



HAL
open science

Effets sanitaires aigus de l'exposition aux pesticides en milieu rural : étude dans un pays du nord : étude PhytoRiv : étude dans un pays du sud : PhytoNiger

Ali Mamane

► To cite this version:

Ali Mamane. Effets sanitaires aigus de l'exposition aux pesticides en milieu rural : étude dans un pays du nord : étude PhytoRiv : étude dans un pays du sud : PhytoNiger. Santé publique et épidémiologie. Université de Bordeaux, 2015. Français. NNT : 2015BORD0087 . tel-01272689

HAL Id: tel-01272689

<https://theses.hal.science/tel-01272689>

Submitted on 11 Feb 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE PRÉSENTÉE POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR DE

L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ÉCOLE DOCTORALE SOCIÉTÉS, POLITIQUE, SANTÉ PUBLIQUE

MENTION : SANTÉ PUBLIQUE

SPÉCIALITÉ : ÉPIDÉMIOLOGIE

Présentée et soutenue publiquement
Le 20 avril 2015

Par Ali MAMANE
Né le 07 juillet 1977 à Dosso, NIGER

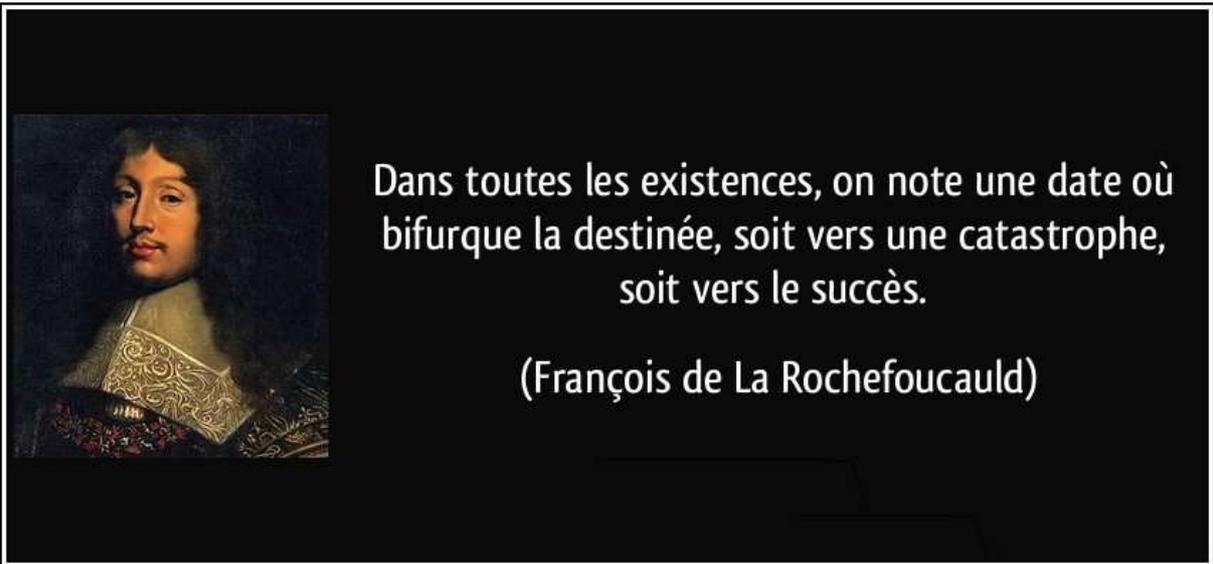
**EFFETS SANITAIRES AIGUS DE L'EXPOSITION AUX
PESTICIDES EN MILIEU RURAL :**

**Etude dans un Pays du Nord : PhytoRiv
Etude dans un pays du Sud : PhytoNiger**

Membres du jury :

M. NEJJARI Chakib, PU-PH Université de Fès, MAROC.....	Président
Mme SALAMEH Pascale, PU Lebanese American University, LIBAN.....	Rapporteur
M. LEBAILLY Pierre, MCU Université de Caen Basse-Normandie, FRANCE....	Rapporteur
Mme RAHERISON Chantal, PU-PH Université de Bordeaux, FRANCE.....	Membre du jury
Mme BOUVIER Ghislaine, MCU Université de Bordeaux, FRANCE.....	Membre du jury
Mme BALDI ISABELLE, MCU-PH, Université de Bordeaux, France.....	Directrice de thèse

CITATION



Je me souviens comme si c'était hier, Isabelle et Ghislaine, vous m'avez proposé un travail épidémiologique à l'ISPED, en décembre 2010. Ce travail a été pour moi la porte d'entrée vers une nouvelle étape de mon parcours professionnel et le ticket gagnant pour une évolution de ma carrière.

Je profite de ce message pour vous réitérer mon entière disponibilité et mon entière satisfaction du travail sous votre responsabilité. Je suis très flatté et je réalise chaque jour l'énorme chance que vous m'avez donnée.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier vivement les membres du jury qui ont accepté de consacrer du temps pour juger ce travail:

Je remercie le **Dr Isabelle BALDI** d'avoir accepté que je fasse cette thèse sous sa direction. Je lui suis reconnaissant du soutien qu'elle m'a toujours apporté et des conseils qu'elle m'a donnés. Ces années de collaboration avec toi ont été des plus enrichissantes professionnellement et humainement. Sois assurée de ma profonde gratitude.

Je remercie le **Dr Ghislaine BOUVIER** pour son encadrement tout au long de cette thèse. Ses remarques m'ont permis de comprendre la précision qui caractérise un travail de recherche. J'espère que cette thèse sera le début d'une longue et fructueuse collaboration avec elle pour la santé en Afrique.

Je remercie le **Pr Chantal RAHERISON** pour son appui cordial tout au long de ma thèse. Je suis très sensible à cet appui qui a été valorisant pour moi. Je souhaite aussi continuer à bénéficier de sa longue expérience de la recherche notamment dans les pays africains.

Je remercie le **Pr Pascale SALAMEH** et le **Dr Pierre LEBAILLY** dont je connais la grande compétence dans le domaine de la recherche sur les pesticides, de m'avoir fait l'honneur d'être rapporteurs de mon travail malgré ses multiples obligations.

Je remercie le **Pr Chakib NEJJARI** de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury de thèse. J'en suis très honoré, j'espère établir des liens avec l'équipe qu'il dirige au Maroc et bénéficier de son expérience.

Je remercie le **Pr Roger SALAMON** Directeur honoraire de l'ISPED et président du Haut Conseil de la Santé Publique qui m'a accueilli dans son Institut avec bienveillance et m'a toujours apporté son aide et son appui. Soyez assuré de toute ma gratitude et de mon profond respect.

Je remercie tous mes enseignants de l'ISPED qui ont contribué à ma formation.

J'adresse tous mes remerciements au Pr Patrick BROCHARD Directeur Laboratoire Santé Travail Environnement, ainsi qu'à tous les chercheurs de son équipe pour m'avoir associé à la vie du LSTE. Une mention particulière au groupe « Pesticides » ainsi qu'à Christel DANTAS et Cécille DEBOURG que j'ai souvent sollicitées.

Et...

Une pensée particulière pour les forces vives du 124 club d'hier et d'aujourd'hui et mon profond respect et mon admiration à Jean-François Tessier qui m'ont apporté leur aide et leur soutien tout au long de mon cursus universitaire à Bordeaux.

Bien sûr, mes remerciements vont à ma famille pour tout ce que j'ai reçu d'elle. Je voudrais particulièrement remercier mon épouse Haoua qui a accepté avec douceur et constance la réalisation de mes objectifs professionnels, ce qui a entraîné pour elle ces dernières années une modification temporaire de sa spécialisation en médecine interne au CHU de Niamey. Elle l'a compensé avec l'obtention d'une capacité en médecine tropicale de Bordeaux.

Ma pensée va enfin à mon fils Bello, qui est né pendant cette période ; tu connaîtras bientôt un papa qui ne sera plus thésard ...

LISTE DES ABREVIATIONS

AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
AHS	Agricultural Health Study
AIRAQ	Association de surveillance de la qualité de l'air en Aquitaine
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence Régionale de Santé
ATS-DLD	American Thoracic Society - Division of Lung Diseases
BMRC	British Medical Research Council
BPCO	Broncho-pneumopathie Chronique Obstructive
CAP-TV	Centres Antipoison et de Toxico-Vigilance
CE	Commission Européenne
CEE	Communauté Economique Européenne
CHR	Centres Hospitaliers Régionaux
CILSS	Comité inter-états de lutte contre la sécheresse au Sahel
CIRE	Cellules Interrégionales d'Epidémiologie
CNIL	Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés
CORPEN	Comité d'ORientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'ENvironnement
CS	Cases de Santé
CSI	Centres de Santé Intégrés
CSP	Comité Sahélien des Pesticides
CVF	Capacité Vitale Forcée
DEM 25-75	Débit Expiratoire Maximal mesuré entre 25 et 75%
DDT	Dichloro-Diphényl-Trichloréthane
DOM	Départements d'Outre-mer
DRAAF	Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
ECRHS	European Community Respiratory Health Survey
EPA	Etablissements Publics à caractère Administratif
FAO	Organisation Mondiale pour l'Alimentation et l'Agriculture
HD	Hôpitaux de District
IC 95 %	Intervalle de Confiance à 95 %
IFT	Indice de Fréquence de Traitement
IMC	Indice de Masse Corporelle
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INS-Niger	Institut National de la Statistique du Niger
INSERM	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
ISAAC	International Study of Asthma and Allergies in Childhood
ISPED	Institut de santé Publique Epidémiologie et Développement
MIILD	Moustiquaires Imprégnées d'Insecticides de Longue Durée
MSA	Mutualité Sociale Agricole
NODU	Nombre de Doses Unités
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONG	Organisation Non Gouvernementale
ONU	Organisation des Nations Unies
OR	Odds Ratios
ORP	Observatoire des résidus de pesticides

PAN	Pesticide Action Network
PCB	Poly-Chloro-Biphényles
PIB	Produit Intérieur Brut
PIC	Prior Informed Consent
PIRRP	Plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides
PM 10	Particulate Matter up to 10 micrometers in size
PNSE	Plan National Santé Environnement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
POPs	Polluants Organiques Persistants
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
RR	Risque Relatif
SAU	Surface Agricole Utilisée
SEM	Semaine
SRAL	Service Régional de l'Alimentation
SRPV	Services Régionaux de la Protection des Végétaux
SSP	Statistiques Agricoles Annuelles
UIPP	Union des Industries de la Protection des Plantes
USA	United States of America
USD	United States Dollar
US-EPA	United States Environmental Protection Agency
VEMS	Volume Expiratoire Maximum Seconde

Résumé:

L'utilisation des pesticides peut être à l'origine de graves nuisances pour la santé humaine, comme l'ont montré les études en milieu professionnel agricole.

L'objectif de cette thèse était d'étudier les manifestations, principalement respiratoires et survenant à court terme, dans la population générale exposée aux pesticides utilisés en agriculture.

Les résultats de deux études épidémiologiques, Phytoriv, menée en Gironde et Phytoniger, plus exploratoire, sont présentés, toutes deux menées au sein de population d'adultes et d'enfants vivant en milieu rural.

L'étude Phytoriv a mis en évidence la présence de concentrations faibles mais plus élevées de pesticides dans l'air ambiant à proximité de zones viticoles traitées et a permis de recueillir sur une période de une à trois semaines les symptômes ressentis par les riverains de manière journalière. L'absence d'effet majeur de l'exposition sur la santé respiratoire chez les riverains observée dans cette étude demande à être confirmée, en améliorant notamment l'estimation temporelle et spatiale de l'exposition.

L'étude Phytoniger a permis de démontrer la faisabilité d'une étude de santé environnementale dans un pays en développement. L'utilisation de pesticides non autorisés et potentiellement dangereux, pour des usages agricoles mais également domestiques, est importante au Niger et pose la question de leur impact sur la santé des populations. Certains symptômes respiratoires étaient plus fréquemment observés en zone agricole humide, où les usages de pesticides, mais également les feux de démoustication, sont plus importants qu'en zone sahélienne agropastorale. Enfin, dans les deux études Phytoriv et Phytoniger, des risques plus élevés de symptômes respiratoires étaient observés, notamment chez les enfants, en lien avec l'utilisation domestique de pesticides.

A l'avenir, une caractérisation plus précise des sources, niveaux et déterminants d'exposition de la population générale permettrait d'améliorer les connaissances sur le lien avec la survenue de symptômes et pathologies respiratoires et d'identifier les axes d'intervention les plus pertinents.

Mots clés : pesticides, riverains, exposition environnementale, effets de santé, étude épidémiologique

Abstract:

Pesticides are widely used in agriculture worldwide. However, it is now recognised that occupational pesticide exposure, especially in agriculture, can pose serious health concerns. We aimed to study short term respiratory symptoms in general populations exposed to pesticides used in agriculture.

Here we present results of two epidemiological studies, Phytoriv, performed in Bordeaux area, France, and Phytoniger, performed in a Sahelian African country, both among rural adult and children populations.

Higher pesticide levels in ambient air were observed in the surrounding of vineyards in Phytoriv. However, no major effect was observed on resident's respiratory health. This need to be confirmed by studies with improved temporal and spatial exposure assessment.

Phytoniger allowed us to show the feasibility of environmental health studies in a developing country. Unauthorized and hazardous pesticides are widely used in Niger, for agricultural as well as for residential purposes, and concerns are growing on their potential health effects. Some of the short term respiratory symptoms were more frequent in the agricultural wetland area, compared to the Sahelian agro-pastoral area. Pesticides are more susceptible to be used in the first area, but it is also more subject to mosquito control fires.

Finally in both surveys, higher risks of respiratory symptoms have been observed for people living in houses treated with indoor pesticides, and especially in children.

All these results warrants further studies to improve assessment of sources, exposure levels and determinants of pesticide exposure in the general population, in order to improve knowledge on its respiratory and short term health effects. Thus, relevant public health interventions could be performed.

Keywords : pesticides, residents, environmental exposure, health effects, epidemiological study

Title : Acute Sanitary effects of Pesticides exposure in rural areas :

- a study in a Northern Country: PhytoRiv*

- a Study in a Southern Country : PhytoNiger*

PRODUCTION SCIENTIFIQUE DANS LE CADRE DU TRAVAIL DE THESE

I. Publications dans des revues internationales indexées

- Mamane A, Baldi I, Tessier JF, Raheison C, Bouvier G. Occupational exposure to pesticides and respiratory health. *Eur Respir Rev.* 2015 Jun;24(136):306-19. (Annexe 1).
- Mamane A, Raheison C, Tessier JF, Baldi I, Bouvier G. Environmental exposure to pesticides and respiratory health. *Eur Respir Rev.* 2015 Sep;24(137):462-73. (Annexe 2).
- Environmental exposure to pesticides in French rural settings and short-term respiratory symptoms (Phytoriv Study). **en voie de soumission**
- Santé respiratoires et pesticides en milieu rural au Niger : étude exploratoire (étude Phyto-Niger). **en voie de soumission**

II. Communications dans un congrès avec comité de lecture

- Mamane A, Bouvier G, Rondeau V, Tessier J-F, Guernion PY, Raheison C, Baldi I. Environmental exposure to pesticides in French rural setting and short-term respiratory symptoms (Phytoriv Study). 44th Union World Conference on Lung Health, Paris 30 October to 3 November 2013. Category: Scientific research, Topic/Sub-topic: D03: Lung Health / Air pollution and occupational lung disease. Communication orale
- Mamane A, Bouvier G, Rondeau V, Tessier J-F, Guernion PY, Raheison C, Baldi I. Exposition environnementale aux pesticides de populations vivant à proximité d'exploitations agricoles : Etude Phytoriv. Congrès ADELFF-SFSP « Santé Publique et Prévention », Bordeaux les 17, 18 et 19 octobre 2013, (sciencesconf.org:adelf-sfsp-2013:15508). Communication orale
- Mamane A, Bouvier G, Baldi I. Effets sanitaires aigus de l'exposition environnementale aux pesticides chez des personnes vivant à proximité d'exploitations agricoles. (Epidémiologie, ISPED & Inserm U897 - Environnement et santé), Journées de l'Ecole Doctorale (JED), EDSP2 13 -14 mai 2013. Communication orale

AUTRES PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES DURANT LA FORMATION DOCTORALE

I. Publications dans des revues internationales indexées

- Mamane A, Bhatti JA, Savès M, Alioum A, Jutand MA, Hadiza-Jackou D, Tessier JF, Dabis F, Malvy D, Sasco AJ. Knowledge, attitudes, and practice on breast cancer of non MD health professionals in Niamey, Niger, 2010. J. Afr. Cancer. 2012 jan. DOI 10.1007/s12558-012-0210-4.

II. Communications dans un congrès avec comité de lecture

- Mamane A, Berteaud E, Bouvier G, Baldi I, Raherison C. Pesticide environmental exposure and respiratory health in schoolchildren in French rural. 24th European Respiratory Society's International Congress, Munich September 6-10 2014. Poster
- Mamane A, Bouvier G, Baldi I, Raherison C. Santé respiratoire et allergique d'enfants vivant en milieu viticole en Gironde: Etude Aires. 18ème congrès de Pneumologie de Langue Française Marseille du 31 janvier au 2 février 2014. Communication orale

Sommaire

REMERCIEMENTS	3
LISTE DES ABREVIATIONS	4
TABLE DES ILLUSTRATIONS	13
1. Liste des tableaux	13
2. Liste des figures	14
3. Liste des annexes.....	15
INTRODUCTION GENERALE.....	16
1. Etat des connaissances	17
1.1. Utilité et Utilisation des pesticides.....	17
1.2. Classifications des pesticides	20
1.3. Expositions aux pesticides	23
1.5. Eléments de réglementation	28
2. Les pesticides dans les pays du nord : le cas de la France	32
3. La question des pesticides dans les pays du sud : le cas du Sahel	35
4. Objectif de la thèse.....	38
CHAPITRE 1. REVUE DE LA LITTERATURE	39
1. Expositions aux pesticides et maladies respiratoires.....	40
2. Article 1: Exposition professionnelle aux pesticides et santé respiratoires.....	42
Commentaire Article 1	42
3. Article 2: Exposition environnementale aux pesticides et santé respiratoire.....	56
Commentaire Article 2 :	56
4. Conclusion de la synthèse	63
CHAPITRE 2. ETUDE PHYTORIV	64
1. Contexte du projet Phytoriv	65
2. Objectif.....	67
3. Méthodes	67
3.1. Schéma de l'étude	67
3.2. Choix des zones d'étude.....	68
3.3. Choix de la population	68
3.4. Déroulement de l'enquête	69
3.5. Variables prises en compte.....	70
3.5.1. Variables socio-démographiques et sanitaires	70
3.5.2. Exposition aux pesticides	71
3.6. Analyse statistique.....	72
4. Résultats	73
4.1. Caractéristiques des participants	73
4.1.1. Taux de participation.....	73
4.1.2. Caractéristiques des foyers (tableau 10).....	75
4.1.3. Caractéristiques des participants (tableau 11).....	78
4.1.4. Le tabagisme	80
4.2. Descriptif des variables d'exposition	81
4.2.1. Résultats des mesurages de pesticides dans l'air ambiant.....	81
4.2.2. Les expositions domestiques (tableau 13).....	82
4.3. Descriptif des données de santé : symptômes déclarés durant la période de suivi	84
4.4. Analyse des données	87
4.4.1. Analyse univariée	87
4.4.2. Analyse multivariée.....	98

5. Discussion	101
5.1. Principaux résultats	101
5.2. Limites et forces de notre étude	101
5.3. Comparaisons avec les études précédentes	103
6. Conclusion.....	104
CHAPITRE 3. ETUDE PHYTO-NIGER	106
1. Introduction	107
1.1. Contexte et particularités de l’agriculture au Niger	107
1.2. Situation phytosanitaire.....	110
1.3. Justification de l’étude	113
2. Objectif.....	114
3. Méthodes	115
3.1. Type d’étude.....	115
3.2. Zone d’étude.....	115
3.3. Les populations et le recrutement.....	117
3.4. Recueil des données	119
3.5. Analyse des données	122
3.6. Considérations éthiques.....	122
4. Résultats	123
4.1. Descriptif des données recueillies	123
4.1.1. Donnés manquantes.....	123
4.1.2. Description des ménages (tableau 22).....	123
4.1.3. Caractéristiques démographiques et sociales des individus.....	126
4.1.4. Description des données de santé.....	129
4.2. Analyse des données recueillies	132
4.2.1. Analyse univariée	132
4.2.2. Analyse multivariée.....	137
5. Discussion	139
5.1. Principaux résultats	139
5.2. Limites.....	140
5.3. Comparaisons avec les études précédentes	142
5.4. Retombées de la recherche	142
6. Conclusion.....	143
CONCLUSION GENERALE	145
REFERENCES	147
ANNEXES	158

TABLE DES ILLUSTRATIONS

1. Liste des tableaux

Tableau 1. Principaux groupes de pesticides classés selon leurs cibles.....	21
Table 2: Effects of pesticides on the respiratory health of agricultural workers: cross-sectional and case / control studies	43
Table 3: respiratory health of agricultural workers: longitudinal studies.....	49
Table 4: Studies on the respiratory health of workers in the pesticide industry.....	53
Table 5: Effects on the respiratory health of pesticide exposure in children: prenatal exposure.....	57
Table 6: Effects on the respiratory health of pesticide exposure in children: postnatal exposure.....	58
Table 7: Effects on respiratory health and exposure to pesticides in general population.....	60
Tableau 8. Calendrier général du déroulement de l'étude Phytoriv, 2010.....	68
Tableau 9. Répartition des sujets dans les deux communes selon la durée du suivi, Phytoriv 2010.....	74
Tableau 10. Principales caractéristiques des foyers de l'étude Phytoriv, 2010.....	76
Tableau 11. Caractéristiques socio-démographiques et antécédents médicaux des sujets, Phytoriv 2010.....	78
Tableau 12. Données relatives au tabagisme, Phytoriv 2010.....	79
Tableau 13. Utilisation domestiques de pesticides, Phytoriv, 2010	82
Tableau 14. Distribution par commune des symptômes auto-déclarés durant l'enquête, Phytoriv 2010.....	85
Tableau 15. Analyse univariée du lien entre les troubles de santé et les tiers facteurs chez les adultes, Phytoriv 2010.....	90
Tableau 16. Analyse univariée du lien entre les troubles de santé et les tiers facteurs chez les enfants, Phytoriv 2010.....	95
Tableau 17. Analyse multivariée du lien entre les troubles de santé et le niveau de fopel dans l'air ambiant chez les adultes, Phytoriv 2010.....	98
Tableau 18. Analyse multivariée du lien entre les troubles de santé et le niveau de fopel dans l'air ambiant chez les enfants, Phytoriv 2010.....	99
Tableau 19. Principales productions agricoles en milliers de tonnes, Niger (2008-2012)	109
Tableau 20. Stocks de pesticides en septembre 2010, Niger.....	111
Tableau 21. Calendrier du déroulement de l'enquête PhytoNiger, 2013.....	119
Tableau 22. Caractéristiques des foyers, PhytoNiger 2013.....	124
Tableau 23. Caractéristiques démographiques et sociales des individus, PhytoNiger 2013.....	126
Tableau 24. Fréquence des manifestations sanitaires rapporte par les sujets, PhytoNiger	130
Tableau 25. Résultats de l'analyse univariée, adultes, PhytoNiger 2013.....	133
Tableau 26. Résultats de l'analyse univariée, les enfants de 7 à 14 ans, PhytoNiger 2013.....	135
Tableau 27. Manifestations sanitaires chez les adultes, analyse multivariée, PhytoNiger 2013.....	136
Tableau 28. Manifestations sanitaires chez les enfants, analyse multivariée, PhytoNiger 2013.....	137

2. Liste des figures

Figure 1. Disponibilité mondiale de la Surface Agricole Utilisée en fonction de l'évolution de la population.....	17
Figure 2. Estimation des rendements mondiaux moyens selon l'utilisation ou non de produits phytopharmaceutiques, par rapport au rendement maximal.....	18
Figure 3. Evolution annuelle des concentrations dans l'air de pesticides pour l'ensemble des campagnes de mesures françaises sur la période de 2001 à 2006.....	22
Figure 4. Evolution des concentrations en folpel dans l'air pour deux sites de typologies différentes (Air Pays de la Loire).....	23
Figure 5. Le cadre européen règlementaire des pesticides.....	28
Figure 6. Evolutions des quantités de pesticides agricoles vendues et de la surface agricole, France 2001-2011.....	32
Figure 7. Stratégie d'inclusion des articles de la revue de la littérature.....	40
Figure 8. Logigramme du déroulement de l'étude Phytoriv, 2010.....	73
Figure 9. Concentrations hebdomadaires en Folpel dans l'air ambiant, Phytoriv 2010.....	80
Figure 10. Associations univariées entre les symptômes et le niveau de Folpel dans l'air chez les adultes, Phytoriv 2010.....	89
Figure 11. Associations univariées entre les symptômes et le niveau de Folpel dans l'air chez les enfants, Phytoriv 2010.....	94
Figure 12. Zones climatiques du Niger.....	108
Figure 13. Implantation des deux zones de l'enquête PhytoNiger 2013.....	115
Figure 14. Carte des zones agro-écologiques du Niger.....	116
Figure 15. Pyramide des âges des individus, PhytoNiger 2013.....	127
Figure 16. Niveau d'étude des adultes, PhytoNiger 2013.....	127

3. Liste des annexes

Annexe 1: Mamane A, Baldi I, Tessier JF, Raherison C, Bouvier G. Occupational exposure to pesticides and respiratory health. Eur Respir Rev. 2015 Jun;24(136):306-19.

