary excretion time course study of captan and folpet biomarkers in workers for the estimation of dose, main route-of-entry and most appropriate sampling and analysis strategies ». *Annals of Occupational Hygiene*. 2012;56(7):815-828.
57. Hines CJ, Deddens JA, Coble J, Alavanja MCR. « Fungicide application practices and personal protective equipment use among orchard farmers in the agricultural health study ». *Journal of Agricultural Safety and Health*. 2007;13(2):205-223.
58. Fenske RA, Curl CL, Kissel JC. « The effect of the 14-day agricultural restricted entry interval on azinphosmethyl exposures in a group of apple thinners in Washington state ». *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2003;38(1):91-97.
59. Fenske RA, Simcox NJ, Camp JE, Hines CJ. « Comparison of three methods for assessment of hand exposure to azinphos-methyl (Guthion) during apple thinning ». *Applied Occupational and Environmental Hygiene*. 1999;14(9):618-623.
60. Simcox NJ, Camp J, Kalman D, Stebbins A, Bellamy G, Lee IC, et coll. « Farmworker exposure to organophosphorus pesticide residues during apple thinning in central Washington State ». *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1999;60(6):752-761.
61. De Cock J, Heederik D, Kromhout H, Boleij JS, Hoek F, Wegh H, et coll. « Exposure to captan in fruit growing ». *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1998;59(3):158-165.
62. Karr C, Demers P, Costa L, G., Daniell WE, Barnhart S, Miller M, et coll. « Organophosphate pesticide exposure in a group of Washington State orchard applicators ». *Environmental Research*. 1992;59(1):229-237.
63. McJilton CE, Berckman GE, Deer HM. « Captan exposure in apple orchards ». *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1983;44(3):209-210.
64. Hansen JD, Schneider BA, Olive BM, Bates JJ. « Personnel safety and foliage residue in an orchard spray program using Azinphosmethyl and Captan ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1978;7(1):63-71.
65. Wolfe HR, Armstrong JF, Staiff DC, Comer SW, Durham WF. « Exposure of apple thinners to parathion residues ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1975;3(3):257-267.

66. Garrigou A, Baldi I, Dubuc P. « Apports de l'ergotoxicologie à l'évaluation de l'efficacité réelle des ÉPI devant protéger du risque phytosanitaire : de l'analyse de la contamination au processus collectif d'alerte ». *Pistes*. 2008;10(1):17.
67. Garrigou A, Mohammed-Brahim B, Carballeda G, Pasquereau P, Thibault J-F, Teiger C. *L'usage des différentes formes de mesures en ergonomie et en ergotoxicologie : Mesurer pour connaître ou mesurer pour transformer?* Société d'ergonomie de langue française (SELF) 2013. p. 1-9.
68. Garrigou A. *Le développement de l'ergotoxicologie : une contribution de l'ergonomie à la santé au travail* [Mémoire d'habilitation à diriger des recherches]: Université de Bordeaux 2; 2010.
69. Jouzel J-N, Dedieu F. « Rendre visible et laisser dans l'ombre ». *Revue française de science politique*. 2013;63(1):29-49.
70. Palis F, Flor RJ, Warburton H, Hossain M. *Our farmers at risk : behaviour and belief system in pesticide safety*. *Journal of Public Health*. 2006;28(1):43-48.
71. Union régionale des caisses d'assurance maladie de Bretagne (URCAM), Direction régionale des affaires sanitaires et sociales de Bretagne (DRASS). *Perceptions des risques sanitaires encourus par les utilisateurs de pesticides*. 2003.
72. Nicol AM, Kennedy SM. « Assessment of pesticide exposure control practices among men and women on fruit-growing farms in British Columbia ». *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 2008;5(4):217-226.
73. Hubbell BJ, Carlson GA. « Effects of insecticide attributes on within-season insecticide product and rate choices: the case of U.S. apple growers ». *American Journal of Agricultural Economics* 1998;80(2):382-396.
74. Alavanja MCR, Sandler DP, McMaster SB, Zahm SH, McDonnell CJ, Lynch CF, et coll. « The Agricultural Health Study ». *Environmental Health Perspectives*. 1996;104(4):362-369.
75. Baldi I, Lebailly P, Rondeau V, Bouchart V, Blanc-Lapierre A, Bouvier G, et coll. « Levels and determinants of pesticide exposure in operators involved in treatment of vineyards : results of the pestexpo study ». *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2012;22(6):593-600.
76. Baker BA, Alexander BH, Mandel JS, Acquavella JF, Honeycutt R, Chapman P. « Farm family exposure study: methods and recruitment practices for a biomonitoring study of pesticide exposure ». *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*. 2005;15(6):491-499.
77. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. *Fiche d'enregistrement des producteurs-compilations spéciales*. 2010.