Annexe 2. Mamane A, Raherison C, Tessier JF, Baldi I, Bouvier G. Environmental exposure to pesticides and respiratory health. Eur Respir Rev. 2015 Sep;24(137):462-73.

Annexe 3 : Liste globale des pesticides autorisés par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP)

Annexe 4 : Questionnaires Phytoriv

Annexe 5 : Questionnaires PhytoNiger

Annexe 6. Coordination de l'étude Phytoniger

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

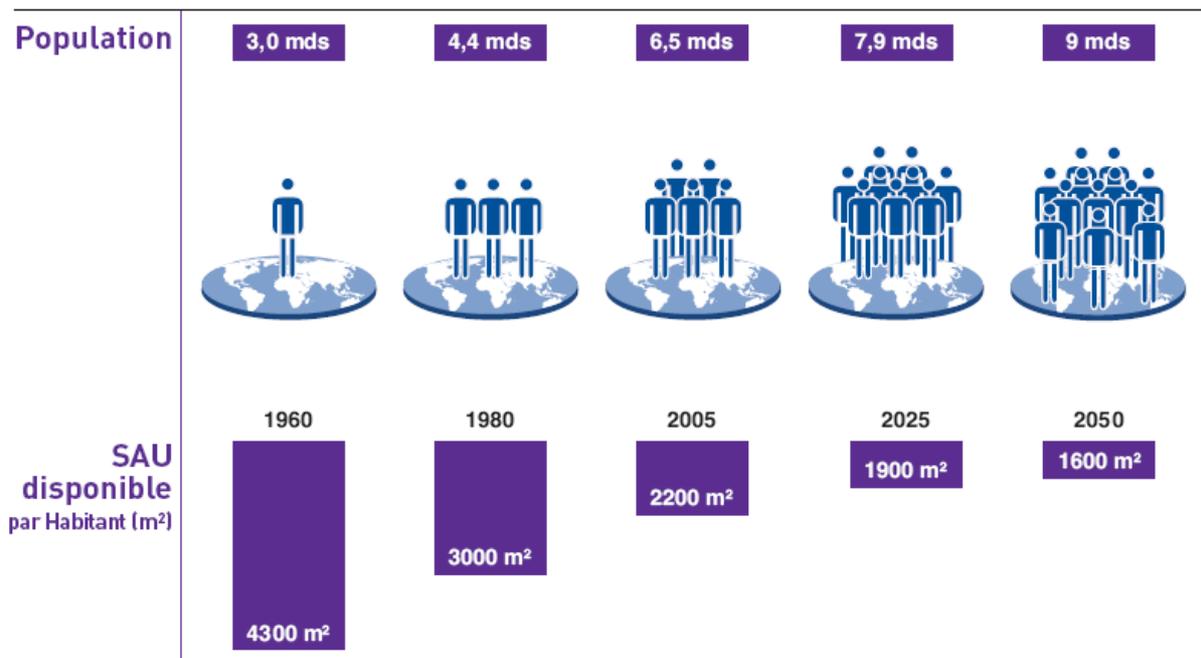
1. Etat des connaissances

1.1. Utilité et Utilisation des pesticides

Les pesticides désignent communément des substances permettant de lutter principalement contre les insectes (insecticides), les maladies fongiques (fongicides), et les « mauvaises herbes » (herbicides). Ils sont notamment largement utilisés en agriculture pour protéger les cultures, une protection souvent nécessaire et parfois obligatoire. Ils sont alors réglementairement dénommés « produits phytopharmaceutiques » en Europe [1]. Les pesticides sont également utilisés dans de nombreuses autres activités professionnelles (traitement du bois, des textiles, des matériaux ; désinsectisation; usages vétérinaires...) ainsi que pour des usages domestiques et de jardinage.

Dès le XIX^{ème} siècle, l'usage de fongicides à base de sulfate de cuivre se répand en Europe. C'est à cette époque qu'est inventée la bouillie bordelaise, mélange de sulfate de cuivre et de chaux destiné à lutter contre certaines maladies cryptogamiques de la vigne et de la pomme de terre, comme le mildiou. Depuis la seconde guerre mondiale, l'essor de l'industrie chimique a conduit à l'apparition de très nombreuses molécules pesticides de synthèse (plus d'un millier ont été à ce jour homologuées) et à un accroissement notable des quantités de pesticides utilisés dans tous ces usages. De manière globale, au niveau mondial, la consommation de pesticides a doublé tous les dix ans entre 1945 et 1985, avec des variations locales quant aux quantités et aux types de pesticides utilisés.

Au fur à mesure que la population mondiale augmente, la proportion de terres cultivables diminue (figure 1), d'où la nécessité d'accroître les rendements des cultures pour répondre à l'accroissement des besoins alimentaires, ce qui incite à accroître l'utilisation de produits [2].



Source : ONU, FAO 2010 (note : 1 ha = 10 000 m²). Hors déforestation ou nouvelles mises en cultures de terres «vierges».

Figure 1. Disponibilité mondiale de la Surface Agricole Utilisée en fonction de l'évolution de la population

La FAO (Organisation Mondiale pour l'Alimentation et l'Agriculture) a réalisé des estimations de l'impact de l'absence de traitements phytopharmaceutiques sur différentes productions. La figure 2 fait apparaître les rendements mondiaux moyens calculés par la FAO avec ou sans produits phytopharmaceutiques. Ces estimations montrent que les pesticides ont aidé à accroître la productivité agricole, ont permis de protéger les cultures vivrières [3]. D'abord utilisés dans les pays du nord, ces produits sont de plus en plus utilisés maintenant dans les pays du sud avec des problèmes spécifiques à ces pays que nous évoquerons plus loin dans.

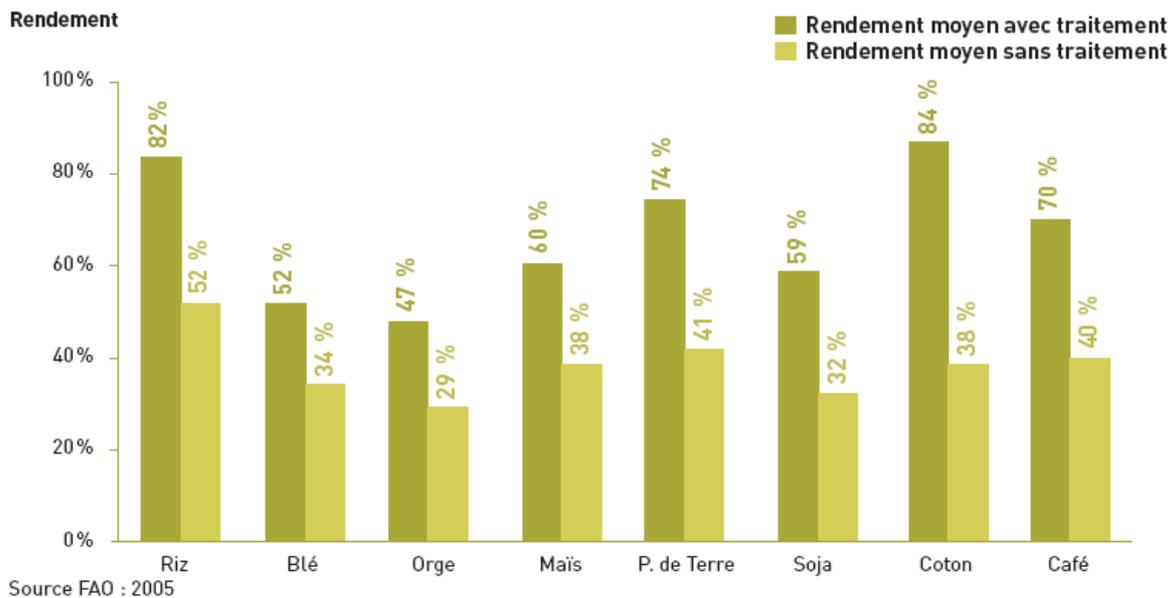


Figure 2. Estimation des rendements mondiaux moyens selon l'utilisation ou non de produits phytopharmaceutiques, par rapport au rendement maximal

L'apparition de nouvelles molécules, souvent efficaces à de plus faibles doses contre les nuisibles, a permis des progrès dans la qualité et la quantité des récoltes ainsi que dans la lutte contre les vecteurs de maladies [4].

Néanmoins, d'autres solutions permettent aussi d'améliorer la production agricole tout en évitant les dommages causés à l'environnement par les pesticides chimiques. Par exemple, la rotation des cultures et une bonne gestion de l'irrigation permettent de limiter la prolifération des ravageurs et la propagation des maladies, et par conséquent de diminuer les quantités de pesticides utilisées [5, 6]. D'autres méthodes existent pour lutter contre les ravageurs, comme la création de variétés culturales résistantes aux ravageurs et aux maladies, la lutte biologique (utilisation de prédateurs naturels des nuisibles), les insecticides biologiques et les pièges [7]. Certains pays ont introduit la lutte intégrée contre les ravageurs (un système qui associe différentes formes de lutte biologiques, culturales et chimiques mais en minimisant l'usage des pesticides de synthèse) avec succès et ont obtenu une production accrue, accompagnée d'une réduction des coûts sur le plan financier en limitant leurs achats d'intrants, tels que pesticides ou engrais, ce qui représente un avantage pour l'environnement et la santé humaine. Enfin, l'agriculture biologique offre de nombreux avantages pour l'environnement. Elle permet de préserver la biodiversité, les sols (richesse en matières organiques et processus biologiques) et les ressources en eau [8, 9]. Les ravageurs et les maladies sont tenus en échec grâce aux associations de cultures, aux associations symbiotiques et autres méthodes non chimiques. Bien que les rendements soient souvent inférieurs à ceux de l'agriculture

conventionnelle, l'agriculture biologique pourrait devenir, dans les prochaines années, une alternative valable. D'ores et déjà dans les pays industrialisés, les primes à la consommation, les subventions gouvernementales et l'agrotourisme augmentent les revenus des exploitations biologiques [9].

Cependant, dans certains pays, même les agriculteurs qui ont fait le choix de l'agriculture biologique, c'est-à-dire sans intrants de synthèse (engrais et pesticides) sont parfois contraints d'effectuer les traitements ordonnés dans le cadre d'une lutte obligatoire.

Ainsi, en France, depuis 1975, les autorités peuvent déclencher un système de lutte obligatoire contre un ennemi particulièrement nuisible. C'est le cas de la lutte contre la cicadelle, petit insecte vecteur de la flavescence dorée, une maladie très contagieuse et mortelle pour la vigne. En 2013, un arrêté préfectoral imposa le traitement de « *l'ensemble des vignobles de la Côte-d'Or* » au moyen « *d'une application unique d'un insecticide* ». Un viticulteur qui avait refusé de traiter préventivement ses vignes contre la cicadelle comme l'ordonnait l'arrêté préfectoral fut ainsi condamné [10].

Dans d'autres contextes aussi, le recours aux pesticides est considéré parfois comme incontournable voire obligatoire, c'est le cas dans la lutte antiacridienne (criquets pèlerins) notamment dans les pays du Sud (Maghreb et Sahel) ainsi que dans la lutte anti-vectorielle (paludisme, dengue, chikungunya, virus du Nil, ...). C'est aussi le cas de certains parasites de l'homme comme les puces de parquet, les punaises de lit, le sarcopte de la gale, contre lesquels le traitement peut être obligatoire en collectivité.

1.2. Classifications des pesticides

Il existe de nombreuses façons de classer les pesticides [11]. La plus simple et la plus globale [12] d'entre elles consiste à les distinguer en fonction de leur cible en grandes catégories:

- Les fongicides : destinés à traiter les maladies fongiques des plantes, mais également les maladies bactériennes et virales.
- Les insecticides : destinés à la lutte contre les insectes, ils interviennent en les tuant ou en empêchant leur reproduction.
- Les herbicides : destinés à lutter contre certains végétaux entrant en concurrence avec les plantes cultivées.

Le classement par cible distingue également les molluscicides contre les escargots et les limaces, les rodenticides contre les rongeurs, les acaricides contre les acariens, etc...

Au sein même de ces groupes, divers classements des matières actives ont été proposés pour tenir compte des modes d'action des substances sur les cibles biologiques ou encore des parentés chimiques des molécules.

Ainsi, concernant les modes d'action, beaucoup d'insecticides agissent sur le système nerveux (exemple : inhibition de l'acétylcholinestérase, ou modification de la perméabilité des canaux ioniques de la membrane cellulaire), les fongicides peuvent intervenir au niveau de la respiration cellulaire, du métabolisme des glucides, de la synthèse des protéines ou de la division cellulaire. Certains herbicides agissent sur la synthèse des acides aminés, des lipides ou la photosynthèse.

Sur le plan chimique, certains pesticides se caractérisent par la présence de molécules halogénées comme le chlore ou le brome, d'autres comportent des groupes fonctionnels oxygénés, azotés, phosphorés, autant de caractéristiques qui définissent leurs capacités de réaction, de métabolisation, d'élimination.

Les modes d'action tout comme les caractéristiques chimiques, sont nombreux et divers, et fréquemment multiples pour une même substance. C'est pourquoi il n'existe pas de classification universelle et consensuelle des pesticides. Le tableau 1 présente néanmoins les grands groupes de pesticides couramment utilisés et les principales familles chimiques au sein de ces groupes.

Tableau 1. Principaux groupes de pesticides classés selon leurs cibles

Groupes de pesticides selon cible	Famille chimique	Exemples de molécules
Insecticides	Organochlorés	DDT, Chlordane, Lindane, Heptachlore, Endosulfan...
	Organophosphorés	Malathion, Parathion, Chlorpyrifos, Diazinon, Dichlorvos...
	Pyréthroïdes	Perméthrine, Alléthrine, Cyhalothrine...
	Néonicotinoïdes	Acétamipride, Imidaclopride, Thiaclopride, Thiaméthoxame...
	Phénylpyrazoles	Fipronil, Pyriprole
	Carbamates	Aldicarbe, Carbaryl, Carbofuran, Méthomyl...
Herbicides	Carbamates	Asulame, Diallate, Terbutcarbe, Triallate
	Triazines	Atrazine, Simazine, Cyanazine...
	Phénoxyherbicides	MCPA, 2,4-D, 2,4,5-T
	Chloroacétamides	Alachlore, Métolachlore...
	Pyridines, bipyridiliums	Paraquat, Diquat...
	Aminophosphonates	Glyphosate, Glufosinate...
	Urées Substituées	Diuron, Ethidimuron, Isoproturon, Thiazafluron, Tebuthiuron, ...
Fongicides	Dithiocarbamates	Mancozèbe, Manèbe, Thirame, Métiram-zinc...
	Dérivés du benzène	Chlorothalonil
	Anilinopyrimidines	Cyprodinil
	Phtalimides	Folpel, Captane, Captafol...
	Inorganiques	Sulfate de cuivre, Chlorates, Soufre, Composés de l'arsenic, du mercure...

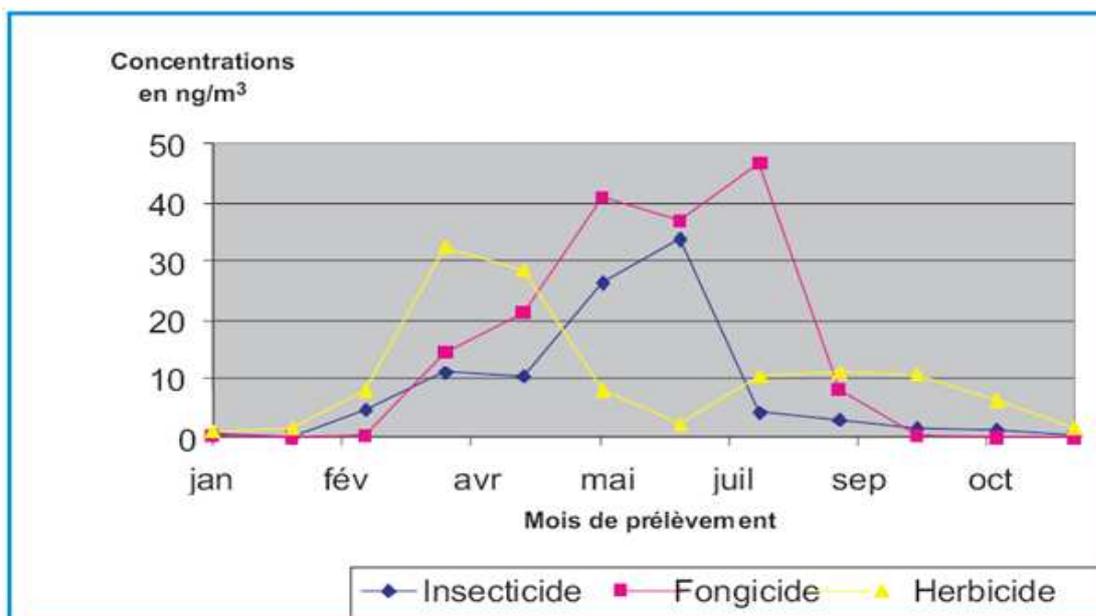
Selon le rapport d'expertise collective Inserm [12]

1.3. Expositions aux pesticides

L'exposition environnementale

Dans la population générale, les expositions aux pesticides sont essentiellement liées au contact avec des milieux contaminés (sol, air extérieur et intérieur, poussières, surfaces, etc.). L'alimentation, la proximité du lieu de résidence avec des exploitations agricoles, l'utilisation à domicile ou encore l'apport au domicile de résidus de pesticides par les personnes exposées professionnellement sont les principales sources d'exposition environnementale. Un contact avec des résidus présents dans les poussières des logements (ou l'ingestion des poussières lors du comportement main-bouche des enfants), avec des animaux domestiques traités par des antiparasitaires, ou encore avec les vêtements contaminés lors d'un traitement sont des situations potentiellement exposantes [13]. Des études réalisées au cours de ces dernières années suggèrent que les pesticides utilisés en agriculture et volatilisés dans l'atmosphère contaminent l'environnement et peuvent être par conséquent, une source (les niveaux restent faibles néanmoins) d'exposition des populations habitant à proximité de zones agricoles ou même à de grandes distances [14].

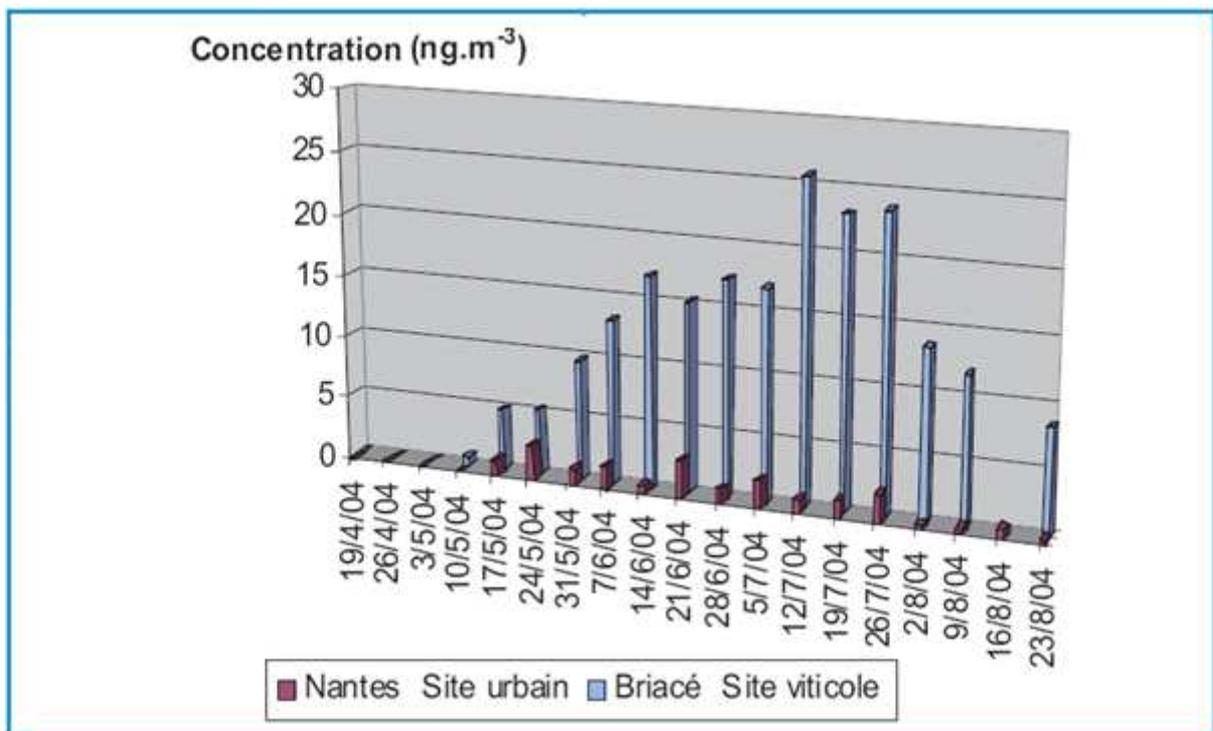
La contamination de l'environnement expose tout un chacun à des niveaux de pesticides variables. Les campagnes de mesure des associations de surveillance de la qualité de l'air en France montrent une saisonnalité de la présence de pesticides dans l'air (figure 3), généralement plus faible en hiver, et plus forte au printemps et en automne [15].



Source : CORPEN 2007, Phyt'air

Figure 3. Evolution annuelle des concentrations dans l'air de pesticides pour l'ensemble des campagnes de mesures françaises sur la période de 2001 à 2006

Les niveaux mesurés, dans l'air plus élevés à proximité de zones d'épandage, et les molécules détectées montrent un lien avec les activités agricoles alentours. Néanmoins, des pesticides sont également fréquemment détectés en milieu urbain et péri-urbain et les molécules détectées sont parfois liées à des usages autres qu'agricoles. Ainsi, une étude réalisée par Air Pays de la Loire en 2005 a montré que certains fongicides tels que le folpel, le fenpropimorphe ou la fenpropidine, résultant de phénomènes de transport des zones rurales alentours peuvent être mesurés dans des grandes agglomérations. La figure 4 montre que l'évolution temporelle des concentrations atmosphériques de folpel sur la zone urbaine de Nantes, est en accord avec son utilisation en zones viticoles périphériques, indiquant un impact faible mais visible des traitements agricoles [16].



Source : Air Pays de Loire, campagne 2004

Figure 4. Evolution des concentrations en folpel dans l'air pour deux sites de typologies différentes (Air Pays de la Loire)

Le devenir des pesticides dans l'organisme

Les pesticides pénètrent dans l'organisme selon trois voies principales : la voie cutanée, la voie orale et la voie respiratoire.

Les études d'exposition ont démontré que la voie cutanée est la première voie de pénétration dans l'organisme. Dès 1962, l'exposition cutanée au DDT durant le traitement des pommes

était évaluée à 271 mg/homme/heure et l'exposition respiratoire à 0,12 mg/homme/heure [17]. D'autres travaux plus récents ont montré que lors de traitements par les pesticides en milieu ouvert l'exposition cutanée était, au moins cent fois supérieure à l'exposition par inhalation [18]. Les propriétés de rétention de la peau dépendent des caractéristiques physico-chimiques des pesticides et des caractéristiques individuelles (sudation, dilatation des vaisseaux sanguins par fortes chaleurs...). Des indices caractérisant l'absorption dermique selon le type de pesticides peuvent être utilisés pour déterminer la dose interne.

La voie orale peut contribuer à l'exposition des travailleurs par le contact de la bouche avec les mains, les gants ou du matériel souillés, et par le fait de manger ou fumer sur le lieu de travail. Par ailleurs, différents auteurs ont attiré l'attention sur certaines interventions comme le débouchage de buses en soufflant directement dans le matériel défectueux et le non respect par les travailleurs des règles d'hygiène (lavage après les traitements, lavage des gants avant de les enlever...) qui peuvent aussi entraîner un risque de contamination par voie orale. Selon Cherrie ces événements peuvent contribuer de manière non négligeable à l'exposition totale [19]. Néanmoins, cette voie de contamination orale non alimentaire est difficile à estimer en raison de la grande variabilité individuelle de ces pratiques.

L'exposition aux pesticides par voie respiratoire concerne plus particulièrement en milieu professionnel les fumigations, la préparation ou l'application dans les milieux fermés (serres, silos, bâtiments d'élevage, ...) ou l'application de pesticides à l'aide d'un équipement à haute pression [20]. Il a été calculé que l'exposition respiratoire représentait de 7 à 9 % de l'exposition totale chez des applicateurs de fongicides dans des serres [21]. Certaines formulations de pesticides, comme les poudres, sont plus susceptibles de se disperser par voie aérienne et de pénétrer dans l'arbre bronchique.

En population générale, la voie orale est fréquemment considérée comme la voie d'exposition la plus importante même si la part respective des différentes voies d'exposition est encore incertaine [22-24]. Elle est essentiellement due à l'ingestion d'aliments ou de boissons contenant des résidus de pesticides [25, 26]. Une ingestion non alimentaire par les poussières est en outre possible et considérée comme importante particulièrement chez les jeunes enfants. Les enfants sont aussi exposés in utero, par passage transplacentaire des substances auxquelles la mère est exposée. Les nourrissons sont également exposés aux pesticides par le lait maternel, notamment aux molécules persistantes et bio-accumulables comme les organochlorés, [27, 28].

1.4. La toxicité des pesticides

L'utilisation croissante des pesticides a généré au cours des dernières années des interrogations concernant les risques pour la santé humaine.

La toxicité aigue

Il s'agit d'une toxicité induite par une exposition ponctuelle à une dose généralement importante de pesticides susceptible d'entraîner des effets immédiats ou rapprochés (manipulation de produits non dilués...).

Les effets à court terme de fortes doses de pesticides sur l'animal sont évalués pour le dossier d'homologation ; la toxicité aigue des substances est par conséquent assez bien documentée et est très variable selon les familles chimiques voire les molécules [29].

En France, la base de données AGRITOX créée en 1986 par l'INRA documente la toxicité, l'écotoxicité, le devenir dans l'environnement et les données réglementaires des principales substances actives phytopharmaceutiques [30]. La survenue d'effets sanitaires suite à des expositions importantes survenant en milieu professionnel, notamment chez des agriculteurs, ou lors d'intoxications accidentelles a également été décrite. Une surveillance toxicologique en milieu agricole a été mise en place par la Mutualité Sociale Agricole (MSA) depuis 1997, au travers du réseau Phyt'Attitude, afin d'enregistrer les signalements spontanés d'accidents professionnels liés à l'utilisation des pesticides. Pour ce faire, un numéro vert est mis à disposition des agriculteurs et des médecins du travail. Dans un document publié à l'occasion des dix ans de Phyt'Attitude (1997-2007), une synthèse des symptômes signalés au réseau montraient la répartition des signalements : atteintes de la muqueuse et de la peau dans 39% des cas (brûlures, conjonctivites, eczémas, dermites), du système digestif dans 23% des cas (nausées, vomissements), de l'appareil respiratoire dans 20% des cas (rhinites, toux, sinusite, bronchites, asthme) et du système nerveux dans 12% des cas (céphalées) [31]. Toutefois ce bilan ne permet pas de connaître la répartition selon la géographie et/ou le type de culture des symptômes signalés. Il convient d'ailleurs de préciser que ce réseau n'a pas d'objectif d'exhaustivité ni même de représentativité des effets sanitaires des pesticides, il vise principalement à définir l'imputabilité de manifestations sanitaires à des molécules spécifiques. En ce qui concerne les Centres antipoison et de toxico-vigilance (CAP-TV) français, un bilan d'activité réalisé en 2006 à l'échelle nationale avait montré que sur 108 741

expositions accidentelles dont ils avaient eu connaissance, 4 587 intoxications en rapport des produits phytosanitaires avaient été recensées, soit 4 % de l'ensemble [32].

Dans les pays du sud et notamment en Afrique, les données dont on dispose sur les accidents d'intoxication aux pesticides sont très partielles et proviennent pour la plupart du Pesticide Action Network (PAN) [33]. Il s'agit d'un réseau de plus de 600 Organisations Non-Gouvernementales, institutions et individus issus de plus de 90 pays qui œuvrent pour la promotion et l'adoption d'alternatives et de pratiques agricoles écologiquement saines et durables pour remplacer l'utilisation de pesticides dangereux pour la population. Une récente étude de PAN International estime que sur l'ensemble des 1,3 milliards de travailleurs agricoles à travers le monde, environ 41 millions souffrent d'empoisonnement par les pesticides chaque année [34]. Pour l'Afrique, on ne dispose pas de données globales sur les intoxications aux pesticides. Cependant des études ont été réalisées dans un certain nombre de pays (Afrique du Sud, Sénégal, Bénin, Mali...). Les principaux résultats de ces études ont été présentés dans un rapport du PAN publié en 2011 [35]. Les données disponibles à ce jour démontrent clairement que les conséquences sanitaires de la manipulation des pesticides sont un problème de santé d'autant plus grave dans les pays en développement que l'on a souvent affaire des substances particulièrement toxiques et interdites de ce fait dans les pays développés.

La toxicité chronique

Il s'agit de la toxicité induite par une exposition prolongée à de petites quantités de substances et à leur accumulation dans l'organisme.

De par les effets secondaires observés chez les utilisateurs et les études de toxicologie cellulaire et animale, les principaux effets suspectés liés à une exposition chronique aux pesticides concernent le risque de cancer, le système nerveux, la reproduction et le développement de l'enfant, et dans une moindre mesure les pathologies respiratoires et allergiques [12, 36]. Les effets sanitaires des pesticides ont fait l'objet de nombreuses études épidémiologiques depuis la fin des années 60, pour la plupart menées en Amérique du Nord et dans les pays scandinaves. Celles-ci ont été récemment synthétisées dans une expertise collective de l'Inserm, menée à la demande de la Direction Générale de la Santé [12].

Très peu d'études ont été menées en France. A partir des années 1990 néanmoins, des études en milieu agricole (cohorte Epi 95) et en population générale (Paqpest, Phytopark...) ont été

mises en place. Actuellement, les études menées en France concernent principalement la maladie de Parkinson, les troubles neurologiques, les cancers de l'adulte et de l'enfant et le développement de l'enfant. Récemment, des études cas-témoins ont été réalisées sur les lymphomes et les tumeurs du système nerveux central de l'adulte (Engela, Céréphy, Cérénat) ainsi que sur les cancers de l'enfant (études Escala, Estelle). En Gironde, les troubles neurocomportementaux sont étudiés au sein de la cohorte d'ouvriers viticoles Phytoneer [37]. Le lien entre l'exposition aux pesticides et les troubles de la reproduction ou du développement de l'enfant sont notamment étudiés dans la cohorte mère-enfant Pélagie [38], et dans l'étude Timoun conduite en Guadeloupe à partir de 2004 [39].

L'équipe de JC Dalphin en Franche-Comté s'intéresse depuis longtemps à la santé respiratoire des agriculteurs et des populations rurales, principalement liée à l'exposition aux agents biologiques [40].

Enfin, la cohorte AGRICAN (AGRIculture et Cancers), initiée en 2005 et comprenant plus de 180 000 participants dans divers contextes agricoles français, analyse l'incidence et la mortalité par cancers de la population agricole française et s'intéresse également aux pathologies et symptômes respiratoires et neurologiques [41].

1.5. Eléments de réglementation

La première Directive européenne (91/414) portant sur la mise sur le marché des pesticides agricoles a été publiée en 1991 et mise en application depuis 1993. Des dispositions législatives et réglementaires sont venues compléter par la suite le cadre relatif à l'homologation des pesticides. Quatre cadres réglementaires distincts (Figure 5) régissent aujourd'hui la mise sur le marché des pesticides : la directive 91/414/CEE abrogée par le règlement n°1107/2009/CE [42] pour les substances et produits phytopharmaceutiques utilisés principalement par les professionnels du secteur agricole, par les professionnels en charge de l'entretien des espaces verts et les jardiniers amateurs ; la directive 98/8/CE abrogée par le règlement n°528/2012/CE [43] pour les substances et certains produits biocides utilisés dans les secteurs professionnels non agricoles ou dans le cadre d'utilisations domestiques ; et les directives 2004/27/CE et 2004/28/CE pour les produits antiparasitaires à usage humain et vétérinaire [44, 45].

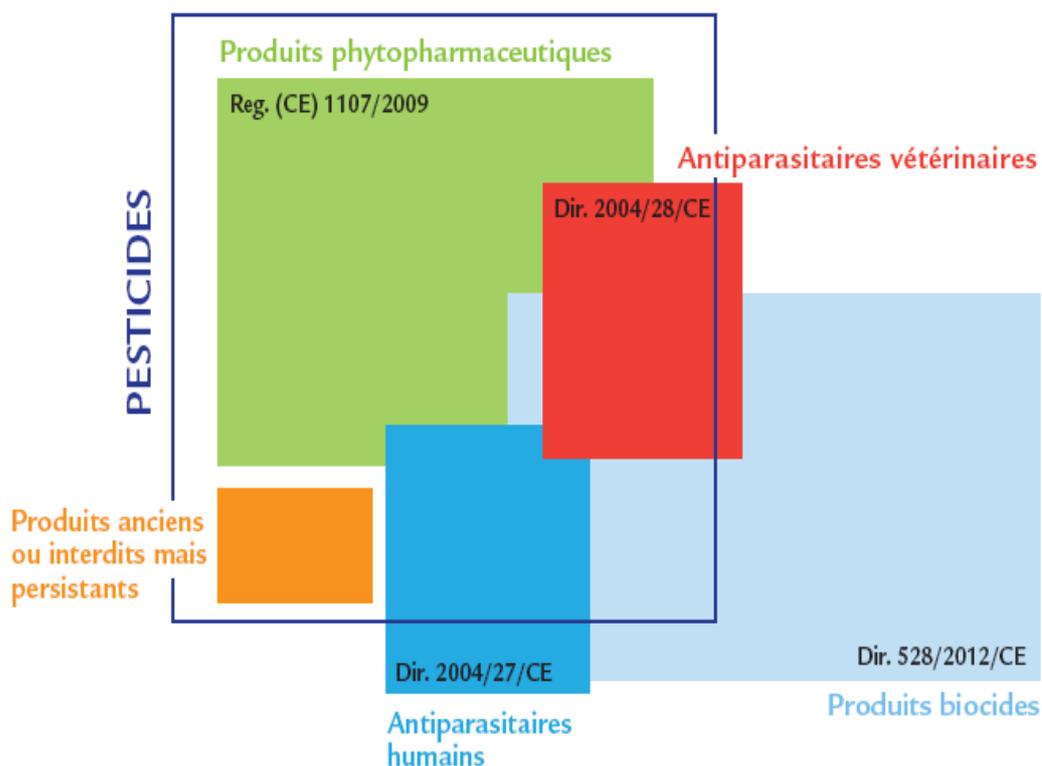


Figure 5. Le cadre européen réglementaire des pesticides

Source : ORP, Anses

Les produits **phyto-pharmaceutiques**, (selon la directive 91/414/CE, EC 1991) sont des substances actives et des préparations contenant une ou plusieurs substances actives et destinées à (i) protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action, (ii) exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives (par exemple régulateurs de croissance), (iii) assurer la conservation des produits végétaux, pour autant que ces substances ou produits ne fassent pas l'objet de dispositions particulières du Conseil ou de la Commission concernant les agents conservateurs et enfin (iv) détruire les végétaux indésirables, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux.

Les **biocides** (selon la directive 98/8/CE, EC 1998) sont destinés à des applications non agricoles. Ces sont des substances actives et des préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont destinées à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre de toute autre manière, par une action chimique ou biologique.

Les **biocides** sont subdivisés en quatre sous-groupes :

- **Les désinfectants et produits biocides généraux** : ils comprennent les produits biocides destinés à l'hygiène humaine et vétérinaire, les désinfectants utilisés dans le domaine privé et dans le domaine de la santé publique, les désinfectants pour les surfaces en contact avec les denrées alimentaires et les aliments pour animaux et les désinfectants pour eau de boisson (destinée aux hommes et aux animaux).
- **Les produits de protection** : ils comprennent les produits de protection utilisés à l'intérieur des conteneurs ; les produits de protection du bois ; des fibres, du cuir, du caoutchouc, des matériaux polymérisés, des ouvrages de maçonnerie ; des liquides utilisés dans les systèmes de refroidissement et de fabrication ; les produits anti-moisissures ; et les produits de protection des fluides utilisés dans la transformation des métaux.
- **Les produits antiparasitaires** : ils comprennent les rodenticides utilisés pour lutter contre les souris, les rats ou autres rongeurs ; les avicides pour lutter contre les oiseaux ; les molluscicides utilisés pour lutter contre les mollusques ; les pesticides utilisés pour lutter contre les poissons ; les insecticides, acaricides et produits utilisés pour lutter contre les autres arthropodes ; et les répulsifs et appâts.
- **Les autres produits biocides** : ils comprennent les produits de protection pour les denrées alimentaires ou les aliments pour animaux ; les produits antisalissure ; les fluides utilisés pour l'embaumement et la taxidermie et les produits pour lutter contre d'autre vertébrés.

Les **Médicaments** appartiennent à deux catégories :

- **Les médicaments à usage vétérinaire** : régis par la Directive 2004/28/CE, ce sont des substances ou compositions possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies animales. Ils sont largement utilisés dans le milieu agricole pour les activités d'élevage mais aussi au niveau domestique pour les animaux de compagnie. Les substances actives ayant une activité antiparasitaire et entrante dans la composition des produits vétérinaires à usage externe à destination des animaux de compagnie et des animaux d'élevage sont donc considérées comme des pesticides.
- **Les médicaments à usage humain** : régis par la Directive 2004/27/CE, ils comprennent toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines. Les

antiparasitaires externes utilisés en dermatologie ainsi que les antiparasitaires systémiques utilisés en infectiologie et en parasitologie sont donc considérés comme des pesticides. Les substances actives utilisées dans ces usages sont en grande majorité des pyréthrinoïdes.

Enfin, plusieurs textes internationaux traitent de la problématique des substances chimiques dangereuses, dont les pesticides. La convention de Rotterdam adoptée en 1998 mais entrée seulement en vigueur en 2004 en Europe, parfois appelée Convention Pic (prior informed consent), engagée par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), offre la possibilité pour les pays de décider quels sont les produits chimiques ou pesticides potentiellement dangereux qu'ils veulent bien recevoir et ceux à refuser par ce qu'ils ne sont pas en mesure de les gérer en toute sécurité. Les pesticides concernés par cette convention étaient au nombre de 29 en 2010 [46]. La convention de Stockholm, entrée en vigueur en 2004, dite convention POPs (Polluants Organiques Persistants) a pour objectif de protéger la santé humaine et l'environnement des POPs. Ces 12 POP prioritaires concernés par la Convention sont l'aldrine, le chlordane, le dichlorodiphényltrichloréthane (DDT), le dieldrine, l'endrine, l'heptachlore, le mirex, le toxaphène, les polychlorobiphényles (PCB), l'hexachlorobenzène, les dioxines et les furanes [47].

Dans les pays du sud comme l'Afrique, des textes législatifs et réglementaires ont été élaborés au niveau régional concernant la gestion, l'utilisation, l'agrément et le contrôle des pesticides, en conformité avec les exigences et recommandations de l'OMS et de la FAO. Différentes actions ont été menées par certains pays en vue de contrôler l'importation et l'utilisation de pesticides contenant des matières actives dangereuses.

Dans le cas des pays du Sahel, la liste des pesticides utilisés est homologuée par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP) du Comité inter-États de lutte contre la sécheresse au Sahel (CILSS), une organisation régionale regroupant neuf pays : Burkina Faso, Cap-Vert, Gambie, Guinée-Bissau, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Tchad [48]. Cette réglementation a pour but de mettre en commun l'expertise des pays sahéliens, d'éviter qu'un produit interdit circule librement et de réduire le coût des homologations au niveau national. Parmi les produits interdits par le CSP on peut citer les pesticides qui sont répertoriés dans les POPs (Polluants Organiques Persistants) suivants : DDT; Heptachlore; Hexaclorobenzene; Mirex ; Toxaphène. Malheureusement, cette réglementation est très peu diffusée et mal connue de la population des pays du Sahel, ce qui se traduit par la circulation transfrontalière de produits pesticides

contenant des matières actives interdites. La liste des produits actuellement autorisés dans ces pays est présentée en Annexe 3. Les produits interdits sont vendus au détail sans précaution, sur les marchés, l'application aux champs effectuée sans protection, les emballages vides réutilisés à d'autres usages. Au Niger, où ne sont autorisés que les produits homologués par le Comité Sahélien des Pesticides du CILSS, la majorité des produits vendus et utilisés par les producteurs maraîchers ne sont pas homologués [49].

2. Les pesticides dans les pays du nord : le cas de la France

La France est le premier producteur agricole européen, avec pour principaux contextes agricoles les grandes cultures (principalement céréales, oléagineux et protéagineux), la viticulture et l'arboriculture et utilise plus d'un tiers des pesticides vendus en Europe. Elle représente le plus gros utilisateur de fongicides et d'herbicides [50]. Avec 60 000 tonnes vendues en 2011, la France est aussi le premier consommateur européen de pesticides et le cinquième consommateur mondial derrière les Etats-Unis, le Brésil, le Japon et la Chine. On estime qu'environ 90% des tonnages sont destinés à l'usage agricole [51]. Le reste est utilisé pour l'entretien des infrastructures routières et ferroviaires, des espaces verts, des trottoirs, pour le jardinage, le traitement des locaux, etc... Certaines cultures sont particulièrement utilisatrices de pesticides, de par leur sensibilité aux maladies (arboriculture fruitière, vigne et cultures maraîchères) ou l'étendue des surfaces concernées (céréales, maïs et colza).

Les données du Ministère de l'agriculture (Statistiques agricoles annuelles) sur les surfaces agricoles et les données de l'UIPP (Union des Industries de la Protection des Plantes) sur les consommations de pesticides, permettent de se faire une idée sur les évolutions des tonnages de substances actives pesticides vendues en France entre 2001 et 2011 (figure 6).

Si la Surface Agricole Utilisée (SAU) est relativement stabilisée depuis 2001 (un peu plus de 20 millions d'hectares), sur la même période, la surface dédiée aux grandes cultures a légèrement augmenté pour atteindre 12,5 millions d'hectares. Les statistiques fournies par l'UIPP montrent que la quantité de substances actives vendues tend à diminuer sur la période 2001-2011 [52]. Cependant, le tonnage est un indicateur peu significatif des expositions des utilisateurs. D'autres indicateurs ont été mis en place récemment dans le cadre du plan national Ecophyto : le nombre de doses unités (*NODU*) et l'indice de fréquence de traitement (*IFT*) dont l'objectif est essentiellement de suivre l'évolution des usages agronomiques. Cependant, la baisse des quantités utilisées ou des surfaces traitées est relativement faible

comparé à la diminution importante de la population agricole active depuis 1950, laissant supposer une possible augmentation de l'exposition des utilisateurs.

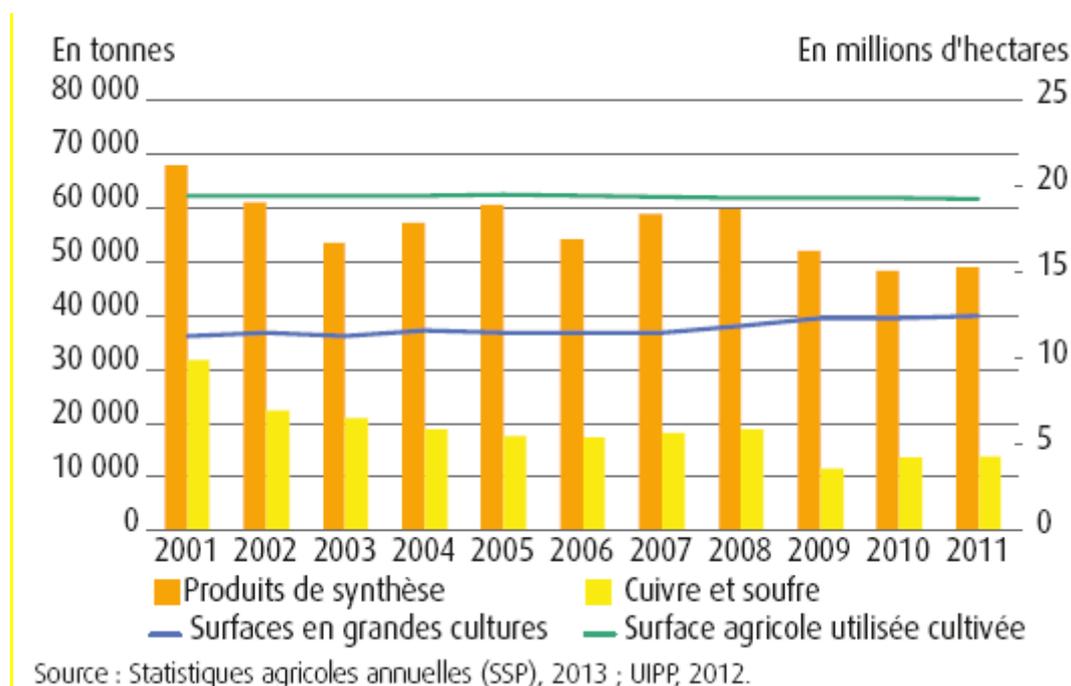


Figure 6. Evolutions des quantités de pesticides agricoles vendues et de la surface agricole, France 2001-2011

La question des pesticides et de leurs effets sur la santé est devenue ces dernières années une priorité de Santé publique en France, qui s'est traduite par la mise en place progressive de différentes actions de l'Etat dans ce domaine. En 2002, le Comité de prévention et de précaution des risques sanitaires avait déjà émis un certain nombre de recommandations, dont celle d'améliorer l'estimation de l'exposition aux pesticides des populations les plus à risque, incluant les professionnels, les femmes enceintes, les enfants, ainsi que les riverains des exploitations agricoles [53].

Par la suite, trois plans se sont succédés. Le gouvernement a d'abord adopté le premier Plan National Santé Environnement (PNSE1) 2004-2008. Ce plan s'appuyait sur le rapport d'une commission d'orientation et était construit sur une approche globale des polluants et milieux de vie. Il a été prolongé par deux autres PNSE (2009-2014) et (2015-2019). Ces plans comportaient deux priorités : la réduction des expositions responsables de pathologies et la réduction des inégalités environnementales, en cohérence avec d'autres plans (plan Cancer, plan Santé Travail et Plan National Nutrition Santé) [54].

En 2006, le gouvernement a lancé un **Plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides (PIRRP)** fixant pour objectif de réduire de 50 % l'usage des substances dites « les plus dangereuses » [55]. En 2007, les travaux du Grenelle de l'environnement ont réaffirmé la nécessité de la réduction de **50 %** de l'usage des pesticides si possible en 10 ans, tout en respectant la compétitivité de l'agriculture française. Ces travaux se sont concrétisés dans le plan Ecophyto (2008-2018), qui comporte des actions de formation des applicateurs et utilisateurs professionnels de pesticides tant en zone agricole que non agricole [56]. Ce plan était initialement structuré autour de huit axes : évaluer les progrès en matière de diminution de l'usage des pesticides (axe 1) ; recenser et généraliser les systèmes agricoles et les moyens connus permettant de réduire l'utilisation des pesticides en mobilisant l'ensemble des partenaires de la recherche, du développement et du transfert (axe 2) ; innover dans la conception et la mise au point des itinéraires techniques et des systèmes de cultures économes en pesticides (axe 3) ; former à la réduction et à la sécurisation de l'utilisation des pesticides (axe 4) ; renforcer les réseaux de surveillance sur les bio-agresseurs et sur les effets non intentionnels de l'utilisation des pesticides (axe 5) ; prendre en compte les spécificités des Départements d'Outre-Mer (DOM) (axe 6) ; réduire et sécuriser l'usage des produits phytopharmaceutiques en zone non agricole (axe 7) ; organiser le suivi national du plan et sa déclinaison territoriale et communiquer sur la réduction de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (axe 8).