78. Champoux D, Brun J-P. « Dispositions, capacités et pratiques de SST dans les petites entreprises: opinions de patrons, d'employés et d'intervenants en SST au Québec ». *Pistes*. 2010;12(2):18.

79. MacEachen E, Kosny A, Scott-Dixon K, Facey M, Breslin FC, Kyle N. « Workplace health understandings and processes in small businesses: A systematic review of the qualitative literature ». *Journal of Occupational Rehabilitation* 2010;20(2):180-198.
80. MacEachen E, Breslin C, Kyle N, Irvin E, Kosny A, Bigelow P. *Effectiveness and implementation of health and safety programs in small enterprises: A systematic review of quantitative and qualitative literature*. Institute for Work and Health, 2008.
81. Walters D. *Health and safety in small enterprises. European strategies for managing improvement*. Peter Lang International Academic Publishers, Brussels, 2001.
82. Curwin B, Sanderson W, Reynolds S, Hein M, Alavanja M. « Pesticide use and practices in an Iowa farm. Family pesticide exposure study ». *Journal of Agricultural Safety and Health*. 2002;8(4):423-433.
83. Kearney GD, Xu X, Balanay JA, Allen DL, Rafferty AP. « Assessment of personal protective equipment use among farmers in eastern north carolina: a cross-sectional study ». *Journal of Agromedicine*. 2015;20(1):43-54.
84. Perry MJ, Marbella A, Layde PM. « Association of pesticide safety beliefs and intentions with behaviors among farm pesticide applicators ». *American Journal of Health Promotion*. 1999;14(1):18-21.
85. Stocks SJ, Turner S, Carder M, Hussey L, McNamee R, Agius RM. « Medically reported work-related ill-health in the UK agricultural sector ». *Occupational Medicine*. 2010;60(5):340-347.
86. Bekal S, Burigusa G, Dion R, Gervais C, Richardson M, Samuel O. *Une politique bioalimentaire pour un Québec en santé : mémoire déposé dans le cadre de la consultation générale sur le Livre vert pour une politique bioalimentaire*. INSPQ, 2011.
87. Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST). *Saviez-vous que... Travaillez sur une ferme c'est dangereux ?* 2011.
88. Routt Reigart J, Roberts JR. *Recognition and management of pesticide poisonings*. 1999.
89. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. *Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021*. 2011.
90. Kovach J, Petzoldt C, Degni J, Tette J. « A method to measure the environmental impact of pesticides ». *New York's Food and Life Sciences Bulletin*. 1992;139:2-8.
91. Chouinard G, Dieni A. *Production fruitière intégrée 2015*. 2015. En ligne : https://www.agrireseau.net/documents/Document_89426.pdf.
92. Samuel O, Dion S, St-Laurent L, April M-H. *Indicateur de risque des pesticides du Québec - IRPeQ - Santé et environnement*, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Institut national de santé publique du Québec. 2007.
93. Chouinard G, Kovach J, Bellerose S, Cormier D, Pelletier F. *Pesticide risk indicators and apple production systems in northeastern north america: A case study*. IFTA; Tasmania, Australia. 2007. p. 15-9.

94. Samuel O, St-Laurent L, Dumas P, Langlois E, Gingras G. *Pesticides en milieu serricole: caractérisation de l'exposition des travailleurs et évaluation des délais de réentrée*: Rapport de recherche R-315, IRSST, 2002. En ligne : <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/r-315.pdf>.
95. Québec. Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides, ch P-9.3 r-2 . 1997.
96. Vanoosthuyse F, Phillion V, Chouinard G, Cormier D, Tardif J. *Entrepôt à pesticides au verger de l'IRDA*. 2011.
97. Mulqueen P. « Recent advances in agrochemical formulation ». *Advances in Colloid and Interface Science*. 2003;106(1-3):83-107.
98. Landers A, Helms M. *Solutions for safer spraying. Reducing risk of pesticide exposure through use of engineering controls*. 2004:1-4.
99. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. *Indicateur de la gestion intégrée des ennemis des cultures-résultats 2012*. 2014.
100. Coffman CW, Stone JF, Slocum AC, Landers AJ, Schwab CV, Olsen LG, et coll. « Use of engineering controls and personal protective equipment by certified pesticide applicators ». *Journal of Agricultural Safety and Health*. 2009;15(4):311-326.
101. États-Unis. *Part170-Worker protection standard*. 2007.
102. American National Standards Institute (ANSI), American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE). *ANSI/ASABE S613-2.1-Tractors and self-propelled machinery for agriculture - Air quality systems for cabs - Part2: Cab & HVAC design*. 2013.