En 2010, dans le souci de la protection de la santé des applicateurs, un neuvième axe a été intégré au plan, sur le thème de la santé humaine (axe 9). Cet axe vise principalement : (i) sécuriser les matériels de pulvérisation et adapter les équipements de protection individuelle, (ii) sécuriser les conditions de manipulation des pesticides, (iii) renforcer la veille sanitaire [57]. Une nouvelle version du plan Ecophyto est en cours de préparation [58].

A partir de 2015, en application de l'axe 4 (former à la réduction et à la sécurisation de l'utilisation des pesticides), le certificat *Certiphyto* attestant de connaissances suffisantes pour utiliser les pesticides est rendu obligatoire pour tout utilisateur ou distributeur de pesticides à usage professionnel [59].

Pour suivre les progrès réalisés, un dispositif de suivi des pesticides utilisés en France a été mis en place sous la responsabilité de l'Observatoire des résidus de pesticides (ORP) aujourd'hui coordonné par l'ANSES. Cette instance de suivi, regroupe des professionnels, des ONG, des chercheurs et a pour missions de : (i) rassembler et valoriser les données

disponibles des contrôles et des mesures de résidus de pesticides dans les milieux (eau, air, sols) et produits consommés par l'homme ; (ii) organiser l'exploitation des données existantes pour estimer les niveaux d'exposition des populations aux pesticides ; (iii) identifier les actions de progrès pouvant être mises en place afin d'améliorer l'information des professionnels et du public sur ce sujet [60]. Dans le cadre de l'ORP, des groupes de travail ont effectué une synthèse des données existantes en France sur la contamination des milieux et l'exposition de la population. Ces rapports concernent les études de faisabilité (2004), la contamination de l'air (2010), l'exposition aux pesticides et les propriétés des pesticides (2010) [61-64].

Actuellement, des programmes de recherche sont en cours pour mieux évaluer l'exposition des pesticides, une meilleure connaissance étant mentionnée tant par les pouvoirs publics que par les chercheurs comme un levier d'action essentiel et prioritaire, pour maîtriser les effets de santé. C'est le cas du projet PESTEXPO, mis en place en 2001 avec pour objectif de mieux connaître les expositions réelles des utilisateurs de pesticides au cours d'une journée, d'une saison et d'une vie professionnelle, en fonction des types de culture, des périodes et des zones géographiques dans divers contextes agricoles français [20, 65-67]. Une autre étude portant cette fois sur l'exposition domestique a été lancée par l'Anses. Il s'agit de l'étude Pesti'home [68] financée par les ministères en charge de l'écologie, de la santé et de l'agriculture, dans le cadre du plan Ecophyto et qui a débuté en juillet 2014. Son objectif est de mieux connaître les habitudes d'utilisation des français, concernant les produits antiparasitaires pour les hommes et les animaux, ainsi que les pesticides destinés à lutter contre les nuisibles de l'habitat (insectes, acariens, rongeurs, ...) ou à traiter les plantes et le jardin (insectes, champignons, maladies).

3. La question des pesticides dans les pays du sud : le cas du Sahel

Dans la majorité des pays en développement et notamment en Afrique sub-saharienne, l'agriculture contribue de façon importante au PIB national. L'utilisation des pesticides a beaucoup augmenté dans ces pays à mesure que l'agriculture se modernisait. En général, la demande de pesticides chimiques augmente avec la forte augmentation de la demande en produits agricoles en dépit de la pénurie de terres [69]. Toutefois, les méthodes traditionnelles de protection des végétaux gardent encore leur importance : le travail du sol, à la charrue ou à la houe, la submersion des champs et le brûlis réduisent notamment les populations de tous les types de ravageurs [70, 71].

En 2001, la consommation de pesticides des pays en développement représentait environ un quart de la consommation mondiale [72]. L'utilisation de pesticides en Afrique sub-saharienne ne représente que 4 % du marché global des pesticides, avec une estimation de 75 000-100 000 tonnes de pesticides utilisés par an sur le continent (contre environ 350 000 tonnes en Europe) [73]. Par rapport à l'ensemble des pays en développement, l'utilisation des pesticides en Afrique est très faible comparée à celle de l'Asie de l'Est, Chine comprise (38 %), de l'Amérique latine (30 %) du Proche-Orient/Afrique du Nord (15 %) et de l'Asie du Sud (13 %) [71, 73]. Environ la moitié de ces pesticides sont des insecticides, les herbicides ne représentant qu'une faible proportion de la consommation totale dans les pays en développement [71]. En effet, le faible coût de la main-d'œuvre dans ces pays fait que le désherbage manuel peut être moins coûteux que l'application d'herbicides. Ceci s'explique par des facteurs climatiques et des facteurs économiques. Dans les tropiques humides, les générations de ravageurs se succèdent sans que le froid ou la sécheresse ne les décime. Dans ces conditions, les insectes peuvent provoquer des dégâts considérables. Les insectes sont aussi un grave fléau dans les zones semi-arides où l'on utilise beaucoup d'insecticides pour combattre les migrateurs tels que les acridiens. Enfin, le paludisme, problème sanitaire majeur des pays tropicaux, les conduit à avoir recours à la lutte anti vectorielle avec des insecticides.

En Afrique sub-saharienne, les utilisations limitées de pesticides peuvent notamment s'expliquer par le système de production agricole à petite échelle, familial, encore le plus répandu [11, 74-76]. Ceci pourrait conduire à penser que des risques sanitaires seraient plus faibles pour ces populations, comparativement aux pays grands utilisateurs de pesticides. Mais cette hypothèse reste à démontrer car il faut également prendre en compte la toxicité des matières actives, probablement différentes dans ces pays. En effet, certains produits très utilisés dans les pays sub-sahariens ont été interdits par d'autres réglementations, fréquemment en raison de leurs effets sur l'environnements ou sur la santé. En outre l'absence de formation des agriculteurs sur les modalités d'utilisation des pesticides et leur dangerosité peuvent avoir des conséquences importantes en termes d'exposition et d'effets sur la santé. En effet, l'utilisation de produits inappropriés, des dosages incorrects et le matériel d'application en mauvais état ou mal entretenu entraînant des fuites, de même que l'absence d'équipements individuels de protection des utilisateurs sont susceptibles d'entraîner des risques pour l'agriculteur et son entourage. Il convient d'insister qu'en matière de manipulation des pesticides, dans beaucoup de pays d'Afrique certaines pratiques particulièrement dangereuses

ont été observées, comme mélanger les produits à mains nues et l'épandage sur les cultures à l'aide de brosses ou de balais trempés dans le récipient contenant les pesticides. Des pratiques ont été relevées dans un rapport de la Banque Mondiale sur la réduction des risques humains et environnementaux des pesticides obsolètes, l'une des rares sources d'analyse des questions dans les politiques et les pratiques africaines, publié pour la Tunisie, la Tanzanie, le Mali et l'Éthiopie [77]. Enfin, il convient de souligner que le circuit de distribution et de commercialisation des pesticides repose pour l'essentiel sur la vente informelle et très peu de structures professionnelles sont agréées pour cette activité [49]. Le contexte plus spécifique du Niger où une partie de la thèse a été développée est traité dans le chapitre 3 de ce document (pages 106-113).

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime qu'il y a chaque année dans le monde un million d'intoxications sévères dues aux pesticides, avec quelque 220 000 décès [78, 79], dont environ 99 % surviennent dans des pays en développement, bien que ces pays n'utilisent que 25% des pesticides produits dans le monde [80, 81]. Les habitants de ces pays sont particulièrement vulnérables en raison de l'absence de réglementation, de systèmes de surveillance, et d'un manque d'information sur les règles de manipulation qui conduit à une utilisation intensive et dangereuse de pesticides [75, 82, 83]. En dehors des accidents mortels, les expositions aux pesticides peuvent être responsables d'une morbidité aiguë, se traduisant par des symptômes plus ou moins sévères mais ne conduisant pas au décès. Parmi ces troubles, les affections respiratoires méritent un intérêt particulier. En effet ces pathologies sont particulièrement fréquentes dans les pays en développement où elles représentent une proportion non négligeable de l'ensemble des maladies, tuberculose pulmonaire exclue [74, 84, 85]. Ainsi, au Niger, on estime que les maladies respiratoires se positionnent au deuxième rang des consultations derrière le paludisme. Elles sont la première cause de décès (14%), devant le paludisme (10%) et les troubles digestifs (10%) [86]. A côté de la tuberculose dont on estimait l'incidence à 102 cas pour 100 000 en 2013 (tuberculose à microscopie positive) [87], on peut penser que les facteurs environnementaux ont une responsabilité importante dans la morbidité respiratoire. Les pesticides sont susceptibles de contribuer à cette morbidité.

4. Objectif de la thèse

L'objectif de cette thèse était d'étudier les effets respiratoires pouvant survenir en population générale exposée aux pesticides utilisés en agriculture, à l'aide de deux études épidémiologiques, l'une dans un pays du nord (en France) et l'autre, plus exploratoire, dans un pays du sud (PhytoNiger).

CHAPITRE 1. REVUE DE LA LITTERATURE

CHAPITRE 1. REVUE DE LA LITTERATURE

1. Expositions aux pesticides et maladies respiratoires

Tout pesticide présente un potentiel toxique plus ou moins étendu pour les organismes autres que ceux ciblés, et notamment pour les populations humaines. Les travailleurs qui les produisent ou les manutentionnent en milieu industriel sont bien sûr en premier lieu concernés, de même que les utilisateurs professionnels de ces produits, en particulier en milieu agricole. La population générale vivant à proximité des zones agricoles est également susceptible d'être exposée (via l'air, l'eau, le sol et les aliments) et la question des conséquences de ces expositions sur la santé suscite aujourd'hui certaines inquiétudes.

Les effets respiratoires potentiels font partie de ces préoccupations car l'appareil respiratoire, organe d'interface avec le milieu extérieur est particulièrement exposé aux agents chimiques présents dans l'environnement et notamment l'air ambiant. Les risques en rapport avec certains d'entre eux sont aujourd'hui bien connus, comme la fumée de tabac, les polluants atmosphériques gazeux ou particuliers, les allergènes, d'autres le sont moins comme les produits chimiques, dont les pesticides. Nous avons dans un premier temps fait un bilan des connaissances épidémiologiques concernant les effets sur la santé respiratoire des pesticides, en recherchant l'ensemble de la littérature scientifique publiée sur ce sujet. Cette revue de la littérature a permis d'identifier les études s'intéressant au lien entre les expositions professionnelles, domestiques et environnementales aux pesticides et la survenue de symptômes respiratoires (toux, respiration sifflante,...), les maladies pulmonaires obstructives chroniques (asthme, broncho-pneumopathie chronique obstructive ou BPCO) ou les altérations de la fonction respiratoire (mesures du souffle).

Un total de 61 articles originaux a été retenu dans cette revue de la littérature (figure 7), qui a donné lieu à deux articles publiés, le premier portant sur les expositions professionnelles (Article 1) et le second sur les expositions environnementales (Article 2).

Pour chaque étude, les informations suivantes ont été recueillies au moyen d'une fiche de lecture standardisée : année de publication, lieu, schéma d'étude, objectifs, type de population, type d'effet respiratoire étudié, modalités d'évaluation des expositions et principaux résultats et enseignements.

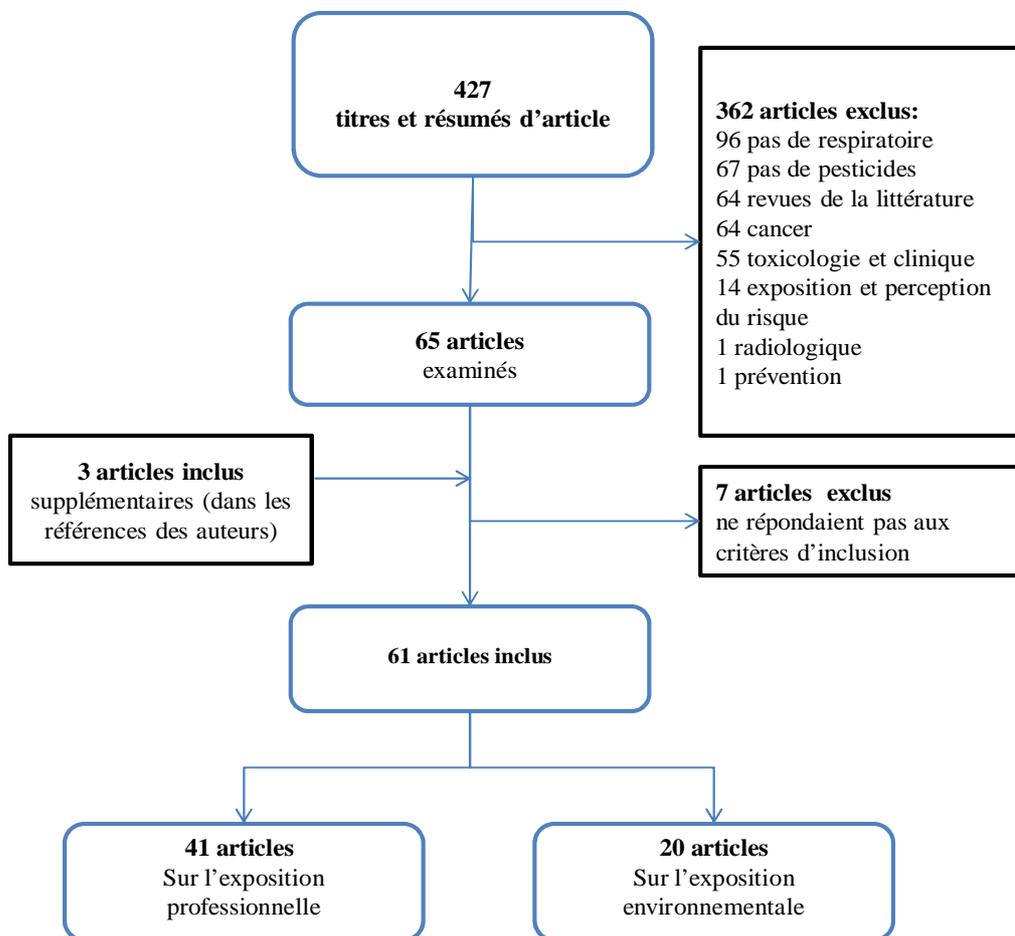


Figure 7. Stratégie d'inclusion des articles de la revue de la littérature

2. Article 1: Exposition professionnelle aux pesticides et santé respiratoires

Occupational exposure to pesticides and respiratory health: a review.

Cette partie a fait l'objet d'une publication dans le journal *European Respiratory Review*, juin 2015. [Mamane A, Baldi I, Tessier JF, Raheison C, Bouvier G. Occupational exposure to pesticides and respiratory health. *Eur Respir Rev* 2015; 24(136):306-19.]

Commentaire Article 1

Les agriculteurs représentent *a priori* une population particulièrement pertinente pour l'étude des effets sanitaires liés à l'utilisation des pesticides ; en effet, les agriculteurs utilisent ces produits à des doses relativement élevées et de façon répétée durant leur vie professionnelle. Les agriculteurs qui ne manipulent pas eux-mêmes les produits sont exposés de façon indirecte par les cultures traitées. L'autre population professionnellement exposée ayant fait l'objet de publications est celle des travailleurs de l'industrie impliqués dans la production et la manutention des pesticides. Pour illustrer cette section de notre thèse, nous avons extrait un certain nombre de tableaux (Tableaux 2, 3 et 4) d'une revue de la littérature que nous avons publiée dans l'*European Respiratory Review* en 2015 [88].

Ainsi notre revue de la littérature, a retenu 41 articles pertinents, dont 36 concernant les populations agricoles et 5 les travailleurs de l'industrie des pesticides.

Sur les 24 études transversales et cas-témoins en milieu agricole [89-112] (tableau 2), vingt et un ont mis en évidence un lien entre le travail en milieu agricole et la survenue de symptômes/pathologies respiratoires : cinq [89-93] avec l'asthme et les bronchites, douze [94-105] avec un certain nombre de symptômes respiratoires (toux, sifflements et dyspnée) et quatre avec une altération de la fonction respiratoire en relation avec un contact avec les pesticides. Néanmoins, dans certaines études l'estimation de l'exposition aux pesticides était succincte ou inexistante, les auteurs considérant comme exposé aux pesticides tout travailleur en milieu agricole. Dans ces études, les questions portant sur l'asthme et les sifflements bronchiques étaient reprises des questionnaires standardisés issus de différentes sociétés savantes ont été utilisés, comme le British Medical Research Council (BMRC), l'American Thoracic Society - Division of Lung Diseases (ATS-DLD) et l'European Community Respiratory Health Survey (ECRHS).

Deux études cas-témoins ont été réalisées au Liban. Dans ces deux études, les auteurs ont observé d'une part une association significative entre l'exposition professionnelle aux pesticides et l'asthme [92] et d'autre part avec la bronchite chronique de l'adulte [93].

Cependant, quelques études transversales [106-108] n'ont pas montré d'association entre des troubles respiratoires et l'exposition professionnelle aux pesticides ou le travail en milieu agricole. Les auteurs de ces publications ont suggéré que l'efficacité des mesures de protection pourrait expliquer cette absence d'association. Cependant divers travaux ergonomiques récents ont permis de vérifier l'efficacité des équipements de protection dans les conditions réelles de manipulation des pesticides en champ [113, 114].

La mesure des expositions dans ces études était relativement sommaire et a pu entraîner des erreurs de classement conduisant les auteurs à sous-estimer les liens entre l'exposition aux pesticides et la santé respiratoire. En outre, le schéma transversal n'est pas suffisant pour mettre en évidence un lien entre une exposition et un effet de santé. L'effet travailleur sain et la comparabilité des populations exposées et des populations témoins peuvent également nuire à l'étude des effets sur la santé de l'exposition aux pesticides.

Table 2: Effects of pesticides on the respiratory health of agricultural workers: cross-sectional and case / control studies (Eur Respir Rev 2015 Juin; 24 (136) : 306–19)

First author [ref.]	Country	Summary of method			Statistically significant min findings
		Population	Pesticide exposure	Health outcomes	
Respiratory diseases : asthma and bronchitis					
Senthilselvan [89]	Canada	1939 farmers	Insecticides : organophosphates, organochlorines, carbamates.	Face to face questionnaire based on ATS-DLD (respiratory symptoms – determine self-report) Pulmonary function (spirometry): FVC, FEV1, FEF ₂₅₋₇₅ following ATS guidelines	Significant association with carbamate insecticide use and asthma (OR=1.8; 95% CI 1.1-3.1) In Asthmatics significant lower mean values of pulmonary function: FEV1 (p=0.01) and FEF ₂₅₋₇₅ (p=0.001) than in non asthmatics.
Kang [90]	USA	1,499 Vietnam veterans (exposure to Agent Orange) and a group of 1,428 non-Vietnam veterans	Sprayed herbicides (Agent Orange) with contaminant 2,3,7, 8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD or dioxin) for military purposes.	Self-reported data : computer-assisted telephone interview (CATI); chronic medical condition diagnosed by physician	Prevalence of chronic bronchitis, asthma, emphysema, pleurisy, or tuberculosis (OR=1.62; 95%CI 1.28-2.05) significantly elevated among Vietnam veteran who sprayed herbicides vs non Vietnam veterans. Prevalence of “respiratory problems” was similar in low TCDD group (<2.5ppt) and in high TCDD group (≥2.5 group).
Bener [91]	United Arab Emirates	98 farmers exposed to pesticide and 98 controls (non-farmers)	pesticides (not specified)	Face to face questionnaire based on BMRC (respiratory symptoms - covering the life history of the subject’s). Pulmonary function (spirometry: FVC, FEV ₁ , FEV ₁ /FVC, FEF ₂₅₋₇₅) following ATS guidelines	Higher prevalence of chronic cough (OR=2.96; 95% CI 1.44-6.19), chronic bronchitis (OR=1.38 ; 95% CI 1.09-1.78) and asthma (OR=1.8 ; 95% CI 1.01-3.01) in farmers than in controls. All spirometry parameters reduced in farmers compared to the reference group.
Salameh [92]	Lebanon	245 cases of asthma and 262 controls recruited from hospital centre	Pesticides (not specified)	Self-report questionnaire based on ATS-DLD (respiratory symptoms asthma- during life) confirmation by pulmonologist during the study	Any exposure to pesticides associated to asthma (OR=2.11; 95% CI 1.47-3.02), occupational use having the highest association (OR=4.98; 95% CI 1.07-23.28). Results confirmed by multivariate analysis, particularly for regional exposure (OR=2.78 ; 95% CI 1.18-6.67) and household exposure (OR=2.17; 95% CI 1.37-3.50).
Salameh [93]	Lebanon	110 cases of chronic bronchitis and 262 controls recruited from hospital centre	Pesticides (not specified)	Self-report questionnaire based on ATS-DLD (respiratory symptoms chronic bronchitis- during life) - confirmation by pulmonologist during the study	Any exposure to pesticides associated to chronic bronchitis (OR=2.46; 95% CI 1.53-3.94), occupational having the highest association (OR=15.92; 95% CI 3.50-72.41). Significant increase in the risk of chronic bronchitis according to increase in intensity and/or duration of different levels of exposure to pesticides.

Respiratory symptoms

Zuskin [94]	Croatia	174 exposed workers in greenhouses and 115 unexposed workers employed as office workers	pesticides (not specified)	Face to face questionnaire based on the BMRC : lifelong respiratory symptoms Pulmonary function (spirometry: FVC, FEV ₁ , FEF ₂₅ , FEF ₇₅) following ATS guidelines	higher prevalence of chronic cough, dyspnea, chest tightness in exposed women / controls(p<0.01) Workers: significant lower mean ventilation capacity measurements (except in the case of FVC) compared to standard predicted values
Zuskin [95]	Croatia	174 exposed and 115 unexposed workers	pesticides (not specified)	Face to face questionnaire based on the BMRC Pulmonary function measures (spirometry: FVC, FEV ₁ , FEF ₂₅ , FEF ₇₅) following ATS guidelines	Significant differences for dyspnea and chest tightness (p< 0.01), chronic cough and chronic phlegm (p<0.05). Higher significant prevalence of cough in smokers (p< 0.05) in workers employed for more than 10 years. Significant differences between measured and predicted FEV ₁ , FEF ₅₀ , and FEF ₂₅ in workers employed for more than 10 years.
Castro-Gutiérrez [96]	Nicaragua	134 workers paraquat exposed and 152 unexposed workers.	Herbicide: paraquat	Face to face questionnaire based on the BMRC (respiratory symptoms - during the last 24 months). Pulmonary function measures (spirometry: FVC, FEV ₁) following ATS guidelines	Consistent dose-response relationship according to intensity of exposure, relationship more marked for more severe dyspnea (OR=4.6; 95% CI 2.4-9.0). Increase in episodic wheezing accompanied by shortness of breath (OR=2.9 ; 95% CI 1.4-6.3) among the more intensely exposed workers .
Wilkins [97]	USA	1793 farmers in the Ohio Farm Family Health and Hazard Surveillance Project (FFHHSP)	pesticides (not specified)	Self-report questionnaire based on ATS-DLD (respiratory symptoms - during the last 12 months) by mail.	Association of lifetime cab tractor operations (1 to 3,599 hours) with chronic cough: OR=3.34; 95% CI 1.03-0.83.
Sprince [98]	USA	385 farmers in the Iowa Farm Family Health and Hazard Surveillance Project (FFHHSP)	Agricultural pesticides (insecticide to crops and livestock, herbicides)	Self-report questionnaire based on ATS-DLD (respiratory symptoms - during the last 12 months) by mail.	Applying pesticides to livestock associated with: phlegm (OR=1.91, 95% CI 1.02-3.57), chest ever wheezy (OR=3.92, 95% CI 1.76-8.72), flu-like symptoms (OR=2.93, 95% CI 1.69-5.12)
Beseler [99]	USA	761 farm operators and their spouses farm residents enrolled in the Colorado Farm Family Health and Hazard Survey	Agricultural pesticides (not specified)	Face to face questionnaire to report history of respiratory disorders and symptoms Pulmonary function (spirometry: FVC, FEV ₁ /FVC)	Pesticide poisoning - in current smokers : significantly associated with wheeze (n=79, OR=8.21; IC95% 1.28-52.6) and reduced FVC (n=17, p = 0.01). - in non-smokers: significantly associated with cough (OR=2,18 ; IC95% 1,03-4,64).