103. Comité européen de normalisation (CEN). *EN 15695 1-Agricultural tractors and self propelled sprayers- Protection of the operator (driver) against hazardous substances- Part 1: Cab classification, requirement and test procedures*. 2009.
104. Job RW. *ASABE AETC PM23/2/1 Environmental Cabs*. ASABE 2013.
105. Andrews MC. *Advisory on maintenance of enclosed cabs*. 2002. p. 2.
106. Carpenter WS, Lee BC, Gunderson PD, Stueland DT. « Assessment of personal protective equipment use among midwestern farmers ». *American Journal of Industrial Medicine*. 2002;42(3):236-247.
107. Perry MJ, Marbella A. « Compliance with required pesticide-specific protective equipment use ». *American Journal of Industrial Medicine*. 2002;41(1):70-73.
108. MacFarlane E, Chapman A, Benke G, Meaklim J, Sim M, McNeil J. « Training and other predictors of personal protective equipment use in Australian grain farmers using pesticides ». *Occupational and Environmental Medicine*. 2008;65(2):141-146.
109. Isin S, Yildirim I. « Fruit-growers' perceptions on the harmful effects of pesticides and their reflection on practices: The case of Kemalpaşa, Turkey ». *Crop Protection*. 2007;26(7):917-922.

110. Strong LL, Thompson B, Koepsell TD, Meischke H. « Factors associated with pesticide safety practices in farmworkers ». *American Journal of Industrial Medicine*. 2008;51(1):69-81.
111. Arbuckle TE, Cole DC, Ritter L, Ripley BD. « Biomonitoring of herbicides in Ontario farm applicators ». *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*. 2005;31(SUPPL. 1):90-97.
112. Garrigou A, Baldi I, Le Frious P, Anselm R, Vallier M. « Ergonomics contribution to chemical risks prevention : an ergotoxicological investigation of the effectiveness of coverall against plant pest risk in viticulture ». *Applied Ergonomics*. 2011;42(2):321-330.
113. Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. *Efficacité de protection chimique des combinaisons de protection chimique - Constat de l'efficacité de protection chimique des combinaisons de type 3 et 4 au regard de la perméation*. 2010.
114. Desrosiers R, Bourque J-F, Brochu Y, Duchesne R-M, Gingras B, Laurin Y, et coll. *Pesticides et agriculture*. Ministère du développement durable de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, ministère de la Santé et des Services Sociaux, 2003.
115. Labrecque S. *Pesticides en agriculture*. CSST,UPA, ministère de la Santé et des Services Sociaux, 2002.
116. Agriculture et Agroalimentaire Canada. *Profil de la culture de la pomme au Canada*., 2009.
117. Cole ST. « Comparing Mail and Web-Based Survey Distribution Methods: Results of Surveys to Leisure Travel Retailers ». *Journal of Travel Research*. 2005;43:422-430.
118. Ekman A, Dickman PW, Klint A, Weiderpass E, Litton JE. « Feasibility of using web-based questionnaires in large population-based epidemiological studies ». *European Journal of Epidemiology*. 2006;21(2):103-111.
119. Vermeulen R, Stewart P, Kromhout H. « Dermal exposure assessment in occupational epidemiologic research ». *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*. 2002;28(6):371-385.
120. Wilschut A, Ten Berge WF, Robinson PJ, McKone TE. « Estimating skin permeation. The validation of five mathematical skin permeation models ». *Chemosphere*. 1995;30(7):1275-1296.
121. Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. 2011. En ligne : <http://www.cchst.ca/oshanswers/prevention/ppe/designin.html>.
122. Québec. Loi sur la santé et la sécurité du travail, ch S-2.1. 1979.
123. Québec. Règlement sur la santé et la sécurité du travail, ch S-2.1 r-13. 2015.
124. États-Unis. *Occupational safety and health standards, Part 1910*. 2007.
125. Union européenne. Directive (89/656/CEE) du 30 novembre 1989 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour l'utilisation par les travailleurs au travail d'équipements de protection individuelle. 1989.

126. Association canadienne de normalisation (CSA). *CAN/CSA Z94.3-07 - Protecteurs oculaires et faciaux*. 2007.
127. American National Standards Institute (ANSI). *ANSI Z87.1-2003 - Practice for occupational and educational eye and face protection*. 2009.
128. Union européenne. Directive (89/686/CEE) du 21 décembre 1989 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux équipements de protection individuelle. 1989.
129. Lara J, Vennes M. *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec*. 2002.
130. Association canadienne de normalisation (CSA). *CSA Z94.4-93 - Selection, Use, and Care of Respirators*. Occupational Health and Safety. 1993.
131. États-Unis. *Approval of respiratory protective devices, CFR 42-Part 84*. 1995.
132. Québec. Code de gestion des pesticides, ch P-9.3 r-1. 2014.
133. Québec. Loi sur la qualité de l'environnement, ch Q-2. 2011.
134. Santé Canada. Évaluation du Programme sur les pesticides 2010-2011 à 2013-2014. 2015. En ligne : http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/alt_formats/pdf/performance/eval/pesticide-pesticides-2010-2014-fra.pdf
135. Groupe de travail sur l'éducation la formation et la certification en matière de pesticides(GTEFCP). *Tronc commun, utilisation des pesticides - Connaissances fondamentales requises pour la formation sur les pesticides au Canada*. 2003.
136. Groupe de travail sur l'éducation la formation et la certification en matière de pesticides(GTEFCP). *Norme pour l'éducation, la formation et la certification en manière de pesticides au Canada*. 2005.
137. États-Unis. Federal insecticide, fungicide, and rodenticide act. 2012.
138. Union européenne. Règlement (CE) 1107/2009 du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil. 2009.
139. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA). *Cadre décisionnel pour l'évaluation et la gestion des risques à l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire*. 2000.
140. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA). *Canadian PHED tables, final version*. 2002.
141. Gerritsen-Ebben RMG, Brouwer DH, Van Hemmen JJ. *Effective Personal Protective Equipment - Default setting of PPE for registration purposes of agrochemical and biocidal pesticides*. Rapport TNO V7333, 2007.
142. Black C, Shaw A, Harned C. *A dialog; PPE for dermal protection. The pesticide stewardship alliance*; Savannah, GA.2015.
143. Dethier L, Durand N, Ferland C. *Utilisation des pesticides en milieu agricole*. SOFAD, 2012.

144. Mayer A, Garbowsky C. *Les vêtements de protection. Choix et utilisation*. Rapport INRS ED 995, 2007.
145. American National Standards Institute (ANSI), International safety equipment association (ISEA). *ANSI/ISEA 103-American National Standard for Classification and Performance Requirements for Chemical Protective Clothing*. 2010.
146. Organisation internationale de normalisation (ISO). *ISO 16602 - Vêtements de protection contre les produits chimiques - Classification, étiquetage et exigences de performances*. 2007.
147. Association française de normalisation (AFNOR). *NF EN 14325 - Vêtement de protection contre les produits chimiques. Méthodes d'essai et classification de performance des matériaux, coutures, jonctions et assemblages des vêtements de protection chimique*. 2004.
148. Association française de normalisation (AFNOR). *FD S 74-600 - Équipements de protection individuelle. Traitements phytosanitaires. Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien, le stockage et l'élimination des équipements de protection cutanée*. 2006.
149. Organisation internationale de normalisation (ISO). *ISO 17491-4 - Protective clothing — Test methods for clothing providing protection against chemicals. Part 4 : Determination of resistance to penetration by a spray of liquid (spray test)*. 2008.
150. Organisation internationale de normalisation (ISO). *ISO 17491-3 - Protective clothing — Test methods for clothing providing protection against chemicals. Part 3 : Determination of resistance to penetration by a jet of liquid (jet test)*. 2008.
151. Lee S, Obendorf SK. « A statistical model to predict pesticide penetration through nonwoven chemical protective fabrics ». *Textile Research Journal*. 2001;71(11):1000-1009.
152. Jain R, Raheel M. « Barrier efficacy of woven and nonwoven fabrics used for protective clothing: Predictive models ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2003;71(3):437-446.
153. Organisation internationale de normalisation (ISO). *ISO 6529 - Protective clothing — Protection against chemicals — Determination of resistance of protective clothing materials to permeation by liquids and gases*. 2001.
154. Organisation internationale de normalisation (ISO). *ISO 6530 - Protective clothing — Protection against liquid chemicals — Test method for resistance of materials to penetration by liquids*. 2005.
155. German institute for standardization (DIN). *DIN32781- Protective clothing - Protective suits against pesticides*. 2010.
156. American society for testing and materials (ASTM international). *ASTM F2669-12 - Standard performance specification for protective clothing worn by operators applying pesticides*. 2012.
157. Organisation internationale de normalisation (ISO). *ISO 27065 - Vêtements de protection - Exigences de performance pour les vêtements de protection portés par les opérateurs appliquant des pesticides liquides*. 2011.

158. Association française de normalisation (AFNOR). *NF EN 14786 - Vêtements de protection-Détermination de la résistance à la pénétration par les produits chimiques liquides pulvérisés, les émulsions et les dispersions-Essai de pulvérisation*. 2006.
159. Organisation internationale de normalisation (ISO). *ISO 22608:2004 - Vêtements de protection - Protection contre les produits chimiques liquides - Mesurage de la répulsion, de la rétention et de la pénétration des formulations de pesticides liquides à travers les matériaux des vêtements de protection*. 2004.