Masley [100]	Canada	511 men, 499 women, and 393 children (<18 years of age) residing in 549 households in the rural study area of the families living in the Prairie Echo Study (PECOS)	Pesticides and fertilizers : herbicides, insecticides, fungicides, granular fertilizer, liquid fertilizer and manure	Self-report questionnaire based on ATS-DLD (respiratory symptoms - during life)	Pesticide exposure associated with the presence of one or more respiratory symptoms (cough, phlegm, wheeze or shortness of breath) (OR=2.4, 95% CI 1.1-5.2) and with bronchitis (OR=4.3, 95% CI 2.0-9.4) in women. Children from non-farming households: higher frequency of bronchitis (35.1%) than children from farming households (16.5%) (OR=2.6, 95% CI 1.1-5.8).
Schenker [101]	Costa Rica	219 farm workers (paraquat handlers) and 110 controls (nonhandlers) working from banana, coffee and palm oil farms in the Study of agricultural lung disease (SALUD)	Herbicide: paraquat	Face to face questionnaire based on ATS-DLD (respiratory symptoms - determine self-report) Pulmonary function measures (spirometry: TLC, DLCO, FVC, FEV ₁ /FVC, VO ₂ , and VE/VCO ₂) following ATS guidelines	Each unit increase in the total cumulative paraquat index associated with a 1.8 increase in the odds of chronic cough (95% CI 1.0-3.1) and a 2.3 increased odds of shortness of breath with wheeze (95% CI 1.2-5.1), but not significantly associated with chronic bronchitis persistent wheeze, or ever having a diagnosis of asthma.
Fieten [102]	Costa Rica	69 exposed worked (on plantain plantations where pesticides were used) and 58 unexposed participants.	Agricultural OPs (terbufos and chlorpyrifos) and bipyridylum herbicide (paraquat)	Face to face questionnaire based on ECRHS (respiratory symptoms -self-report covering the last year). Pulmonary function (spirometry: FVC and FEV ₁) following MIR guidelines.	Among nonsmokers: wheeze associated with exposure to the OP insecticides chlorpyrifos (OR=6.7; 95%CI 1.6-28.0) and terbufos (OR=5.9, 95%CI 1.4-25.6). No difference in prevalence of chronic cough, asthma, according to the cumulative exposure estimate
Faria [103]	Brazil	1379 farms from 2 municipalities of southern Brazil with at least 15 hours of weekly agricultural activity	Agricultural pesticides : OPs, pyrethroids, triazines, dithiocarbamates, paraquat	Face to face questionnaire based on ATS-DLD (respiratory symptoms - determine self-report of asthma and chronic respiratory disease)	Pesticide poisoning associated with higher prevalence of asthma symptoms (OR=1.64; 95% CI: 1.04-2.58) and chronic respiratory disease symptoms (OR=1.57; 95% CI: 1.08-2.28).
Ejigu [104]	Ethiopia	82 farm workers (pesticide sprayers) and 47 controls (unexposed) working on 2 farms	Agricultural pesticides (not specified)	Face to face questionnaire based on BMRC (respiratory symptoms - covering the life history of the subject's)	Prevalence of respiratory symptoms, including cough, phlegm, and wheeze significantly higher in farm workers than in controls (p < 0.05).
Pathak [105]	India	108 Pesticide sprayers (42 knapsack sprayers and 66 tractor-mounted sprayers) et 30 control subjects	Types of pesticide used: chlorpyrifos, monocrotophos, dichlorvos, malathion, endosulfan, methyl parathion and cypermethrin	Face to face questionnaire to report of respiratory symptoms without any precision	Tractor-mounted sprayers compared to controls: OR significantly raised for respiratory symptoms (OR= 5.14 ; 95% CI 1-29). Activity of AChE significantly (p= 0.001) lower in exposed groups (tractor-mounted and knapsack sprayers) than in controls AChE depletion greater in tractor-mounted sprayers than in knapsack sprayers (p=0.001).

Ngowi [106]	Tanzania	133 subjects on coffee farmworkers in 1991-1992	Agricultural pesticides: fungicide, insecticide and herbicide.	Face to face questionnaire to report of symptoms during spraying and nonspraying seasons	No significant difference for prevalence of cough between spraying and nonspraying periods (p=0.69). No significant difference in AChE activity during spraying and nonspraying periods.
Jones [107]	USA	100 exposed pesticide aviators and 100 controls (unexposed)	Agricultural pesticides: methyl parathion, lambda-cyhalothrin, profenofos, acephate, cyfluthrin, azinphos-methyl, oxamyl, methomyl, and thiodicarb.	Self-report questionnaire based on ATS-DLD (respiratory symptoms - during life). Pulmonary function (spirometry during same study days) following ATS recommendation.	Prevalence of reported asthma symptoms and lung function measures similar between exposed aviators and controls.
Abu Sham'a [108]	Palestine	N : 250 farmers	Agricultural pesticides list not specified not except for OPs	Face to face questionnaire based on ATS-DLD (respiratory symptoms - during the last 12 months). Pulmonary function (spirometry) following ERS recommendation.	No association between present spraying pesticides and cough with phlegm (OR=1.14 ; 95% CI 0.98-1.33) and wheezy chest (OR=0.95 ; 95% CI 0.88-1.01). No association between organophosphate use with cough with phlegm (OR=1.17; 95% CI 0.84-1.61) and wheezy chest (OR=1.13; 95% CI 0.75-1.70).
Respiratory function					
Mekonnen [109]	Ethiopia	102 pesticide sprayers in state farms and 69 non sprayers. No smokers,	Pesticide applied on the farms : chlorpyrifos, diazinon and malathion	Face to face questionnaire based on BMRC (respiratory symptoms - during the last 12 months). Pulmonary function (spirometry) following ATS recommendation.	decreased or abnormal respiratory function (FVC, FEV1) was found in the 15-24 years age group of pesticide sprayers as compared to that of similar age group non-sprayers
Hernandez [110]	Spain	89 exposed (pesticide sprayers) and 25 unexposed farm workers in intensive agricultural area of plastic greenhouses	10 agricultural individual or groups of pesticides: neonicotinoids, abamectin, OPs, carbamates, dithiocarbamates, endosulfan, oxadixyl, xythioquinox, phenylureas and bipyridiliums	Face to face questionnaire To report symptoms attributable to pesticide exposure in the last 2 years and physical examination during the peak spraying season. - chest radiographs - Pulmonary function measures (spirometry: TLC, RV, and FRC) following ERS guidelines	Lifelong cumulative exposure to pesticides (sprayers only): reduction in FEF 25-75 Recent exposure to bipyridiliums: associated with a fall in the diffusing capacity of the lungs (alveolar function) Recent exposure to neonicotinoids: associated with lower lung volumes (restrictive disease). Endosulfan use associated with respiratory symptoms (OR=3.68 ; IC95% 1,16-11,68).
Chakraborty [11]	India	376 exposed agricultural and 348 controls group unexposed agricultural workers residing the rural villages. Non-smokers,	Agricultural pesticides (eastern India) Organophosphate (methyl-parathion, phosphamidon, dichlorvos monocrotophos, carbaryl, chlorpyrifos, dimethoate) and carbamate (carbofuran)	Face to face questionnaire based on BMRC and ATS-DLD (respiratory symptoms - covering the last 12 months). Pulmonary function measures (spirometry during) following ATS guidelines	Higher prevalence of upper and lower respiratory symptoms (wheeze, cough, dyspnea) and higher reduction of lung function in exposed workers than in controls (p < 0.001). Diagnosis of COPD made in 10.9% of workers versus in 3.4% of controls (p < 0.05).

Cha [112]	South Korea	2508 paraquat applying farmers and 374 non-paraquat-applying farmers	Herbicide: paraquat	Face to face questionnaire to report of doctor diagnosed symptoms / diseases: COPD, asthma - during life. Pulmonary function measures (spirometry during) following ATS guidelines	Significant exposure-response relationships between restrictive ventilatory defect and: - paraquat application years (OR=1.89 ; IC95% 1.11-3.24) - lifetime paraquat application days (OR=1.76 ; IC95% 1.04-2.98).
------------------	-------------	--	---------------------	--	--

*case-control study

ERS: European Respiratory Society

ATS-DLD : American Thoracic Society and the Division of Lung Diseases

BMRC: British Medical Research Council

ECRHS: European Community Respiratory Health Survey

MIR Medical International Research –Rome, Italy

Respiratory function measures :(FVC, FEV₁, FEV₁ to FVC ratio, FEF_{25-75%}, TLC, and RV)

Nous avons identifié douze études de cohorte [115-126] (tableau 3), dont les résultats étaient assez concordants. Dans certaines cohortes, comme la cohorte nord-américaine « Agricultural Health Study » (AHS), l'exposition aux pesticides a été estimée en questionnant les sujets sur leur utilisation d'une cinquantaine de molécules sélectionnées parmi les plus utilisées [127]. L'AHS (n=89 000 applicateurs de pesticides et conjoints des applicateurs de pesticides de l'Iowa et de la Caroline du Nord) a publié ses premiers résultats sur la santé respiratoire en 2002. Ces résultats suggéraient une association entre une respiration sifflante et l'exposition à onze des cinquante pesticides étudiés (sept herbicides et quatre insecticides), avec des risques plus marqués pour les herbicides [115]. Le risque de bronchite chronique à l'âge adulte également étudié dans cette cohorte était significativement associé à onze des 50 pesticides étudiés (quatre herbicides et sept insecticides). Un lien positif avec douze pesticides a été également trouvé pour l'asthme de l'adulte. Il s'agissait de trois herbicides, six insecticides, un fongicide et deux fumigants. Dans une autre étude, la cohorte agricole française AGRICAN (N=180 060 agriculteurs), les sujets ont été questionnés sur les cultures / élevages pratiqués, les tâches et traitements pesticides effectués durant leur vie professionnelle. Une association significative entre l'exposition aux pesticides, notamment dans certains contextes agricoles et l'asthme allergique [122] ou la bronchite chronique [126] ou a été rapportée.

Table 3: respiratory health of agricultural workers: longitudinal studies (Eur Respir Rev 2015 Juin; 24 (136) : 306–19)

First author [ref.]	Country	Summary of method			Statistically significant min findings
		Population	Pesticide exposure	Health outcomes	
Asthma and wheeze					
Hoppin [115]	USA	20,468 pesticide applicators (farmers) including 3,838 farmer having reported wheezing in the past year and 16,630 farmers who did not	40 pesticides selected among the most heavily used in Iowa and North Carolina: herbicides (n=16), insecticides (n=16), fungicides (n=6), fumigants (n=2).	Second questionnaire: self-report of wheeze in the previous year based on the question “How many episodes of wheezing in your chest have you had in the past 12 months?”	Wheezing: highest odds ratios with paraquat, parathion, malathion, chlorpyrifos, and S-ethyl-dipropylthiocarbamate (EPTC) highest OR for Parathion (OR=1.5; 95% CI 1.0-2.2). Wheezing: significant dose–response trends for atrazine, chlorpyrifos and parathion applying atrazine more than 20 days/year : OR = 1.5 (95% CI 1.2-1.9)
Hoppin [116]	USA	17,920 pesticide applicators and 2,255 commercial pesticide applicators	40 pesticides selected among the most heavily used in Iowa and North Carolina: herbicides (n=16), insecticides (n=16), fungicides (n=6), fumigants (n=2).	Second questionnaire: self-report of wheeze in the previous year based on the question “How many episodes of wheezing in your chest have you had in the past 12 months?”	In farmers: 5 of 40 pesticides (alachlor, EPTC, atrazine, petroleum oil, trifluralin) used in the past year significantly associated with wheeze. In commercial applicators: 3 of 36 pesticides (chlorimuron-ethyl, dichlorvos, and phorate) associated with wheeze. applying chlorpyrifos more than 20 days /year: associated with wheeze in farmers (OR=1.48; 95% CI 1.00-2.19) and commercial applicators (OR=1.96 95% CI 1.05-3.66).
Hoppin [117]	USA	2,255 commercial pesticide applicators	40 pesticides selected among the most heavily used in Iowa and North Carolina: herbicides (n=16), insecticides (n=16), fungicides (n=6), fumigants (n=2).	Second questionnaire: self-report of respiratory symptoms: wheeze, asthma (self-report of a doctor’s diagnosis).	8 of 16 herbicides associated with wheeze in single-agent models; risk almost associated with chlorimuron-ethyl (OR=1.62; 95% CI 1.25-2.10). Dose-response trends observed for chlorimuron-ethyl, chlorpyrifos, and phorate; the strongest odds ratio being for applying chlorpyrifos on more than 40 days per year (OR=2.40; 95% CI 1.24-4.65).
Hoppin [118]	USA	25,814 farm women, including 702 cases of asthma and 25,112 control subjects	50 specific pesticides	Second questionnaire: self-reported doctor’s diagnosis of asthma after age 19 years.	7 of 16 insecticides, 2 of 11 herbicides, and 1 of 4 fungicides significantly associated with atopic asthma, parathion use having the highest odds ratio (OR=2.88 ; 95% CI 1.34-6.20) Only permethrin use on crops (OR=2.19 95% CI 1.33-1.92) associated with non atopic asthma. Growing up on a farm: protective for atopic asthma (OR=0.55 ; 95% CI 0.43-0.70).

Hoppin [119]	USA	19,704 farmers, including 441 cases of asthma and 19,263 control subjects	50 specific pesticides	Second questionnaire: self-reported doctor's diagnosis of asthma after age 19 years.	Ever-use of 12 pesticides associated with allergic asthma and 4 associated with nonallergic asthma. For allergic asthma, strongest association with coumaphos (OR 2.34 ; 95% CI 1.49-3.70 for nonallergic asthma: strongest association with DDT (OR=1.41 ; 95% CI 1.09-1.84) .
Henneberger [120]	USA	926 adult pesticide applicators with active asthma (wheezing and breathing problems in past 12 months)	36 specific pesticides (omitted aldicarb, parathion, ziram, trichlorfon and aluminum phosphide)	Outcome of interest: exacerbation of asthma, self-reported visit to hospital emergency room /doctor for an episode of wheezing or whistling during the past 12 months.	Exacerbation of allergic asthma associated with pendimethalin (OR=2.1; 95 % CI 1.1-4.1) and aldicarb (OR=10.2; 95 % CI 1.9-55).
Bread [121]	Australia	1,999 outdoor staff working as part of an insecticide application program during 1935–1995 and 1,984 outdoor workers not occupationally exposed to insecticides.	Pesticides : arsenic, DDT and chemicals	Ascertainment of vital status by matching the cohort with national death registers and health insurance records. Surviving subjects completed a morbidity questionnaire : pesticide exposure story and non fatal outcomes potentially related to pesticides exposure	asthma mortality higher for applicators (SMR= 3.45; 95% CI 1.39-7.10, compared with the general Australian population) asthma mortality in subjects working with modern chemicals higher than in other subjects (SMR=6.44 ; 95% CI 1.33-18.8). Higher risk of asthma (OR=1.59 ; 95% CI 1.05–2.43) and of having a child diagnosed with asthma (OR=1.45 ; 95% CI 1.01–2.09) for pesticides applicators compared to others.
Baldi [122]	France	15,494 farmers including 1,246 cases of asthma in the French agricultural cohort AGRICAN	Agricultural pesticides and farming activities.	Self-report of doctor-diagnosed asthma	Risks of allergic asthma increased in participants reporting a history of pesticide poisoning (OR=1.97; 95% CI 1.43-2.73). No association between non-allergic asthma and living during the first year of life on a farm
Boers [123]	Netherlands, Italy, Finland, and Bulgaria	248 workers exposed (Men : 66.5 % ; mean age : 42.4 years) to pesticides and 231 non-exposed workers of EUROPIT study	Ethylenebisdithiocarbamate (EBDCs) and/or other pesticides	Self-report questionnaire based on IUATLD (respiratory symptoms - Asthma and asthmatic symptoms).	No significant associations between occupational exposure to pesticides and asthma diagnosis (OR=0.41; 95% CI 0.15-1.11) and asthma attack (OR=0.52; 95% CI 0.12-2.25). No significant association with urinary ETU as a continuous marker of exposure.

Chronic bronchitis						
Hoppin [124]	USA	20,908 farmers including 654 cases of chronic bronchitis and 16,630 farmers who did not	50 specific pesticides	Second questionnaire: self-reported doctor's diagnosis of chronic bronchitis after age 19 years.	11 pesticides associated with prevalent chronic bronchitis, heptachlor use having the highest odds ratio (OR=1.50 ; 95%CI 1.19-1.89, in adjusted model). Significant association with chronic bronchitis for farmers having a high pesticide exposure event in their lifetime (OR=1.83 ; 95% CI 1.50-2.24) and pesticide use off the farm (OR=1.40 ; 95% CI 1.04-1.88)	
Valcin [125]	USA	21,541 non-smoking female spouses of farm workers, including 583 cases of chronic bronchitis and 20,958 controls	50 specific pesticides	Second questionnaire: self-reported doctor's diagnosis of chronic bronchitis after age 19 years.	Five pesticides associated with chronic bronchitis in non-smoking spouses of farmers, paraquat use having the highest odds ratio (OR=1.91 ; 95% CI 1.02-3.55). Risk of chronic bronchitis in women associated with application of pesticides 120 days or more in their lifetime (OR=1.50; 95% CI 1.17-1.91) and in those who used three or more agricultural pesticides (OR=1.58 ; 95% CI 1.19-2.09).	
Tual [126]	France	14,441 farmers including 1,207 cases of chronic bronchitis in the French agricultural cohort AGRICAN (AGRIculture and CANcer).	Agricultural pesticides and farming activities.	Self-report of doctor-diagnosed chronic bronchitis after age 20.	Significant associations between chronic bronchitis and two farming activities: cattle raising (OR=1.24; 95% CI 1.03-1.57) and potato production (OR=1.33; 95% CI 1.13-1.57). Significantly associated risk of chronic bronchitis exposed to pesticide poisoning (OR=1.64; 95% CI 1.11-2.41 and pesticide use potato farmers (OR=1.63; 95% CI 1.11-2.37).	

SMR: Standardized Mortality Ratio

ATS-DLD : American Thoracic Society and the Division of Lung Diseases

IUATLD: International Union Against Tuberculosis and Lung Disease

AHS : Agricultural Health Study

Quatre des cinq études [128-131] (tableau 4), portant sur les travailleurs de l'industrie de production de pesticides ont mis en évidence une association significative a été observée entre l'exposition aux pesticides et des symptômes respiratoires, notamment la toux, les sifflements bronchiques et les crises d'asthme ainsi qu'une diminution de certains paramètres de la fonction respiratoire (VEMS, DEM₂₅₋₇₅) [128].

En conclusion, la majorité des études portant sur des sujets professionnellement exposés aux pesticides a montré des effets sur l'appareil respiratoire des travailleurs exposés.

Table 4: Studies on the respiratory health of workers in the pesticide industry (Eur Respir Rev 2015 Juin; 24 (136) : 306–19)

First author [ref.]	Country	Summary of method			Statistically significant min findings
		Population	Pesticide exposure	Health outcomes	
Salameh [128]	Lebanon	19 pesticide factory workers and 43 control group other factory workers in Lebanon.	Pesticide: pyrethroid and carbamate insecticides (liquid pesticides)	face to face questionnaire based on ATS-DLD (respiratory symptoms) Pulmonary function (spirometry: FVC, FEV ₁ , FEV ₁ /FVC, FEF ₂₅₋₇₅) following ATS guidelines.	No significant differences between pesticide-exposed and non-exposed workers for respiratory symptoms and other diseases. Higher risk of abnormal FEV ₁ /FVC (OR=5.6; p<0.001) and FEF ₂₅₋₇₅ (OR=16.5; p<0.001) in pesticide-exposed workers.
Zuskin [129]	Croatia	82 workers employed in processing pesticides and in 60 control workers not exposed to irritants and employed in a soft drink bottling plant	Pesticides processed at the Herbos Plant in Sisak : insecticides, rodenticides, herbicides, and fungicides primarily for commercial farming and gardening.	Face to face questionnaire filled in with physicians based on BMRC (respiratory symptoms - covering the life history of the subject's). Pulmonary function (spirometry: FVC, FEV ₁ , FEF ₂₅ , FEF ₅₀) following ECCS guidelines	Significant association between exposure and chronic cough (OR=1.29; IC95% 1.15-15.84) and dyspnea (OR=1.11; IC95% 1.06-1.97) in women. Significant association only with dyspnea (OR=2.35; IC95% 1.50-4.10) in men. For all exposed subjects: significant reductions in ventilation capacity for all tests compared to predicted.
Ruder [130]	USA	2,122 US pentachlorophenol (PCP) production workers including 1,402 PCP production only and 720 workers in PCP and TCP production from Michigan, Illinois, Washington and Kansas	Pentachlorophenol (PCP), TCP	Ascertainment of vital status from Social Security Administration and Internal Revenue Service records, from state divisions of motor vehicles, and from the National Death Index at December 2005.	Significant association of mortality risk higher in workers and COPD (SMR=1.38; 95% CI 1.06-1.77).
Bruns [131]	USA	496 exposed subjects employees of the Dow Chemical Company who worked in the manufacture or formulation of chlorpyrifos and 911 control subjects	chlorpyrifos	Morbidity data from company medical records.	Significant association between exposure and acute respiratory infections (OR=1.49; 95% CI 1.08- 2.05) and other diseases of the respiratory system (OR=2.80; 95% CI 1.18-6.65).
Calver [132]	USA	281 workers and 260 unexposed	- 2,4,5-trichlorophenol (TCP) - 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD), contaminant of TCP production	Standardized interviews and medical examinations (chronic bronchitis and COPD defined by ATS). Pulmonary function measures (spirometry: FVC, FEV ₁ , FEV ₁ /FVC) following ATS guidelines	Risk of chronic bronchitis (OR==1.04; IC95% 0.43-2.48) and COPD (OR=1.58; IC95% 0.59-4.25) not significantly associated with any measure of TCDD (worker vs control). No significant differences between workers and controls for any of the spirometric parameters.

ATS-DLD : American Thoracic Society and the Division of Lung Diseases
 Respiratory function measures :(FVC, FEV₁, FEV₁ to FVC ratio, FEF₂₅₋₇₅)
 ECCS: European Committee for Coal and Steel.
 NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health

Les 32 études incluses dans cette revue de la littérature étant trop hétérogènes, une analyse groupée n'a pas pu être réalisée. Pour pouvoir le faire, il aurait fallu rechercher la cause de cette hétérogénéité (types de population, protocole, méthodes, estimation de l'exposition, critères de jugement, ...etc.) entre les études. A l'inverse, il faut souligner que les analyses basées sur la cohorte AHS ont utilisé une démarche suffisamment proche pour être combinées et fournir une estimation commune cohérente : population homogène, outils d'estimation des expositions et critères de jugement identiques. La réalisation d'un Forest plot ou graphique en forêt serait possible dans le cadre de ce travail mais, elle n'entrait pas dans les objectifs de cette thèse.

3. Article 2: Exposition environnementale aux pesticides et santé respiratoire

Cette partie a fait l'objet d'une publication dans le journal *European Respiratory Review*, septembre 2015. [Mamane A, Raheison C, Tessier JF, Baldi I, Bouvier G. Environmental exposure to pesticides and respiratory health. *Eur Respir Rev* 2015; 24(137):462-73.]

Commentaire Article 2 :

Le lien entre santé respiratoire et exposition non professionnelle aux pesticides (domestique et environnementale) a également été étudié, mais les publications sont moins nombreuses que pour les expositions professionnelles (20 publications au total : 14 s'intéressant aux enfants et six aux adultes). Par analogie avec d'autres facteurs de risque respiratoires comme la pollution atmosphérique, les chercheurs se sont interrogés sur le risque respiratoire potentiel pour les populations vivant au voisinage des zones où ces produits étaient utilisés.

Pour illustrer cette section de notre thèse, nous avons extrait un certain nombre de tableaux (Tableaux 5, 6 et 7) d'une revue de la littérature en cours de publication dans l'*European Respiratory Review* [133].

Dans les études menées chez les enfants (tableaux 5 et 6), les données sanitaires recueillies reposaient essentiellement sur les réponses parentales à des questionnaires, standardisés dans six études : le questionnaire de l'International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) pour quatre études et celui de l'American Thoracic Society (ATS) pour deux études. Les autres études ont utilisé des questionnaires spécifiques.

Sept cohortes de naissance [134-140] (tableau 5) se sont intéressées aux expositions maternelles à divers pesticides et biocides parmi lesquels les insecticides organochlorés, les organophosphorés et les carbamates. Les résultats suggèrent que l'exposition à ces pesticides durant la grossesse ou en période périnatale pourrait contribuer au développement de l'asthme de l'enfant. Sept autres études ont été réalisées sur l'exposition postnatale à différents âges [141-147] (tableau 6).

Six études sur les quatorze comportaient un questionnaire destiné aux parents [138, 143-147], les autres ne comportaient que des mesures biologiques. Toutes ces études ont montré que ce

type d'exposition était susceptible d'augmenter le risque de survenue d'un asthme chez le jeune enfant ainsi que la survenue d'une respiration sifflante.

Quatre de ces études se sont intéressées à l'exposition professionnelle des parents, cinq études à l'usage domestique des pesticides et une étude à la proximité de l'habitat avec une zone d'épandage des pesticides. Cependant, une seule famille de pesticides a été étudiée par dosage dans le lait ou le sérum, les organochlorés. Dans les autres études, l'exposition a été estimée soit par le type de travail effectué par les parents, soit par la zone de résidence. Ces études montrent que les jeunes enfants peuvent être exposés aux pesticides présents dans leur environnement. Les enfants vivant dans les zones agricoles peuvent être exposés à des niveaux de pesticides plus élevés que les autres enfants à cause des pesticides introduit dans leurs maisons par les membres de la famille, notamment de la mère, lorsque celle-ci est elle-même exposée aux pesticides du fait de son activité professionnelle.

Trois études [138,139, 142] sur les quatorze réalisées n'ont pas montré d'association nette entre l'exposition aux pesticides organochlorés en période postnatale et les symptômes respiratoires chez les nourrissons (toux persistante ou bronchite ou asthme).

Table 5: Effects on the respiratory health of pesticide exposure in children: prenatal exposure (Eur Respir Rev 2015 Sep; 24 (137: 462-73)

First author [ref.] country Study design	Summary of method			Results	
	Population	Pesticides	Exposure assessment		
Sunyer [134] Spain Prospective Cohort – Menorca	468 mother–infant pairs, with complete outcome data at 4 years.	Organochlorine insecticides DDT and its metabolite DDE and fungicide hexachlorobenzene (HCB)	<u>cord serum</u> - DDE (median:1.03 ng/mL); - HCB (median: 0.68 ng/mL).	Face to face maternal questionnaire: report of persistent wheezing and/or doctor-diagnosed asthma at 4 years of age	Wheezing at 4 years of age increased when DDE concentration, >1.90 ng/ml (RR = 2.63; 95% CI 1.19-4.69) and persistent wheezing (RR = 1.26; 95% CI 1.04-1.54)
Sunyer [135] Spain Prospective Cohort – Menorca	462 mother–infant pairs, with complete outcome data at 6.5 years.	Organochlorines DDE/DDT	<u>cord serum</u> - DDE (median:1.03 ng/mL); - DDT (median: 0.08 ng/mL). <u>children blood</u> (at 4 years) - DDE (median:0.08 ng/mL); - DDT (median: 0.05 ng/mL).	Face to face maternal questionnaire: report of persistent wheezing and/or doctor-diagnosed asthma at 6.5 years of age	DDE concentration at birth associated with diagnosed of asthma at age 6.5 years (OR = 1.18; 95% CI 1.01-1.39) and wheeze at age 4 years (OR = 1.14; 95% CI 1.02-1.28)
Sunyer [136] Spain Birth cohort of Infancia y Medico Ambiente (INMA)	520 mother–infant pairs Age: 14 months	DDE HCH,	<u>maternal serum</u> (first trimester of pregnancy) - pp'DDE (mean:112.3 ng/g); - HCB (mean:43.7 ng/g).	Face to face mother questionnaire to report doctor-diagnosed of lower respiratory tract infections (LRTIs) including bronchitis, bronchiolitis, or pneumonia	Significant association of DDE concentration during the first trimester of pregnancy with recurrent LRTI at 6 months (RR = 1.68; 95% CI 0.06-2.66), and 14 months (RR = 1.52; 95% CI 1.05-2.21)
Gascon [137] Spain Birth cohort of INMA	1,455 mother–infant pairs Age: 14 months	DDE HCH,	<u>maternal serum</u> (at 7-26th week of pregnancy) - DDE (mean:116.3 ng/g); - HCB (mean: 46.4 ng/g).	Face to face mother questionnaire report of doctor-diagnosed of lower respiratory tract infections (LRTIs) based on ISAAC questionnaire	DDE concentrations (third quartile) associated with LRTI risk (RR = 1.33; 95% CI 1.08-1.62) and wheeze (RR = 1.30; 95% CI 1.06-1.59)
Weselak [138] Canada Retrospective cohort of Ontario Farm Family Health Study(OFFHS)	3,405 children of farm families.	Agricultural herbicides, insecticides, and fungicides	Questionnaire on pesticides exposure in farm activities of father and mother during pregnancy : year and month of pesticides use being matched with year and month of each pregnancy No pesticides measured	Self-report parental of doctor diagnosed health problems: chronic bronchitis or cough, asthma in their child	No significant association between reported parental any pesticide use during pregnancy and the development of persistent cough, bronchitis and asthma among the offspring of farm families.
Glynn [139] Sweden, Prospective Cohort Uppsala,	190 primiparous women living and seeking prenatal care in Uppsala, Age 3 months	DDE	<u>maternal serum</u> (at 32-34th week of pregnancy) - pp'DDE (mean: 88 ng/g); <u>mother's breast milk</u> - pp'DDE (mean: 311 ng/g);	Face to face questionnaire report respiratory symptoms in infant, or doctor diagnosis of respiratory infection	No association between prenatal serum levels DDE and respiratory infections in the infants
Liu [140] USA, Birth cohort of the Columbia Center for Children's Environmental Health (CCCEH)	224 children Age : 5-6 years male : 50.0%	Pesticides: permethrins and to piperonyl butoxide (PBO, a synergist for residential pyrethroid insecticides)	<u>Residential air samples in the 3rd trimester of pregnancy</u> - PBO (mean:1.1 ng/m ³); - <i>Cis</i> -permethrin (not calculated) - <i>Trans</i> -permethrin (mean: 0.8 ng/m ³). <u>Residential air samples at 5-6 yrs</u> - PBO (LODs:0.06 ng/m ³); - <i>Cis</i> -permethrin (LOD:0.1 ng/m ³) - <i>Trans</i> -permethrin (LOD:0.2ng/m ³).	Face to face questionnaire report doctor-diagnosed of asthma based on ISAAC questionnaire	Significant association between prenatal exposure to PBO and non infectious cough in children aged 5 to 6 (OR= 1.27; 95% CI 1.09-1.48)

DDE: dichlorodiphenyldichloroethylene; DDT: dichlorodiphenyltrichloroethylene; HCB: hexachlorobenzene; PCBs: polychlorinated biphenyls; PBO: piperonyl butoxide; LOD:limit of detection; RR: relative risk; OR: odds ratio; CI: confidence interval; ISAAC: International Study of Asthma and Allergies in Childhood.

Table 6: Effects on the respiratory health of pesticide exposure in children: postnatal exposure (Eur Respir Rev 2015 Sep; 24 (137): 462-73)

First author [ref.] country Study design	Summary of method				Results
	Population	Pesticides	Exposure assessment	Health outcomes	
Karmaus [141] Germany Cross-sectional	343 second-grade school children in Hambourg, Age : 7-10 years	DDE HCH	<u>children blood</u> (at 7-10 years) - DDE (mean:0.32 µg/L); - HCB (mean: 0.22 µg/L).	parental Self-report of doctor-diagnosed asthma (from ISAAC questionnaire)	Exposure to DDE significantly associated with doctor-diagnosed asthma (OR = 3.71; 95% CI 1.10-12.56)
Karmaus [142] Germany Cross-sectional	338 second-grade school children in South Hesse, Age : 7-10 yrs	DDE HCH,	<u>children blood</u> (at 7-8 years) - DDE (mean:0.29 µg/L);	parental Self-report of doctor-diagnosed asthma (ISAAC questionnaire)	No association between DDE and child's respiratory and allergic symptoms
Salameh [143] Lebanon Cross-sectional	3,291 children in public school Age : 5-16 years	not specified	Four questions on pesticides exposure : households (at work, at home or garden treatment) and children (living in a region heavily treated, living in the proximity of a field heavily) No pesticides measures	Self-report parental doctor-diagnosed of asthma from ATS questionnaire.	Any type of exposure significantly associated with respiratory disease : OR= 1.71; 95%CI 1.20-2.43 Para-occupational exposure associated with risk of asthma : OR= 4.61; 95%CI 2.06-10.29 Residential exposure associated with wheezing : OR= 2.73; 95%CI 1.85-4.05
Salam [144] USA case/control of Children's Health Study (CHS)	691 children from public school, including 279 cases and 412 controls.	not specified	Questions on children herbicides and pesticides exposure : farm crops or dust No pesticides measures	Telephone questionnaire self-report of asthma at 5 years of age.	Higher risk of asthma at 5 years of age in children exposed to herbicides : OR 4.58 (95% CI 1.58-5.56) and pesticide : 2.39 (95% CI 1.17-4.89)in the first year of life
Duramad [145] USA Birth cohort of the Center for the Health Assessment of Mothers and Children of Salinas.	412 mother-infant pairs, Age: 2 years	Organophosphate and pyrethroid insecticides	Home inspection during pregnancy, shortly after delivery and at 6, 12, and 24 months. Information collected on agricultural work of mother and father and other household members, home pesticide use No pesticides measures	Face to face questionnaire of asthma symptoms. Medical records from 24 months: diagnosis of asthma, eczema, bronchitis, bronchiolitis, or pneumonia.	Significantly higher Th2 level (biomarker of allergic asthma) in children of women who worked in the fields (p = 0.001). Maternal agricultural work associated with higher Th2 levels in children(p = 0.04)
Tagiyeva [146] UK, Prospective Cohort	13,971 children surviving to 1 year. Age : 7.5 (91 months) years	Biocides and fungicides	Children Exposure determined by parental job exposure matrix (JEM) No pesticides measures	Parental report of children wheeze: at age 6, 18, 30, 42, 54,69 and 81 months. At 91 months question on ever doctor-diagnosed asthma in children.	Maternal postnatal exposure associated with : - wheeze at 81 months of age: OR=1.22; 95% CI 1.02-2.05 - doctor diagnosed asthma at 91 months OR = 1.47; 95% CI 1.14-1.88
Xu [147] USA Cross-sectional of National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)	14,065 children Age : 0-17 years	not specified	Questions on children pesticides exposure : home and/or yard No pesticides measures	Parental Face to face questionnaire report doctor-diagnosed of asthma, and information about acute respiratory problems (wheezing, dry cough and chronic symptoms) reported by parents.	Pesticide use in the kitchen or dining room and wheezing : OR= 1.39; 95% CI 1.08- 1.78 and dry cough : OR= 2.38; 95% CI 1.40-4.06

DDE: dichlorodiphenyldichloroethylene; DDT: dichlorodiphenyltrichloroethylene; HCB: hexachlorobenzene; PCBs: polychlorinated biphenyls; Th1: T-helper 1 cytokines; Th2: T-helper 2 cytokines; OR: odds ratio; CI: confidence interval.

Trois des six études réalisées chez l'adulte [148-153] (tableau 7) ont mis en évidence une association, quoique faible, entre une atteinte des voies respiratoires et l'exposition environnementale aux pesticides soit par la proximité de l'habitat des champs traités et/ou suite à l'utilisation domestique de ces derniers. Ces résultats concernaient essentiellement les insecticides [148, 152] et un herbicide, le paraquat [149]. Ici encore l'estimation de l'exposition, essentiellement rétrospective par questionnaire, était assez succincte, avec peu d'informations sur l'intensité de l'exposition aux pesticides.

Les résultats des études sur l'exposition environnementale aux pesticides et la santé respiratoire des adultes sont beaucoup moins concluants : en effet, les associations observées sont faibles et souvent non significatives. En conclusion, d'autres études sont nécessaires pour confirmer s'il existe un risque respiratoire associé à l'exposition environnementale aux pesticides.

Du fait de l'hétérogénéité des études incluses (N=21), en termes de population, intervention, exposition, critères de jugement et méthodologie de l'étude pour être combinées et fournir une estimation commune cohérente, il n'a pas été possible de réaliser un Forest plot une analyse groupée n'a donc pas été réalisée, mais de façon isolée pour chaque étude (section "article", Annexe 2).

Table 7: Effects on respiratory health and exposure to pesticides in general population (Eur Respir Rev 2015 Sep; 24 (137: 462-73)

First author [ref.] country Study design	Summary of method				Results
	Population	Pesticides	Exposure assessment	Health outcomes	
Balluz [148] USA Cross-sectional	117 employees of a health center in Georgia Women : 94%, Aged : 21-68 years.	Malathion, Organochlorines including DDT: stored, handled and used in the fight against mosquitoes	Environmental sampling of pesticides in the building: - Malathion (110 µg/g) - DDT (24 µg/g) Measures of 17 chlorinated pesticides in serum and urine of employees (concentrations below 95% limit for the reference range for the US population)	Self-reported occurrence and severity of respiratory illnesses and symptoms	Duration of employment (at least 3 years) significantly associated with bronchitis (OR = 4.3; 95% CI 1.7-11.0) and sinusitis (OR = 3.7; 95% CI 1.5-8.7) No association between health complaint and pesticide levels in serum and urine
Ames [149] USA Retrospective study	39 subjects residents living near farms where paraquat was applied and 172 controls living in remote areas spray.	Paraquat	- Living near farms where paraquat was applied (area approximately ½ mile), - self-reported perception of odor during the 2 weeks of study period	Self-reported symptoms during the 2 weeks period.	Significant increased risk for cough (RR=2.60; p<0.001,) and wheezing (RR=3.04; p<0.01, χ^2) in the paraquat-exposed group
Karpati [150] USA Retrospective study after a mosquito eradication program	62,827 visits for asthma in the emergency department (ED) of hospitals in New York, study period.	Pyrethroid insecticides sprayed in New York City during July–September 2000 to control mosquito vectors of West Nile virus	none	Data obtained from the New York City Health and Hospitals Corporation of ED visits for asthma during pesticide spraying period	No significant association between pesticide spraying days and daily rates of asthma visits (RR= 0.92; 95% CI 0.80-1.07)
O’Sullivan [151] USA Retrospective study after a mosquito eradication program	1,318 patients with a diagnosis of asthma in the ED of Lincoln hospital (south Bronx NY) during 1997, 1998, 1999	Malathion(organophosphate insecticide) and resmethrin (pyrethroid insecticide) sprayed during the mosquito eradication program in South Bronx in September 1999	none	adult and pediatric asthma ED admissions during the four days (sept 1999) of the mosquito eradication program	No significant differences of patient ED asthma admissions between spraying and non spraying days in sept 1999 No significant difference between number of ED asthma admissions in September 1999,1997 and 1998
Zhang [152] China Cross-sectional	22,528 rural adults Men : 48.7%, age ≥ 15 years	Insecticides,	Face to face questionnaire to obtain information of “regularly occupational and environmental exposure to chemicals, insecticides	Face to face questionnaire (IUATLD questionnaire) : respiratory symptoms during the last 12 months	Exposure to insecticides associated with higher prevalence of chronic cough (OR=2.2; 95% CI: 1.4-3.3), asthma attack (OR=1.9; 95% CI: 1.3-2.9) and wheeze (OR=1.8; 95% CI: 1.2-2.6)
LeVan [153] Singapore Prospective Cohort (Singapore Chinese Health Study, SCHS)	52,325 subjects men : 42,6 % Aged 45-75 years	Vapor exposure including pesticides	none	Follow-up phone questionnaire based on ATS-DLD : respiratory symptoms self-report of physician-diagnosed adult-onset asthma and respiratory outcomes in general	Occupational pesticide exposure associated with adult-onset asthma (OR = 1.69; 95% CI 1.13- 2.52)

DDT: dichlorodiphenyltrichloroethylene; IUATLD: International Union Against Tuberculosis and Lung Disease; ATS-DLD : American Thoracic Society Division of Lung Disease; RR: relative risk; OR: odds ratio; CI: confidence interval.

4. Conclusion de la synthèse

Ces deux revues de la littérature ont permis de conclure que plusieurs travaux réalisés sur les effets respiratoires liés aux expositions professionnelles aux pesticides plaident en faveur d'une augmentation de risque (article 1). Dans le cas des expositions environnementales, c'est à dire para-professionnelles (notamment chez les enfants exposés par le travail des parents), liées aux utilisations domestiques de pesticides ou à l'habitat proche d'une zone d'épandage ou campagnes de démoustication, les résultats, quoique moins probants, suggèrent également un impact (article 2). Néanmoins, pour accroître le degré de certitude quant à la nocivité respiratoire des pesticides, en particulier en cas d'exposition environnementale, des études restent à réaliser avec une méthodologie rigoureuse privilégiant les études longitudinales prospectives disposant d'une mesure fine et précise des expositions à la fois environnementale, domestique et professionnelle. Les études à venir devraient s'appuyer sur une estimation plus approfondie de l'exposition, reposant sur une identification détaillée des pesticides utilisés / des tâches effectuées, et si possible une quantification des substances identifiées. Par ailleurs, des mesurages environnementaux, individuels voire des dosages de biomarqueurs devraient être réalisés de façon répétée dans le temps afin de déterminer la variabilité de ces paramètres et leur fiabilité. Ensuite, il apparaît nécessaire, pour mieux mettre en évidence des risques faibles, de disposer, comme dans les cohortes AHS et AGRICAN, de grands effectifs. On notera enfin que dans certaines études, l'identification des symptômes a reposé sur l'auto-déclaration des sujets alors qu'il est préférable que les diagnostics soient confirmés par un médecin ou que l'on utilise des questionnaires standardisés comportant des questions demandant s'il s'agit bien d'une « maladie diagnostiquée par un médecin ». Enfin l'utilisation plus systématique de mesures de la fonction respiratoire est particulièrement souhaitable.

CHAPITRE 2. ETUDE PHYTORIV

CHAPITRE 2. ETUDE PHYTORIV

1. Contexte du projet Phytoriv

Comme nous l'avons mentionné préalablement, les effets des pesticides sur la santé ont donné lieu à une littérature scientifique abondante au cours des dernières décennies. Les études épidémiologiques menées à ce jour sur cette question ont été majoritairement développées en milieu agricole, où l'exposition est généralement mieux caractérisée qu'en population générale, et à des niveaux plus élevés. Cependant, compte tenu de l'universalité des expositions aux pesticides, leurs effets potentiels sur la santé de la population générale constituent également un enjeu de santé publique. Ces expositions proviennent de sources diverses: résidus présents dans l'alimentation et l'eau de boisson, produits utilisés pour le jardinage et le traitement des plantes d'intérieur, traitement des charpentes et du bois, désinsectisation à l'intérieur des logements, traitements antiparasitaires des hommes et des animaux domestiques, et enfin exposition aux pesticides agricoles du fait de la proximité de zones cultivées. Les études concernant les effets des épandages de pesticides agricoles sur les populations riveraines concernent principalement les effets aigus, notamment respiratoires et sont aujourd'hui en nombre limité. Dans la revue de la littérature effectuée dans le cadre de notre thèse, vingt études sur le lien entre santé respiratoire et l'exposition environnementale aux pesticides ont été identifiées. Certaines de ces études ont mis en évidence une association significative entre le fait d'habiter à proximité d'exploitations agricoles et certains symptômes et maladies respiratoires, en particulier, l'asthme chez les enfants [143]. Par ailleurs, certaines études ont identifié et quantifié des molécules présentes dans l'air ou à l'intérieur des logements [13, 14]. D'autres ont recherché des molécules pesticides et/ou leurs métabolites dans les urines, le sang [154, 155] et les cheveux chez des personnes résidant en milieu rural, à proximité de zones agricoles [156]. Ces données ont objectivé la présence de pesticides dans l'air et le passage de ces molécules dans l'organisme, pour des populations qui ne sont pas amenées à les manipuler elles-mêmes, mais qui résident à proximité de zones traitées. C'est pourquoi, même si le niveau de ces expositions apparaît nettement inférieur à celui des personnes professionnellement exposées, la question d'effets de santé potentiels pour les riverains de zones traitées est posée.

En France, l'InVS a initié en 2005 dans différentes régions dont l'Aquitaine, un programme visant à estimer l'exposition aux pesticides des populations riveraines d'exploitations agricoles en collaboration avec ses antennes régionales (CIRE) [157]. Des cartographies, croisant différentes couches d'informations (répartition des cultures, charges phytosanitaires, répartition des populations, etc.) ont été réalisées dans le cadre de ce programme. Par ailleurs, des mesures de pesticides dans l'air ont été menées par les associations de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa), confirmant l'impact de l'agriculture sur l'exposition aux pesticides en période d'épandage des populations riveraines d'exploitations agricoles, avec des concentrations plus élevées dans l'atmosphère sur les zones limitrophes. Ainsi, dans une région viticole comme l'Aquitaine, les fongicides étaient les produits les plus fréquemment détectés, avec notamment des concentrations moyennes hebdomadaires de folpel allant de 30 à 60 ng/m³. Des insecticides, tels que le chlorpyrifos-éthyl, notamment utilisé pour lutter contre la flavescence dorée en viticulture dans le sud de la France (lutte rendue obligatoire depuis 1987), étaient également détectés sur la même période, avec des concentrations moyennes hebdomadaires allant de 0,5 à 42 ng/m³. Ces études ont montré aussi que si les concentrations atmosphériques en pesticides diminuaient au fur et à mesure que l'on s'éloignait de la période de traitement, certains pesticides, tels que la terbutylazine (herbicide de la famille des chlorotriazines), étaient encore détectés plusieurs semaines après leur utilisation (phénomène de volatilisation).

Le milieu agricole girondin constitue un terrain particulièrement propice à l'étude des effets sanitaires des pesticides. En effet cette zone géographique présente un certain nombre de spécificités liées aux types de cultures et notamment à la forte présence de la viticulture. La surface agricole utilisée (SAU) couvre environ 260 000 hectares, soit le quart du territoire départemental. La moitié de cette SAU est consacrée à la viticulture (soit 125 000 hectares), ce qui fait du vignoble girondin un des plus vastes de France, et la première activité agricole de Gironde. Dans ce département existent aussi d'autres activités agricoles, les principales étant la culture du maïs et des céréales ainsi que la sylviculture, composée essentiellement de pins maritimes [158].

Ces dernières années, la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de la Gironde (actuellement Délégation Territoriale de la Gironde de l'Agence Régionale de Santé, ARS, de l'Aquitaine) et la Cire Aquitaine ont reçu des plaintes et sollicitations de la part de particuliers ou de maires, dans diverses communes du département (Médoc, agglomération bordelaise, sud Gironde), à propos de troubles pouvant être liés aux épandages de pesticides sur des parcelles agricoles à proximité d'habitations. Ces plaintes et sollicitations concernaient notamment des épandages sur vignes et interrogeaient sur le risque sanitaire potentiel pour des populations fragiles vivant à proximité des zones traitées. De même, le centre antipoison et de toxicovigilance de Bordeaux enregistre régulièrement des plaintes de riverains. En l'état actuel des connaissances concernant d'éventuels effets aigus pour la population riveraine, il est difficile aux autorités sanitaires de répondre avec des arguments scientifiques pertinents à l'inquiétude de la population et d'envisager des mesures de gestion du risque potentiel pour y répondre.

Dans ce contexte, et afin de définir les actions permettant de mieux documenter l'état de santé des populations habitant à proximité de zones d'épandages de pesticides, un comité a été mis en place en 2009 par l'ARS Aquitaine, composé de chercheurs du Centre INSERM U 897 (Equipe Santé, Travail, Environnement) de l'Université de Bordeaux, de l'Agence régionale de la MSA (Aramsa), de la Draaf (SRPV/ SRAL), d'Airaq (Association de surveillance de la qualité de l'air en Aquitaine) et la Cire Aquitaine. Ce comité a pris la décision de réaliser en Gironde une étude épidémiologique exploratoire sur la survenue d'effets sanitaires aigus au sein des populations riveraines et non riveraines de parcelles agricoles en saison d'épandage de pesticides. Il s'agit de l'étude PHYTORIV.

2. Objectif

L'objectif de cette étude était de comparer, en période d'épandages de pesticides, la survenue d'effets sanitaires aigus dans deux populations, l'une riveraine et l'autre non riveraine de zones d'épandages.

3. Méthodes

3.1. Schéma de l'étude

L'étude Phytoriv est une étude épidémiologique transversale de type exposés/non exposés portant sur deux échantillons de population, le premier vivant dans une zone de culture traitée par les pesticides, le second dans une zone rurale peu concernée par le traitement des cultures.