160. Shaw A, Schiffelbein P. *Protective clothing for pesticide operators: Part i - selection of a reference test chemical for penetration testing*. *International journal of occupational safety and ergonomics*. 2015;1-13.
161. Machera K, Tsakirakis A. *Dermal exposure of pesticide applicators as a measure of coverall performance under field conditions*. *annals of occupational hygiene*. 2009;53(6):573-584.
162. Tsakirakis AN, Kasiotis KM, Charistou AN, Arapaki N, Tsatsakis A, Tsakalof A, et coll. « Dermal and inhalation exposure of operators during fungicide application in vineyards. Evaluation of coverall performance ». *Science of the Total Environment*. 2014;470-471:282-289.
163. Nigg HN, Stamper JH, Easter E, DeJonge JO. « Protection afforded greenhouse pesticide applicators by coveralls : a field test ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1993;25(4):529-533.
164. Fenske RA. State-of-the-art measurement of agricultural pesticide exposures. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*. 2005;31(1):67-73.
165. Organisation for economic co-operation and development (OCDE). *Guidance document for the conduct of studies of occupational exposure to pesticides during agricultural application*. 1997.
166. Tsakirakis AN, Kasiotis KM, Arapaki N, Charistou A, Tsatsakis A, Glass CR, et coll. « Determination of operator exposure levels to insecticide during bait applications in olive trees: Study of coverall performance and duration of application ». *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2011;214(1):71-78.
167. Lesmes-Fabian C, Garcia-Santos G, Leuenberger F, Nuyttens D, Binder CR. « Dermal exposure assessment of pesticide use: the case of sprayers in potato farms in the Colombian highlands ». *Science of the Total Environment*. 2012;430:202-208.
168. Fenske RA. « Comparative assessment of protective clothing performance by measurement of dermal exposure during pesticide applications ». *Applied Industrial Hygiene*. 1988;3(7):207-213.
169. Krieger RI, Dinoff TM, Korpalski S, Peterson J. « Protectiveness of Kleengard LP and Tyvek-Saranex 23-P during mixing/loading and airblast application in treefruits ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 1998;61(4):455-461.
170. Vitali M, Protano C, Del Monte A, Ensabella F, Guidotti M. « Operative modalities and exposure to pesticides during open field treatments among a group of agricultural

- subcontractors ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2009;57(1):193-202.
171. Norton MJT, Drake CR, Young RW. « Protectiveness of gore-tex and pvc spray suits in orchard pesticide spraying ». *Journal of Environmental Science and Health*. 1988;B23(6):623-641.
172. Espanhol-Soares M, Nociti LAS, Goncalves Machado-Neto J. « Procedures to evaluate the efficiency of protective clothing worn by operators applying pesticide ». *Annals of Occupational Hygiene*. 2013;57(8):1041-1053.
173. Rubino FM, Mandic-Rajcevic S, Ariano E, Alegakis A, Bogni M, Brambilla G, et coll. « Farmers' exposure to herbicides in North Italy: assessment under real-life conditions in small-size rice and corn farms ». *Toxicology Letters*. 2012;210(2):189-197.
174. Aprea C, Terenzoni B, De Angelis V, Sciarra G, Lunghini L, Borzacchi G, et coll. « Evaluation of skin and respiratory doses and urinary excretion of alkylphosphates in workers exposed to dimethoate during treatment of olive trees ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2004;48(1):127-134.
175. Chester G, Adam AV, Inkmann Koch A, Litchfield MH, Tiunman CP. *Field evaluation of protective equipment for pesticide operators in a tropical climate*. *Medicina del lavoro*. 1990;81(6):480-488.
176. Fenske RA, Blacker AM, Hamburgert SJ, Simon GS. « Worker exposure and protective clothing performance during manual seed treatment with Lindane ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1990;19(2):190-196.
177. Nigg HN, Stamper JH, Easter EP, Mahon WD, DeJonge JO. « Protection afforded citrus pesticide applicators by coveralls ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1990;19(5):635-639.
178. Stamper JH, Nigg HN, Mahon WD, Nielsen AP, Royer MD. « Pesticide exposure to greenhouse handgunners ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1989;18(4):515-529.
179. Nigg HN, Stamper JH, Queen RM. « Dicofol exposure to Florida citrus applicators : effects of protective clothing ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1986;15(1):121-134.
180. Putnam AR, Willis M, D., Binning LK, Boldt PF. « Exposure of pesticide applicators to Nitrofen : Influence of formulation, handling systems, and protective garments ». *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 1983;31(3):654-660.
181. Davies JE, Freed VH, Enos HF, Duncan RC, Barquet A, Morgade C, et coll. « Reduction of pesticide exposure with protective clothing for applicators and mixers ». *Journal of Occupational Medicine*. 1982;24(6):464-468.