3.2. Choix des zones d'étude

Le choix des zones d'étude a été effectué d'après les données d'occupation des sols en matière d'agriculture (principales cultures) ; les caractéristiques des communes (zone rurale, structure socio-démographique, densité de population, etc.), et météorologiques (orientation des vents) ainsi que les sources potentielles de pollution aérienne (présence d'industries, de réseaux routiers et autoroutiers, etc.) devaient par ailleurs être comparables. Les communes retenues devaient également avoir une taille suffisante pour permettre d'inclure le nombre de sujets nécessaire à l'étude. Après examen de ces différents critères, deux communes de Gironde ont été retenues : Rauzan, a priori exposée aux épandages de pesticides (Entre-Deux-Mers, viticulture majoritaire) et Saint-Symphorien, a priori peu exposée aux épandages de pesticides (sud de la Gironde, sylviculture majoritaire).

3.3. Choix de la population

Le recrutement de la population s'est fait en sollicitant tous les foyers vivant dans les communes retenues ; la population cible était constituée des adultes et des enfants âgés d'un an ou plus vivant dans les communes retenues. Pour calculer la taille de l'échantillon, nous avons fait l'hypothèse qu'environ 30 à 40% de la population générale signale des symptômes respiratoires (toux, rhinite, asthme, etc.) au moins une fois au cours d'une année [159], soit sur la période d'étude (3 semaines de recueil des symptômes par individu), une fréquence de symptômes de l'ordre de 2 à 3% en l'absence d'exposition. Afin de mettre en évidence un doublement ou un triplement de cette fréquence parmi les personnes résidant à proximité de zones traitées, un nombre de sujets nécessaires de l'ordre de 300 à 500 sujets dans chacune des communes étudiées a été calculé a priori. En considérant une taille moyenne de foyer de 2,3 personnes [160], et un taux de participation à l'étude de 40%, le nombre de foyers à contacter a été estimé entre 325 et 507 dans chaque commune. Le nombre de foyers ayant leur résidence principale dans les communes de Rauzan et Saint-Symphorien était respectivement de 493 et 723 en 2008 [161]. La consultation de l'annuaire téléphonique a montré un nombre d'abonnés sensiblement voisin de ces effectifs dans les mêmes communes (516 et 735). Il a donc été décidé de contacter l'ensemble des foyers figurant sur les listes d'abonnés téléphoniques.

Lorsqu'un foyer acceptait de participer et était inclus dans l'étude, toutes les personnes du foyer correspondant aux critères d'inclusion étaient considérées comme a priori éligibles.

Les critères d'inclusion individuels des membres du foyer étaient les suivants :

- avoir sa résidence principale à Saint Symphorien ou Rauzan ;

- être âgé d'au moins 1 an ;
- être présent au moins sept jours consécutifs pendant la période de suivi ;
- donner son consentement éclairé et écrit de participation (pour les mineurs : consentement des parents).

Cette étude a fait l'objet d'une déclaration à la CNIL, sous le numéro de déclaration 1424518, afin d'obtenir l'autorisation de stocker les données recueillies dans une base informatisée. Les données ont été anonymisées avant d'être saisies et analysées.

3.4. Déroulement de l'enquête

Afin de réaliser l'enquête de terrain, trois enquêteurs ont été recrutés. Afin que le recueil des données soit standardisé et homogène, une formation a été organisée durant une journée sur la technique de recueil.

Dans un premier temps, les données sanitaires d'intérêt (survenue d'effets sanitaires aigus) ont été recueillies à l'aide d'un auto-questionnaire envoyé à tous les participants. Toutes les personnes du foyer participant à l'enquête devaient renseigner les symptômes aigus survenant chaque jour durant 21 jours consécutifs si possible, et au minimum pendant 7 jours consécutifs, pendant la période d'étude (entre la mi-juin et la mi-août). Dans un deuxième temps, un enquêteur s'est rendu au domicile des foyers afin d'une part de récupérer les auto-questionnaires et de vérifier les données collectées sur celui-ci et d'autre part de renseigner sur un questionnaire standardisé les données concernant le foyer et les données individuelles (Annexe 4).

La campagne de métrologie a été réalisée du 14 juin au 8 août 2010 (Semaine 24 à Semaine 31), période où l'épandage des pesticides sur vignes est le plus important [162]. Les visites à domicile des enquêteurs ont eu lieu de début juillet (semaine 27) à mi-août (semaine 33), tableau 8.

Tableau 8. Calendrier du déroulement de l'étude Phytoriv, 2010

Mois	Chronogramme													
	Mai		Juin					Juillet				Août		
Semaines	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Inclusion des foyers														
Recueil des données de santé et métrologiques														
Enquête de terrain et entretien en face à face														

3.5. Variables prises en compte

Ces variables étaient de deux ordres : d'une part des données socio-démographiques et sanitaires concernant la population, d'autre part des données d'exposition (niveaux atmosphériques en pesticides dans les zones étudiées et utilisation professionnelle et domestique).

3.5.1. Variables socio-démographiques et sanitaires

Pour les foyers les principales variables renseignées étaient les suivantes : type d'habitation, résidence au voisinage de zones agricoles, existence d'un jardin près de l'habitation. Pour chaque personne participant à l'étude, les caractéristiques sociodémographiques suivantes étaient recueillies : âge, sexe, niveau d'études.

Les événements sanitaires survenus durant la période d'étude et rapportés par les participants étaient les suivants :

- 1) symptômes des voies respiratoires inférieures : toux, difficulté à respirer, sifflements bronchiques ou crise d'asthme ;
- 2) symptômes des voies respiratoires supérieures : maux de gorge, nez bouché, nez qui coule ou éternuements ;
- 3) symptômes œil/oreilles : maux d'oreille ou affections oculaires;
- 4) symptômes cutanés : irritations cutanées, éruptions cutanées ou démangeaisons;
- 5) signes généraux : maux de tête, nausées ou fatigue générale ;
- 6) autres symptômes n'ayant a priori aucun lien avec l'exposition aux pesticides, dénommés symptômes « leurres » : palpitations ou mal de dos.

D'autres caractéristiques susceptibles d'impacter la santé respiratoire, en particulier le statut tabagique et les antécédents médicaux (présence d'une pathologie chronique, notamment antécédents allergiques ou respiratoires) et la présence d'animaux domestiques ont été recueillies.

3.5.2. Exposition aux pesticides

Mesures

La détermination des concentrations en pesticides dans l'air ambiant a été réalisée par l'association Airaq, afin de mieux caractériser et évaluer l'exposition des riverains dans les zones exposées et non exposées aux épandages en milieu viticole [163].

Quarante molécules ont été recherchées (annexe 2) par une méthode d'analyse multi-résidus, reprenant la liste socle établie par les Aasqa au sein du groupe de travail national ALPHA [164]. Un préleveur Partisol* a été installé dans chacune des deux zones, dans un emplacement choisi pour être le plus représentatif possible de l'exposition moyenne de la population. Le Partisol a été équipé d'une tête PM10, d'une cartouche en mousse polyuréthane et d'un filtre afin de récupérer à la fois les pesticides sous forme particulaire et sous forme gazeuse.

Des mesures sur cinq jours ont été réalisées pendant huit semaines tout au long de la période d'étude (de SEM24 à SEM31). Les résultats ont été exprimés en ng/m^3 d'air pour chaque molécule détectée.

Questionnaire

L'évaluation de l'exposition professionnelle et/ou domestique a été réalisée par questionnaire. Pour l'exposition professionnelle et para-professionnelle, les questions portaient sur : le travail en milieu agricole, le contact avec des végétaux traités pendant ou en dehors du temps de travail, le contact avec du bois, l'entretien d'espaces verts, les opérations de désinsectisation ainsi que la manipulation de pesticides en dehors de ces différentes activités. Pour l'exposition domestique, les questions portaient d'une part sur le traitement des plantes dans ou autour de l'habitat (jardin ou potager) et d'autre part la lutte contre les insectes de l'habitat. Il était demandé lorsque des traitements avaient été effectués si ces traitements l'avaient été depuis moins d'un mois.

3.6. Analyse statistique

Une analyse descriptive des variables concernant les foyers, les participants, les pesticides détectés et les niveaux mesurés a d'abord été effectuée.

Les symptômes déclarés par les sujets ont été regroupés en six catégories (voir précédemment lors de la description des variables sanitaires). L'évènement sanitaire étudié était pour un sujet la survenue d'au moins un symptôme d'une des six catégories durant une semaine de suivi. L'exposition était estimée par les niveaux hebdomadaires moyens de pesticides dans chaque commune. Seuls les pesticides détectés dans plus de 20% des échantillons ont été retenus pour les comparaisons (voir ci-dessous). Dans un second temps, les corrélations entre les niveaux de pesticides hebdomadaires moyens et les événements sanitaires ont été étudiées. Le test du Chi2 et si besoin le test exact de Fisher ont été utilisés pour les croisements de deux variables qualitatives. Le test de Student a été utilisé pour les comparaisons de moyennes des variables quantitatives. Les odds ratios (OR) ont été calculés pour déterminer les forces des associations entre les niveaux de pesticides et les variables de santé. Le seuil de significativité statistique a été fixé à $p < 0,05$, l'intervalle de confiance (IC) à 95 %.

Compte tenu du lien qu'il existait entre les observations de santé (une même personne pouvait signaler des symptômes sur plusieurs semaines), les analyses ont été effectuées à l'aide d'un modèle logistique mixte à intercept aléatoire (proc NLMIXED), prenant en compte l'effet aléatoire attaché aux individus. Les variables associées significativement au seuil de 25 % aux groupes de symptômes étudiés de l'analyse univariée ont été sélectionnées afin d'être introduites dans un modèle pour l'analyse multivariée. Les analyses ont été menées séparément chez les enfants (âge < 17 ans) et chez les adultes. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS version 9.3.

4. Résultats

4.1. Caractéristiques des participants

4.1.1. Taux de participation

Notre recherche à partir des listes téléphoniques de France Telecom a permis d'identifier 1 251 foyers potentiels, répartis sur les communes de Rauzan (n=516) et Saint-Symphorien (n=735), des effectifs très proches de ceux fournis par le recensement de population. A l'issue des appels téléphoniques passés à tous ces foyers, un certain nombre de numéros téléphoniques se sont révélés être des doublons (n=38), d'autres n'étaient pas ou plus attribués à des particuliers (n=176), enfin certains abonnés n'habitaient pas ou plus dans les communes de l'étude (n=26). De plus 147 foyers se sont révélés injoignables à l'issue de la procédure de contact. Le nombre total de foyers effectivement éligibles à partir des listes téléphoniques était finalement de 864.

Parmi les foyers éligibles, 449 foyers (52%) ont initialement accepté de participer, les autres ont refusé. Les motifs de refus de ces 371 foyers étaient les suivants : 173 ne se « sentaient pas concernés », 71 ont répondu qu'ils « n'avaient pas le temps », 5 ont invoqué un problème de confidentialité, 122 n'ont pas donné de motif de refus. Il faut ajouter 44 foyers qui ne pouvaient pas compléter le questionnaire de santé lors de la période de mesure des pesticides dans l'air (période de congés). Enfin, 83 foyers se sont désistés secondairement. Ainsi l'échantillon ayant effectivement participé à l'enquête était finalement composé de 366 foyers, 167 (43% de participation) à Rauzan et 199 (42% de participation) à Saint-Symphorien.

Parmi les foyers ayant participé à l'étude, deux foyers ont été exclus des analyses : un foyer qui avait seulement répondu sur la semaine 31 (aucun autre foyer n'avait répondu sur cette semaine) et un second foyer dont les données avaient été recueillies hors période d'étude (Semaine 33).

L'étude porte donc sur 364 foyers incluant au total 816 individus correspondant aux critères de sélection, répartis entre 646 adultes (304 sujets à Rauzan et 342 sujets à Saint-Symphorien) et 170 enfants de un an à moins de 17 ans (78 sujets à Rauzan et 92 sujets à Saint-Symphorien). La figure 8 présente la répartition des sujets par commune.

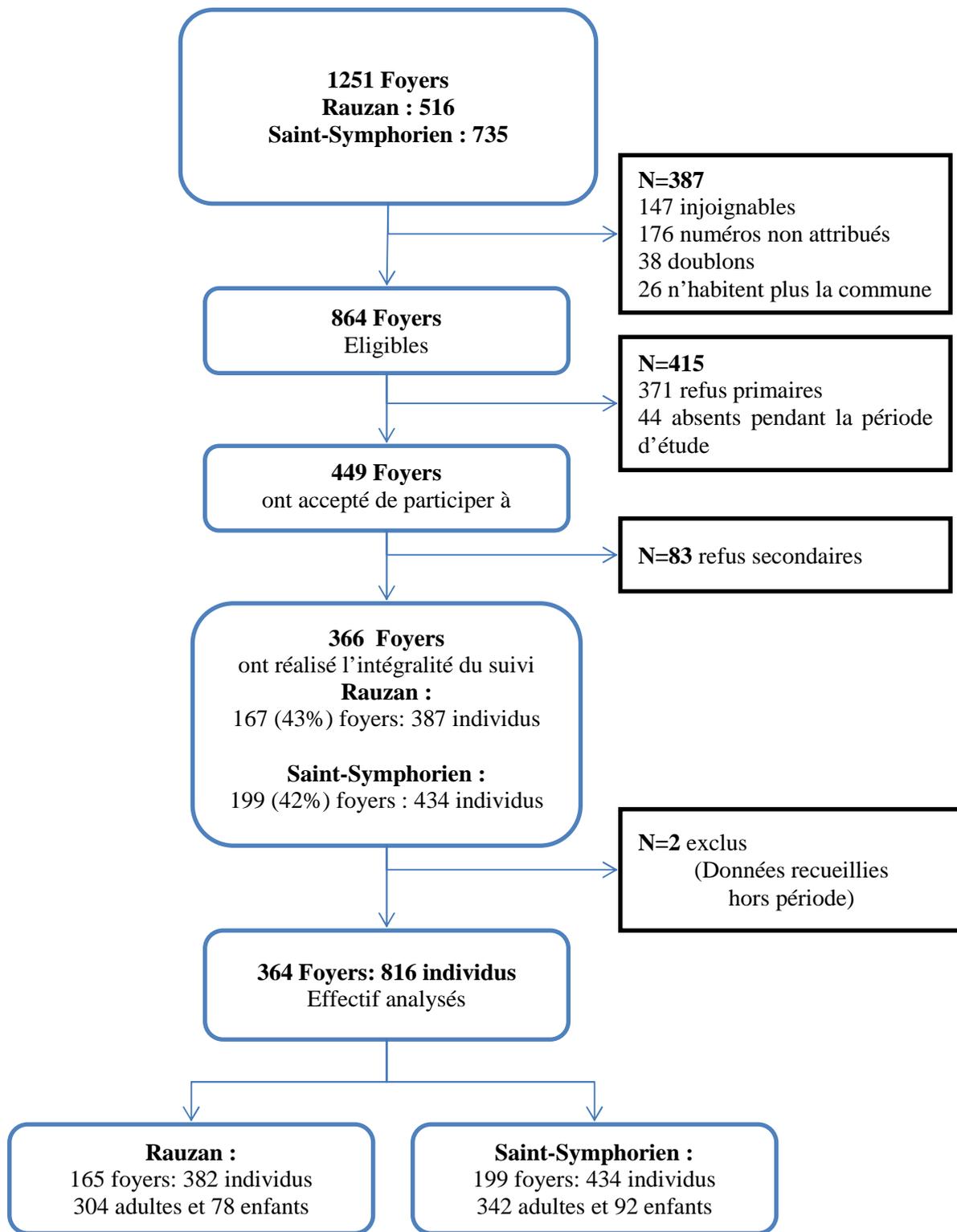


Figure 8. Logigramme du déroulement de l'étude Phytoriv 2010

Parmi les sujets ayant participé à l'étude (646 adultes et 170 enfants), tous n'ont pu participer au suivi des symptômes durant les trois semaines de l'enquête. Le tableau 9 montre la répartition des sujets par commune en fonction de la durée du suivi. On constate que le suivi a été en moyenne plus long à Rauzan qu'à Saint-Symphorien (61 % suivis 3 semaines vs 46 % chez les adultes ; 56 % suivis 3 semaines vs 38 % chez les enfants).

Tableau 9. Répartition des sujets dans les deux communes selon la durée du suivi de l'étude Phytoriv, 2010

	Adulte			Enfant			TOTAL
	N	Rauzan n (%)	Saint-Symphorien n (%)	N	Rauzan n (%)	Saint-Symphorien n (%)	
Durée du suivi							
1 semaine	125	53 (17,4)	72 (21,1)	49	21 (26,9)	28 (30,4)	174 (21,3)
2 semaines	178	64 (21,1)	114 (33,3)	42	13 (16,7)	29 (31,5)	220 (27,0)
3 semaines	343	187 (61,5)	156 (45,6)	79	44 (56,4)	35 (38,0)	422 (51,7)
Total	646	304	342	170	78	92	816

4.1.2. Caractéristiques des foyers (tableau 10)

Le nombre moyen de personnes incluses par foyer était de 2,2 personnes et variait de 1 à 8 par foyer (médiane = 2). Presque la totalité des foyers (98,6%) habitait dans des maisons individuelles, excepté un établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD) à Rauzan, rassemblant 46 personnes. La moitié des logements avaient été construits avant 1950.

Sur l'ensemble des deux communes, 24 foyers (6,6%) habitaient sur des exploitations agricoles, également répartis dans les deux communes (12 foyers dans chacune). Les 12 foyers de Rauzan vivaient sur une exploitation viticole ; à Saint-Symphorien, dix foyers vivaient sur une exploitation de pins et un foyer sur une exploitation de culture d'orge ; un foyer n'a pas précisé la nature des cultures de l'exploitation, mais on sait qu'il ne s'agissait pas de viticulture, celle-ci n'étant pas représentée dans la commune.

Par ailleurs, l'information concernant la distance du lieu de résidence par rapport à des zones cultivées était disponible pour 326 foyers (89,6 %). Plus d'un tiers des foyers (N=125, 66 à Rauzan et 59 à Saint Symphorien) rapportait que cette distance était de moins de 100 mètres. Parmi ceux-ci, à Rauzan, 48,2 % des foyers étaient près d'une exploitation viticole et à Saint Symphorien, 39,1 % des foyers vivaient au voisinage d'exploitations de pins.

Parmi les foyers répondants, la plupart disposait d'un jardin (N=327 ; 90 %), lequel comportait fréquemment un potager (N=163 ; 47 %) ou des arbres fruitiers (N=194 ; 59 %). La présence d'arbres fruitiers dans le jardin était plus fréquente à Rauzan qu'à Saint Symphorien (70,0 % vs 49,7 % ; $p=0,0002$). Les foyers répondants possédaient également des plantes ornementales à l'extérieur de leur habitat (N=320 ; 88 %) et à l'intérieur (N=284 ; 79 %). Enfin, au moins un animal de compagnie était présent dans 56,3 % des foyers (plus d'un animal dans 14,7 % et un seul dans 41,7 % des foyers).

Parmi les 364 foyers, 71 % n'étaient pas exposés au tabagisme selon leurs réponses au questionnaire. Dans le tiers des foyers ayant rapporté la présence de fumeurs, il s'agissait, dans la majorité des cas, d'un seul individu fumeur.

L'âge du chef de foyer était en moyenne de 43,8 ans, et variait de 22 à 96 ans. Environ 20 % des chefs de foyer avait un niveau d'études primaire, près de 40 % un niveau secondaire court et 39 % un niveau secondaire long ou supérieur. Bien que la proportion de personnes ayant atteint un niveau secondaire long ou supérieur soit un peu plus élevée à Rauzan, la différence n'était pas significative. Il y avait davantage de chefs de foyer ayant une activité professionnelle agricole à Rauzan qu'à Saint Symphorien (10,0 % vs 4,0 % ; $p=0,03$).

Tableau 10. Principales caractéristiques des foyers de l'étude Phytoriv, 2010

	Total N (%)	Rauzan N=164	Saint-Symphorien N=199	p
Foyer				
Nombre de personne enquêtées				0,33
Moyenne (ET)	2,2 ($\pm 1,2$)	2,3 ($\pm 1,2$)	2,2 ($\pm 1,2$)	
Médiane [Min ; Max]	2 [1 ; 8]	2 [1 ; 7]	2 [1 ; 8]	
Résidence sur exploitation agricole (n=361)				0,66
Non	337 (93,4)	153 (92,7)	184 (93,9)	
Oui	24 (6,6)	12 (7,3)	12 (6,1)	
<i>Type d'exploitation (n=23)</i>				na
Vignes	12 (52,2)	12 (100)		
Pins	10 (43,5)	.	10 (90,9)	
Orge	1 (4,3)	.	1 (9,1)	
Zone de culture près du domicile ($\leq 100m$) (n=288)				0,12
Non	163 (56,6)	71 (51,8)	92 (60,9)	
Oui	125 (43,4)	66 (48,2)	59 (39,1)	
<i>Type de cultures (n=119):</i>				na
Vignes	61 (51,3)	61 (98,4)		
Pins	57 (47,9)	1 (1,6)	56 (98,2)	
Maïs	1 (0,8)	.	1 (1,8)	
Type d'habitation (n=361)				0,22
Appartement	4 (1,1)	3 (1,8)	1 (0,5)	
Maison individuelle	356 (98,6)	160 (97,6)	196 (99,5)	
EHPAD	1 (0,3)	1 (0,6)	.	
Jardin (n=359)				0,86
Non	32 (8,9)	15 (9,2)	17 (8,7)	
Oui	327 (91,1)	148 (90,8)	179 (91,3)	
Arbre fruitier (n=329)				0,0002
Non	135 (41,0)	45 (30,0)	90 (50,3)	
Oui	194 (59,0)	105 (70,0)	89 (49,7)	
Potager (n=350)				0,91
Non	187 (53,4)	86 (53,7)	101 (53,2)	
Oui	163 (46,6)	74 (46,3)	89 (46,8)	
Plantes d'extérieur (n=362)				0,71
Non	42 (11,6)	18 (10,9)	24 (12,2)	
Oui	320 (88,4)	146 (89,1)	173 (87,8)	
Plantes d'intérieur (n=362)				0,53
Non	78 (21,5)	38 (23,0)	40 (20,3)	
Oui	284 (78,5)	127 (77,0)	157 (79,7)	
Animaux de compagnie (n=362)				0,88
Aucun animal	158 (43,7)	71 (43,0)	87 (44,2)	
Un animal	151 (41,7)	71 (43,0)	80 (40,6)	
Plus d'un animal	53 (14,6)	23 (14,0)	30 (15,2)	
Chef du ménage				
Age (ans) du chef du ménage (n=363)				0,12
Moyenne (écart type)	56,9 ($\pm 15,5$)	55,5 ($\pm 15,5$)	58,1 ($\pm 16,2$)	
Médiane [Min ; Max]	57 [22 ; 96]	55,5 [24 ; 90]	59 [22 ; 96]	
Niveau d'étude du chef de ménage (n=355)				0,22
Primaire	89 (25,1)	43 (26,5)	46 (23,8)	
Secondaire court	140 (39,4)	56 (34,6)	84 (43,5)	
Secondaire long ou supérieur	126 (35,5)	63 (38,9)	63 (32,7)	
Emploi du chef de ménage (n=327)				0,03
Secteur non agricole	305 (93,3)	135 (90,0)	170 (96,0)	
Secteur Agricole*	22 (6,7)	15 (10,0)	7 (4,0)	

* agriculteurs exploitants + ouvriers agricoles

4.1.3. Caractéristiques des participants (tableau 11)

Au total, 816 sujets appartenant aux 364 foyers ont participé à l'étude, 646 adultes et 170 enfants ; par commune, la répartition était de 304 adultes et 78 enfants à Rauzan et de 342 adultes et 92 enfants à Saint-Symphorien.

L'âge de la population adulte était à Rauzan en moyenne de $51,4 \pm 17,7$ ans et variait de 17 à 92 ans; Il était à Saint-Symphorien en moyenne de $54,6 \pm 17,2$ ans avec un âge minimum de 17 ans et un âge maximum de 96 ans. Les femmes représentaient 53,6 % de la population adulte. La plupart des personnes vivaient en couple (76,7 %). Environ un cinquième des adultes avait un niveau d'études primaire, près de 40 % un niveau secondaire court et 39 % un niveau secondaire long ou supérieur, la proportion de personnes ayant atteint un niveau secondaire long ou supérieur était un peu plus élevée à Rauzan (44,1 vs 34,6 % ; $p=0,02$).

L'âge moyen des enfants au moment de l'enquête était de $8,3 \pm 4,5$ ans à Rauzan et $8,7 \pm 4,1$ ans à Saint-Symphorien ; sur l'ensemble des deux communes l'âge minimum était de 1 an et l'âge maximum de 16 ans. Les filles étaient moins nombreuses à Rauzan qu'à Saint-Symphorien (43,6% de filles vs 53,3%) mais, la différence n'était pas significative ($p=0,21$).