182. Obendorf SK, Csiszár E, Maneefuangfoo D, Borsa J. « Kinetic transport of pesticide from contaminated fabric through a model skin ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2003;45(2):283-288.

183. Zhang X, Raheel M. « Statistical model for predicting pesticide penetration in woven fabrics used for chemical protective clothing ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2003;70(4):652-659.
184. Lee S, Obendorf SK. « Statistical model of pesticide penetration through woven work clothing fabrics ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2004;46(1):1-9.
185. Hobbs NE, Oakland BG, Hurwitz MD. *Effects of barrier finishes on aerosol spray penetration and comfort of woven and disposable nonwoven fabrics for protective clothing. Performance of protective clothing*. 1986;ASTM STP 900:151-161.
186. Leonas KK, DeJonge JO. *Effect of functional finish barriers on pesticide penetration. Performance of protective clothing*. 1986;ASTM STP 900:177-186.
187. Shaw A, Lin Y. « Effects of laundering upon the removal of atrazine and metolachlor from cotton, cotton/polyester, and polyester fabrics treated with fluorochemical finishes ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2001;66(3):319-325.
188. Oliveira ML, Machado-Neto JG. « Permeability of two types of cotton fabric used in personal protective clothing to the insecticide methamidophos ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2005;75(6):1156-1162.
189. Everris NA Inc. Truban® Fongicide 2012. En ligne : http://everris.us.com/sites/default/files/truban_30WP_specimen_label_CA.pdf.
190. Staiff DC, Davis JE, Stevens ER. « Evaluation of various clothing materials for protection and worker acceptability during application of pesticides ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1982;11(4):391-398.
191. Leonas KK. « Effect of pesticide formulation on transmission : a comparison of three formulations ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 1991;46(5):697-704.
192. Laughlin JM, Easley CB, Gold RE, Hill RM. *Fabric parameters and pesticide characteristics that impact on dermal exposure of applicators. Performance of protective clothing*. 1986;ASTM STP 900:136-150.
193. Schwoppe AD, Goydan R, Ehntholt D, Frank U, Nielsen A. « Permeation resistance of glove materials to agricultural pesticides ». *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1992;53(6):352-361.
194. Roff M. « The short-term protective effects of 'non-PPE' gloves used by greenhouse workers ». *Annals of Occupational Hygiene*. 2015;59(8):1044-1057.
195. Cohen HJ, Liverman CT. « Certifying personal protective technologies ». *The National Academies Press*, Washington D.C., 2011.
196. Gao B, Tao C, Ye J, Ning J, Mei X, Jiang Z, et coll. « Measurement of operator exposure to chlorpyrifos ». *Pest management science*. 2013;70(4):636-641.
197. Miguelino ES. « A meta-analytic review of the effectiveness of single-layer clothing in preventing exposure from pesticide handling ». *Journal of Agromedicine*. 2014;19(4):373-383.

198. Raheel M. « Pesticide transmission in fabrics : effect of perspiration ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 1991;46(6):837-844.
199. Brouwer DH, Marquart H, Van Hemmen JJ. « Proposal for an approach with default values for the protection offered by PPE, under European new or existing substance regulations ». *Annals of Occupational Hygiene*. 2001;45(7):543-553.
200. Bourdieu P. *Raisons pratiques. Sur la théorie de l'action*. Édition du Seuil, Paris, 1994.
201. Crozier M, Friedberg E. *L'acteur et le système*. Édition du Seuil, Paris, 1977.
202. Giddens A. *The Constitution of Society. Outline of the theory of structuration*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1984.
203. Lambert M, Grimbuhler S. *Rôle de la perception de la sécurité dans la performance sécuritaire: étude de cas des viticulteurs de la région Bordelaise*. Société d'ergonomie de langue française (SELF); 2015; Paris.
204. Davillerd C. *Prévention et port des équipements de protection individuelle. 4. L'utilisation de produits phytosanitaires*. Rapport INRS NS 213, 2001.
205. Fiske T, Earle-Richardson E. « Farm safety research to practice: The long road from the laboratory to the farm ». *Journal of Agromedicine*. 2013;18(1):11-17.
206. Olsen K, Harris L-A, Laird I, Legg S, Perry M, Hasle P. « Differential intervention strategies to improve the management of hazardous chemicals in small enterprises ». *Policy and Practice in Health and Safety* 2010;8(2):57-76.
207. Vaughan E. « Chronic exposure to an environmental hazard: risk perceptions and self-protective behavior ». *Health psychology*. 1993;12(1):74-85.
208. Arcury TA, Quandt SA, Russell GB. « Pesticide safety among farmworkers: perceived risk and perceived control as factors reflecting environmental justice ». *Environmental Health Perspectives*. 2002;110(2):233-240.
209. Perry MJ, Marbella AMS, Layde PM. « Association of Pesticide Safety Knowledge With Beliefs and Intentions Among Farm Pesticide Applicators ». *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 2000;42(2):187-193.
210. Avory G, Coggon D. « Determinants of Safe Behaviour in Farmers when Working with Pesticides ». *Occupational Medicine*. 1994;44(5):236-238.
211. Dellavalle CT, Hoppin JA, Hines CJ, Andreotti G, Alavanja MC. « Risk-accepting personality and personal protective equipment use within the Agricultural Health Study ». *Journal of Agromedicine*. 2012;17(3):264-276.
212. Matthews GA. « Attitudes and behaviours regarding use of crop protection products—A survey of more than 8500 smallholders in 26 countries ». *Crop protection*. 2008;27(3-5):834-846.
213. Schenker MB, Orenstein MR, Samuels SJ. « Use of protective equipment among California farmers ». *American Journal of Industrial Medicine*. 2002;42(5):455-464.
214. Spoljar P. « Modernisation de l'agriculture et santé mentale: les contradictions au travail ». *Pistes*. 2015;17(1):26.

215. Salaris C. « Agriculteurs victimes des pesticides: une nouvelle mobilisation collective en santé au travail ». *La nouvelle revue du travail* 2014;4.
216. Chouinard G, Zoghalmi S, Pelletier F. *Enquête sur l'adoption des pratiques de production fruitière intégrée (PFI) dans les différentes régions pomicoles du Québec et recommandations pour son implantation*. IRDA, 2008.
217. Butault J, Dedryver CA, Gary C, Guichard L, Jacquet F, Meynard JM, et coll. *Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides?* 2010.
218. VanTassell LW, Ferrell MA, Yang B, Legg DE, Lloyd, JE. « Pesticide practices and perceptions of Wyoming farmers and ranchers ». *Journal of Soil and Water Conservation*. 1999;54(1):410-414..
219. Cinq-Mars J. Rapport du Vérificateur général du Québec à l'Assemblée nationale pour l'année 2016-2017, Rapport du commissaire au développement durable. (2016)
220. Brunier S. « Le travail des conseillers agricoles entre prescription technique et mobilisation politique » (1950-1990). *Sociologie du travail*. 2015;57(1):104-125.
221. Baldi I, Lebailly P, Bouvier G, Rondeau V, Kientz-Bouchart V, Canal-Raffin M, Garrigou A. « Levels and determinants of pesticide exposure in re-entryworkers in vineyards: Results of the PESTEXPO study ». *Environmental Research* 2014;132:360-369.
222. Schenk L, Wester BA. « Covert chemicals, tangible trust: risk management of chemicals in the workplace ». *Policy and Practice in Health and Safety* 2014 :12(1) :91-106
223. Tucker M, Napier TL. « Perceptions of risk associated with use of farm chemicals : implications for conservation initiatives ». *Environmental management*. 1998;22(4):575-587.
224. Aggarwal M, Battalora M, Fisher P, Huser A, Parr-Dobrzanski R, Soufi M, et coll. « Assessment of in vitro human dermal absorption studies on pesticides to determine default values, opportunities for read-across and influence of dilution on absorption ». *Regulatory Toxicology Pharmacology*. 2014;68(3):412-423.
225. Brand RM, Mueller C. « Transdermal penetration of Atrazine, Alachlor, and Trifluralin: effect of formulation ». *Toxicological Sciences*. 2002;68(1):18-23.
226. Lopez Camelo AF. *Manuel pour la préparation et la vente des fruits et des légumes - du champ au marché*. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture: 2007.
227. Burigusa G, Girard S-A, Gagné M, Maurice P. *Avis de santé publique sur la prévention des traumatismes à la ferme au Québec*. Institut national de santé public du Québec, 2011.
228. Jas N. « Public health and pesticide regulation in France before and after silent spring ». *History and Technology : an International journal*. 2007;23(4):369-388.
229. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Bilan des ventes de pesticides au Québec 2012*. 2015.
230. Galt RE. « From homo economicus to complex subjectivities: Reconceptualizing farmers as pesticide users ». *Antipode* 2013;45(2):336-356.

231. Eakin JM, Lamm F, Limborg HJ. *International perspective on the promotion of health and safety in small workplaces. In: Systematic occupational health and safety management; perspectives on an international development*. Edition Pergamon, Amsterdam, 2000. p. 227-48.
232. Dumas-Quesnel M, Formation en SST. Animation scientifique - Utilisation des pesticides dans l'agriculture; 2014; IRSST.
233. Ali W, Clayden C, Weir R. « Attitudes and behaviours towards pesticide risk reduction ». New Zealand Health Technology Assessment, 2006.
234. Association canadienne de normalisation (CSA). *M676-06 (ANSI/ASABE S525-1.2 JAN03)-Agricultural cabs - Engineering control of environmental air quality. Part 1: Definitions, test methods, and safety practices*. 2006.
235. Association canadienne de normalisation (CSA). *CSA M677-99-Agricultural cabs - Environmental air quality. Part 2 : Pesticide vapor filters - Test procedure and performance criteria*. 1999.
236. American National Standards Institute (ANSI), American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE). *ANSI/ASABE S613-3-Tractors and self-propelled machinery for agriculture - Air quality systems for cabs - Part3: Filters for environmental cab HVAC systems*. 2013.
237. American National Standards Institute (ANSI), American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE). *ANSI/ASABE S613-1-(R2013)-Tractors and self-propelled machinery for agriculture - Air quality systems for cabs - terminology and overview*. 2014.
238. Comité européen de normalisation (CEN). *EN 15695-2-Agricultural tractors and self-propelled sprayers- Protection of the operator (driver) against hazardous substances - Part 2: Filters, requirements and test procedures*. 2009.
239. Shaw A., Harned C. « Analysis of personal protective equipment requirements on labels of pesticides for agricultural use ». *Journal of Pesticide Safety Education* 2013;15:17-29
240. National Association of State Departments of Agriculture Research Foundation (NASDA). *Personal protective equipment for agricultural pesticide operators: policies, process, and standards/certifications required in the United States, European Union, and Brazil*. 2013.
241. Chaumény C. « La nouvelle approche en prévention-inspection: convaincre, soutenir, contraindre ». *Prévention au travail* 1996;9(3):7-14.
242. Garrigou A, Baldi I, Jackson M. « The use of pesticides in French viticulture: a badly controlled technology transfer! » *Work* 2012;41(Supplement 1):19-25.
243. Feola G., Binder C. « Why don't pesticide applicators protect themselves? exploring the use of personal protective equipment among Colombian smallholders ». *International Journal of Occupational and Environmental Health* 2010;16(1):11-23.
244. Mayer B, Flocks J, Monaghan P. « The role of employers and supervisors in promoting pesticide safety behavior among Florida farmworkers ». *American Journal of Industrial Medicine*. 2010;53(8):814-824.

245. Obendorf SK. *Improving the functionality of clothing through novel pesticide protection. In: Functional Textiles for Improved Performance, Protection and Health.* Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2011. p. 433-60.
246. Elmore RC, Arcury TA. « Pesticide exposure beliefs among latino farmworkers in north carolina's christmas tree industry ». *American Journal of Industrial Medicine.* 2001;40(2):153-160.
247. Wadud SE, Kreuter MW, Clarkson S. « Risk perception, beliefs about prevention, and preventive behaviors of farmers ». *Journal of Agricultural Safety and Health.* 1998;4(1):15-24.
248. Balanay JA, Crawford SA, Lungu CT. « Comparison of toluene adsorption among granular activated carbon and different types of activated carbon fibers (ACFs) ». *Journal of Occupational and Environmental Hygiene.* 2011;8(10):573-579.
249. Hayashi T, Lee TG, Hazelwood M, Hedrick E, Biswas P. « Characterization of activated carbon fiber filters for pressure drop, submicrometer particulate collection, and mercury capture ». *Journal of the Air and Waste Management Association.* 2000;50(6):922-929.
250. Lorimier C, Le Coq L, Subrenat A, Le Cloirec P. « Indoor air particulate filtration onto activated carbon fiber media ». *Journal of Environmental Engineering.* 2008;134(2):126-137.
251. Balanay JA, Bartolucci AA, Lungu CT. « Adsorption characteristics of activated carbon fibers (ACFs) for toluene: application in respiratory protection ». *Journal of Occupational and Environmental Hygiene.* 2015;11(3):133-143.
252. Gosch ME, Shaffer RE, Eagan AE, Roberge RJ, Davey VJ, Radonovich LJ. B95: « A New respirator for health care personnel ». *American Journal of Infection Control.* 2013;41(12):1224-1230.
253. Havenith G, den Hartog E, Martini S. « Heat stress in chemical protective clothing: porosity and vapour resistance ». *Ergonomics.* 2011;54(5):497-507.
254. Epstein Y, Heled Y, Ketko I, Muginshtein J, Yanovich R, Druyan A, et coll. « The effect of air permeability characteristics of protective garments on the induced physiological strain under exercise-heat stress ». *Annals of Occupational Hygiene.* 2013;57(7):866-874.
255. Lee S, Obendorf SK. « Use of electrospun nanofiber web for protective textile materials as barriers to liquid penetration ». *Textile Research Journal.* 2007;77(9):696-702.