Parmi les adultes, 7,6 % étaient des agriculteurs à Rauzan et 4,0 % à Saint-Symphorien ; 21,7 % des enfants avaient des parents travaillant en milieu agricole à Rauzan et 10,5 % à Saint-Symphorien. Mais la différence n'était pas significative entre les deux communes (adulte $p=0,06$; enfants $p=0,07$).

Concernant les antécédents médicaux, les plus fréquemment rapportés par les adultes étaient dans l'ordre décroissant les antécédents cardiovasculaires (21,5 % à Rauzan, 23,1 % à Saint-Symphorien) et migraineux (18,1 % à Rauzan, 20,3 % à Saint-Symphorien), de façon comparable dans les deux communes. Les antécédents de rhume des foins (24,3 % à Rauzan, 18,5 % à Saint-Symphorien), d'eczéma (13,5 % à Rauzan, 11,7 % à Saint-Symphorien), de conjonctivite allergique (12,2 % à Rauzan, 8,6 % à Saint-Symphorien) étaient respectivement de 13,5 % et 12,2 % à Rauzan, et de 11,7 % et 8,6 % à Saint-Symphorien, mais ces différences n'étaient pas significatives. Chez les enfants, les antécédents médicaux les plus fréquemment rapportés étaient les antécédents d'eczéma, présents chez 23,1 % des enfants à Rauzan et 8,7 % à Saint-Symphorien ($p=0,009$) et les antécédents d'asthme en général (14,1 % à Rauzan, 25,3 % à Saint-Symphorien). Aucun enfant ne souffrait de maladies respiratoires autres que l'asthme à Rauzan et 2,2 % à Saint-Symphorien. On observait par ailleurs 1,3 % d'antécédents de migraine à Rauzan et 9,8 % à Saint-Symphorien ($p=0,02$).

Tableau 11. Caractéristiques socio-démographiques et antécédents médicaux des sujets, Phytoriv 2010

	Adultes (N=646)			p	Enfants (N=170)			p
	N	Rauzan (n=304)	Saint- Symphorien (n=342)		N	Rauzan (n=78)	Saint- Symphorien (n=92)	
Age (an)	646			0,03	170			0,50
Moyenne (ET)		51,4 (±17,7)	54,6 (±17,2)			8,3 (±4,5)	8,7 (±4,1)	
Médiane [Min ; max]		51 [17 ; 92]	53 [17 ; 96]			8 [1 ; 16]	8,5 [1 ; 16]	
Sexe,	646			0,77	170			0,21
Femme /Fille		161 (53,0)	185 (54,1)			34 (43,6)	49 (53,3)	
Homme /Garçon		143 (47,0)	157 (45,9)			44 (56,4)	43 (46,7)	
Etat matrimonial	639			0,07				
Seul		78 (25,9)	71 (21,1)					
Couple		223 (74,1)	267 (79,0)					
Diplôme le plus élevé obtenu	622			0,02				
Primaire		64 (21,7)	70 (21,4)					
Secondaire court		101 (34,2)	144 (44,0)					
Secondaire long ou supérieur		130 (44,1)	113 (34,6)					
Emploi *	578			0,06	136			0,07
Non agricole		254 (92,4)	291 (96,0)			47 (78,3)	68 (89,5)	
Agricole		21 (7,6)	12 (4,0)			13 (21,7)	8 (10,5)	
Antécédents médicaux								
Asthme	644	33 (10,9)	32 (9,4)	0,54	169	11 (14,1)	23 (25,3)	0,07
asthme allergique	644	13 (4,3)	18 (5,3)	0,54	169	4 (5,1)	9 (9,9)	0,39
asthme non allergique	644	20 (6,6)	14 (4,1)	0,16	169	7 (9,0)	14 (15,4)	0,21
Rhume des foins	644	74 (24,3)	63 (18,5)	0,07	169	11 (14,1)	10 (11,0)	0,54
Eczéma	646	41 (13,5)	40 (11,7)	0,49	170	18 (23,1)	8 (8,7)	0,009
Conjonctivite allergique	643	37 (12,2)	29 (8,6)	0,13	166	6 (7,8)	13 (14,6)	0,17
Autre problème respiratoire	645	6 (2,0)	8 (2,3)	0,75	170	0	2 (2,2)	0,29
Cardio-vasculaires	645	65 (21,5)	79 (23,1)	0,62	.	.	.	
Migraine	644	55 (18,1)	69 (20,3)	0,48	170	1 (1,3)	9 (9,8)	0,02

*agriculteurs exploitants + ouvriers agricoles, pour les enfants emploi des parents

4.1.4. Le tabagisme

Environ un tiers des ménages comptait un ou plusieurs fumeurs, de manière comparable dans les deux communes (tableau 12). Dans les ménages comportant des enfants, cette proportion était plus élevée, de l'ordre de 52%. Le nombre de fumeurs dans les ménages tabagiques était plus important à Saint-Symphorien, et de manière plus marquée dans les ménages avec des enfants. Ainsi, à Rauzan, 8% des enfants étaient exposés au tabagisme de deux personnes ou plus dans le ménage, tandis que cette proportion était de 19% à Saint Symphorien. Enfin, la proportion d'adultes n'ayant jamais fumé était plus élevée à Rauzan qu'à Saint-Symphorien (54,6% vs 47,2% ; p=0,04). A noter qu'un enfant de Saint Symphorien âgé de 16 ans avait signalé être fumeur.

Tableau 12. Données relatives au tabagisme Phytoriv 2010

	Adultes (N=646)				Enfants (N=170)			
	N	Rauzan (n=304)	Saint-Symphorien (n=342)	p	N	Rauzan (n=78)	Saint-Symphorien (n=92)	p
Tabagisme dans le ménage	646			0,08	170			0,96
Non		194 (63,8)	240 (70,2)			37 (47,4)	44 (47,8)	
Oui		110 (36,2)	102 (29,8)			41 (52,6)	48 (52,2)	
Nombre de fumeurs dans le ménage	646			0,04	149			0,10
Aucun		194 (63,8)	240 (70,2)			37 (47,4)	44 (47,8)	
Un		87 (28,6)	69 (20,2)			34 (43,6)	30 (32,6)	
Deux ou plus		23 (7,6)	33 (9,6)			7 (8,0)	18 (19,6)	
Tabagisme	634			0,04	149			-
Non fumeur		161 (54,6)	160 (47,2)			65 (100,0)	83 (98,8)	
Ex-fumeur/fumeur		134 (45,4)	179 (52,8)			.	1 (1,2)	

4.2. Descriptif des variables d'exposition

4.2.1. Résultats des mesurages de pesticides dans l'air ambiant

Au total, sur les 40 molécules recherchées, onze ont été détectées au moins une fois et neuf ont pu être quantifiées sur au moins un échantillon durant les sept semaines de l'étude (SEM24 à SEM30).

➤ Les pesticides quantifiés :

Les substances quantifiées étaient largement représentées par les fongicides (folpel, chlorothalonil, cyprodinil, krésoxim-méthyl, pyriméthanil, fenpropidine et tébuconazole) ; un seul herbicide (le prosulfocarbe) et un seul insecticide (le chlorpyrifos-éthyl) ont été également quantifiés mais plus rarement. Parmi ces substances, le principal pesticide détecté était un fongicide, le folpel, quantifié durant les 8 semaines à Rauzan et 7 semaines à Saint-Symphorien, avec une concentration moyenne sur huit semaines de 24,4 ng/m³ (Rauzan), et de 1,2 ng/m³ (Saint-Symphorien). Les valeurs les plus élevées de Folpel ont été mesurées à Rauzan au cours des semaines 26 (39,9 ng/m³) et 27 (39,3 ng/m³) (28 juin-11 juillet) (figure 9).

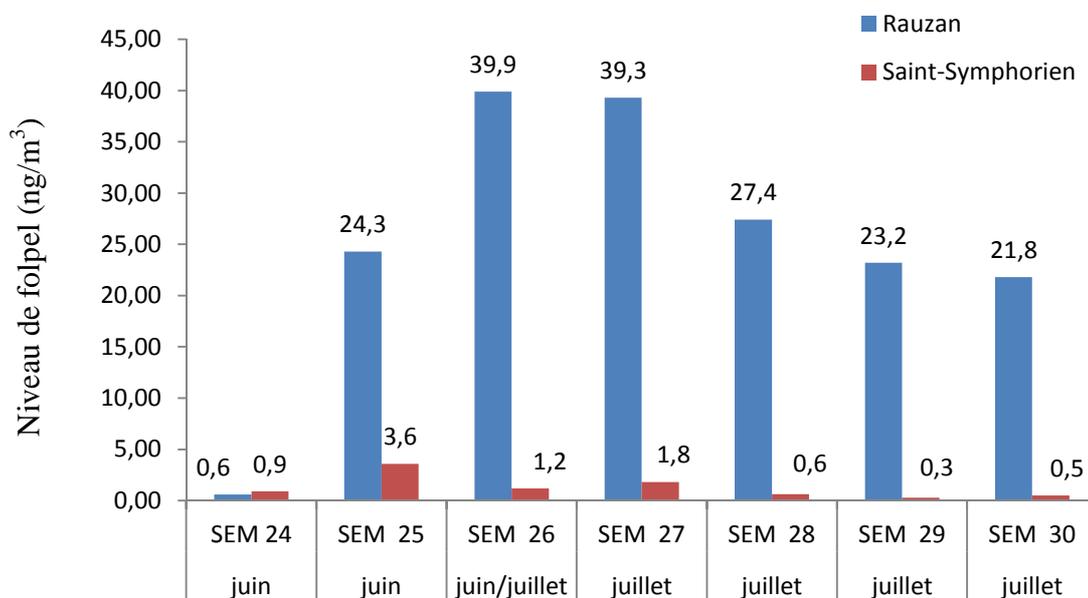


Figure 9. Concentrations hebdomadaires en Folpel dans l'air ambiant, Phytoriv 2010

En ce qui concerne les autres pesticides mesurés, le cyprodynil a pu être quantifié durant 5 semaines à Rauzan et 1 semaine à Saint-Symphorien (le taux le plus élevé était de 2,67 ng/m³ en SEM27) et le chlorothalonil a été quantifié 4 semaines à Rauzan et 5 semaines à Saint-Symphorien (valeur maximale de 0,92 ng/m³ au cours de la semaine 25). Les autres pesticides ont été détectés une fois seulement, et à des niveaux très faibles.

Par conséquent, seul le folpel a été retenu pour les analyses (fréquence de détection supérieure ou égale à 40% dans au moins une des deux communes).

➤ **Deux substances non quantifiées :**

Deux pesticides ont été détectés sans pouvoir être quantifiés sur un échantillon, ce sont le fenhexamide (fongicide) et le métolachlore (herbicide), respectivement la première et la septième semaine à Saint-Symphorien.

➤ **Les substances non détectées :**

Parmi les 29 autres molécules qui n'ont pu être détectées avec les méthodes analytiques utilisées, on dénombre 14 herbicides, 9 fongicides et 6 insecticides.

4.2.2. Les expositions domestiques (tableau 13)

Parmi les adultes, la proportion de participants ayant déjà effectué au moins un traitement sur leurs plantes d'extérieur et sur les animaux de compagnie était plus élevée à Rauzan qu'à Saint-Symphorien : respectivement 23,7 % vs 15,4 % et 86,1 % vs 76,3 % (p=0,01). En revanche la proportion de sujets ayant traité leur domicile contre les insectes rampants était plus élevée à Saint-Symphorien qu'à Rauzan (48,5% vs 34,9 %, p=0,0005). Les autres sources domestiques d'exposition aux pesticides étaient comparables chez les adultes dans les deux communes. Les traitements anti-poux étaient rapportés plus fréquemment à Saint Symphorien (3,3%) qu'à Rauzan (0,7%) (p=0,02).

Concernant les enfants, seuls les traitements contre les insectes rampants (57,1% à Saint-Symphorien vs 39,7 % à Rauzan, p=0,02) et le traitement du logement contre les parasites de l'homme et des animaux (12,0% à Saint-Symphorien vs 3,8 % à Rauzan, p=0,05) différenciaient entre les deux communes. Bien que la proportion des enfants exposés soit un peu moins élevée à Rauzan, la répartition était globalement comparable pour les autres expositions domestiques potentielles.

Tableau 13. Utilisation domestique de pesticides, Phytoriv, 2010

Traitements	Adultes (N=646)				Enfants (N=170)			
	N	Rauzan (n=304)	Saint-Symphorien (n=342)	p	N	Rauzan (n=78)	Saint-Symphorien (n=92)	p
Arbres fruitiers	350			0,91	79			0,16
non		156 (78,8)	119 (78,3)			41 (87,2)	24 (75,0)	
oui		42 (21,2)	33 (21,7)			6 (12,8)	8 (25,0)	
<i>Moins d'un mois</i>	69	10 (25,0)	8 (27,6)	0,81	14	1 (16,7)	.	
Plantes d'extérieur	567			0,01	142			0,16
non		206 (76,3)	251 (84,5)			51 (76,1)	64 (85,3)	
oui		64 (23,7)	46 (15,5)			16 (23,9)	11 (14,7)	
<i>Moins d'un mois</i>	110	28 (43,7)	20 (43,5)	0,98	27	8 (50,0)	2 (18,2)	0,23
Plantes d'intérieur	511			0,09	123			0,08
non		226 (94,6)	265 (97,4)			51 (94,4)	69 (100,0)	
oui		13 (5,4)	7 (2,6)			3 (5,7)	0	
<i>Moins d'un mois</i>	15	1 (7,7)	-	0,87	-	-	-	
Insectes rampants	638			0,0004	167			0,02
non		198 (65,1)	171 (51,2)			47 (60,3)	37 (41,6)	
oui		106 (34,9)	163 (48,8)			31 (39,7)	52 (58,4)	
<i>Moins d'un mois</i>	264	60 (57,7)	90 (56,3)	0,82	81	8 (27,6)	25 (48,1)	0,07
Insectes volants	641			0,36	168			0,26
non		176 (57,9)	182 (54,0)			44 (56,4)	43 (47,8)	
oui		128 (42,1)	155 (46,0)			34 (43,6)	47 (52,2)	
<i>Moins d'un mois</i>	272	89 (70,6)	92 (63,0)	0,18	76	24 (75,0)	26 (59,1)	0,15
Parasites homme et animal	641			0,15	170			0,05
non		289 (95,1)	311 (92,3)			75 (96,2)	79 (87,8)	
oui		15 (4,9)	26 (7,7)			3 (3,8)	11 (12,2)	
<i>Moins d'un mois</i>	38	4 (26,7)	5 (21,7)	0,51	12	1 (33,3)	2 (22,2)	0,49
mites	638			0,29	167			0,26
non		228 (75,0)	238 (71,3)			71 (91,0)	76 (85,4)	
oui		76 (25,0)	96 (28,7)			7 (9,0)	13 (14,6)	
<i>Moins d'un mois</i>	161	28 (37,8)	35 (40,2)	0,76	19	0	3 (23,1)	0,29
Animaux de compagnie	368			0,03	101			0,53
non		25 (13,9)	43 (22,9)			6 (12,5)	9 (17,0)	
oui		155 (86,1)	145 (77,1)			42 (87,5)	44 (83,0)	
<i>Moins d'un mois</i>	295	79 (52,0)	88 (61,5)	0,10	81	15 (40,5)	17 (38,6)	0,86
Anti-poux	631			0,02	160			0,36
non		296 (99,3)	322 (96,7)			59 (80,8)	65 (74,7)	
oui		2 (0,7)	11 (3,3)			14 (19,2)	22 (25,3)	

4.3. Descriptif des données de santé : symptômes déclarés durant la période de suivi

Chez les adultes, la fréquence de déclaration des symptômes des voies respiratoires inférieures, des troubles œil/oreille et des troubles cutanés était très voisine dans les deux communes. Les symptômes des voies respiratoires supérieures étaient un peu plus fréquemment rapportés par les habitants de Rauzan ($p=0,04$). La fréquence des signes généraux était également légèrement plus élevée à Rauzan (Tableau 14.)

En ce qui concerne les symptômes des voies respiratoires inférieures, la toux était la plus fréquente (déclarée par près de 21 % des sujets), suivie des difficultés respiratoires pour près de 7 % des sujets. Les sifflements et les crises d'asthme étaient plus rares (2,7 % et 1,0 % à Rauzan, 3,8 % et 0,6 % à Saint-Symphorien). Près de la moitié des participants a présenté des symptômes des voies respiratoires supérieures durant le suivi. Parmi ces symptômes, les plus fréquents étaient les éternuements, rapportés par près d'un tiers des sujets, puis le nez qui coule et le nez bouché. Les maux de gorge étaient plus fréquents à Rauzan qu'à Saint-Symphorien (16,5 % versus 9,4 %, $p=0,007$). La fréquence des affections oculaires était de 19 % et des maux d'oreille autour de 8,2 % et comparable dans les deux communes. Concernant les symptômes et pathologies cutanés, les éruptions cutanées étaient le symptôme le plus fréquent à Rauzan (7,2 %) et les irritations cutanées à Saint-Symphorien (7,4 %). Parmi les signes généraux, les symptômes les plus fréquents étaient la fatigue rapportés par environ un quart des sujets et les maux de tête. Les nausées étaient plus rares (5,9 % à Rauzan et 3,5 % à Saint-Symphorien). On ne notait pas de différence notable entre les deux communes concernant la fréquence des symptômes « leurres », à savoir le mal de dos et les palpitations.

Concernant les enfants, la fréquence des symptômes rapportés durant la période de suivi n'était globalement pas significativement différente entre les deux communes, en dehors des signes généraux, plus fréquemment rapportés à Rauzan (25,6 % vs 13,0 %, $p=0,04$). Par ailleurs, même si le nombre d'enfants concernés était limité, les symptômes cutanés semblaient plus fréquents à Rauzan (10,3 % vs 5,4 %), ceci aussi bien pour les éruptions, les irritations ou les démangeaisons. A l'inverse, les symptômes des voies respiratoires inférieures, essentiellement représentés par la toux, tendaient à être plus fréquents à Saint

Symphorien (23,9 % vs 15,4 %) mais non significativement. Les difficultés respiratoires, les sifflements et les crises d'asthme (entre 1 et 3 %), étaient plus rares.

Parmi les symptômes des voies respiratoires supérieures, le plus fréquent était les éternuements, rapporté par plus d'un quart des enfants, puis le nez qui coule (22,3 %) et enfin le nez bouché, plus fréquent à Saint-Symphorien (25 % vs 11,5 %, $p=0,02$). Près de 13 % des enfants avaient souffert de maux de gorge dans les deux communes.

Environ la moitié des enfants avait présenté des symptômes oculaires et auriculaires.

Tableau 14. Distribution par commune des symptômes auto-déclarés durant l'enquête, Phyltoriv 2010

	Adultes					Enfants				
	N	Oui %	Rauzan n (%)	Saint-Symphorien n (%)	p	N	Oui %	Rauzan n (%)	Saint-Symphorien n (%)	p
Symptômes des voies respiratoires inférieures	646	23,8	73 (24,0)	81 (23,7)	0,92	170	20,0	12 (15,4)	22 (23,9)	0,17
Toux	645	21,0	63 (20,7)	72 (21,1)	0,90	170	17,6	11 (14,1)	19 (20,7)	0,26
Difficultés respiratoires	644	7,0	23 (7,6)	22 (6,4)	0,57	170	1,8	1 (1,3)	2 (2,2)	0,56
Sifflements	641	3,3	8 (2,7)	13 (3,8)	0,41	170	2,3	1 (1,3)	3 (3,3)	0,62
Crise d'asthme	643	0,9	3 (1,0)	2 (0,6)	0,67	170	1,8	1 (1,3)	2 (2,2)	0,56
Symptômes des voies respiratoires supérieures	646	44,4	148 (48,7)	139 (40,6)	0,04	170	48,4	39 (50,0)	43 (46,7)	0,67
Maux de gorge	644	12,7	50 (16,5)	32 (9,4)	0,007	170	12,9	10 (12,8)	12 (13,0)	0,96
Nez qui coule	645	23,1	71 (23,4)	78 (22,9)	0,88	170	22,3	16 (20,5)	22 (23,9)	0,60
Nez bouché	646	18,1	55 (18,1)	62 (18,1)	0,99	170	18,8	9 (11,5)	23 (25,0)	0,02
Eternuements	646	29,6	100 (32,9)	91 (26,6)	0,08	170	26,5	23 (29,5)	22 (23,9)	0,41
Symptômes et pathologies oreille et oculaires	646	24,3	76 (25,0)	81 (23,7)	0,70	170	16,5	14 (17,9)	14 (15,2)	0,63
Affections oculaires	644	19,1	56 (18,5)	67 (19,6)	0,71	169	10,7	9 (11,5)	9 (9,9)	0,55
Maux d'oreille	644	8,2	29 (9,6)	24 (7,0)		170	6,5	6 (7,7)	5 (5,4)	0,73
Symptômes et pathologies cutanés	644	12,1	39 (12,8)	39 (11,5)	0,60	170	7,7	8 (10,3)	5 (5,4)	0,24
Eruptions cutanées	644	6,2	22 (7,2)	18 (5,3)	0,30	168	7,1	7 (9,0)	5 (5,6)	0,39
Irritations cutanées	644	5,9	13 (4,3)	25 (7,4)	0,10	169	0,6	1 (1,3)	0	-
Démangeaisons	644	5,3	18 (5,9)	16 (4,7)	0,49	170	1,8	1 (1,3)	2 (2,2)	0,56
Signes généraux	646	38,4	125 (41,1)	123 (36,0)	0,18	170	18,8	20 (25,6)	12 (13,0)	0,04
Fatigue générale	642	25,2	86 (28,7)	76 (22,2)	0,06	168	7,7	9 (11,8)	4 (4,3)	0,08
Nausées	645	4,7	18 (5,9)	12 (3,5)	0,14	170	4,1	5 (6,4)	2 (2,2)	0,25
Maux de tête	644	23,4	72 (23,8)	79 (23,1)	0,82	170	10,0	10 (12,8)	7 (7,6)	0,26
Leurres	643	27,1	83 (27,6)	91 (26,6)	0,78	168	3,6	5 (6,58)	1 (1,1)	0,09
Mal de dos	642	25,7	77 (25,7)	88 (25,7)	0,98	168	3,0	4 (5,3)	1 (1,1)	0,18
Palpitations	641	2,6	8 (2,7)	9 (2,6)	0,98	167	0,6	1 (1,3)	0	-

4.4. Analyse des données

4.4.1. Analyse univariée

Les résultats de l'analyse univariée, prenant en compte l'effet aléatoire lié aux individus, sont présentés pour les différentes classes de symptômes avec les odds ratio et leurs intervalles de confiance dans les Tableaux 15 (adultes) et 16 (enfants). Les Figures 10 (adultes) et 11 (enfants) présentent les associations univariées entre les symptômes et le niveau de Folpel dans l'air.

Chez les adultes

➤ Symptômes des voies respiratoires inférieures

L'analyse univariée mettait en évidence un risque de symptômes des voies respiratoires inférieures de 0,98 (IC95% 0,96-0,99) pour une augmentation du folpel de 1 ng/m³. Par ailleurs, on notait que ces symptômes étaient significativement plus fréquents chez les fumeurs et les ex-fumeurs par rapport aux non-fumeurs (OR= 2,89 ; IC95% 1,31-6,36), et moins fréquents chez les personnes en couple (OR=0,34 ; IC95% 0,15-0,78). En ce qui concerne les facteurs environnementaux, le risque d'avoir ces symptômes était significativement augmenté avec le niveau moyen hebdomadaire atmosphérique en PM_{2,5} (OR= 1,11 ; IC95% 1,01-1,22 pour une élévation de 1 µg/m³) et lorsque le logement avait été traité contre les mites (OR = 2,43 ; IC95% 1,09-5,44). En revanche, le niveau moyen hebdomadaire d'ozone dans l'air était négativement associé aux symptômes (OR=0,97 ; IC95% 0,94-0,99 pour une augmentation de 1 µg/m³).

➤ Symptômes des voies respiratoires supérieures

L'analyse univariée mettait en évidence un risque de symptômes des voies respiratoires supérieures de 0,97 (IC95% 0,94-0,99) pour une augmentation du folpel de 1 ng/m³. Par ailleurs, on notait une association légère de ces symptômes avec l'âge (OR= 1,02 ; IC95% 1,00-1,05).

En ce qui concerne les facteurs environnementaux, le risque d'avoir des symptômes des voies respiratoires supérieures était significativement associé au niveau moyen hebdomadaire d'exposition aux PM_{2,5} (OR= 1,11 ; IC95% 1,03-1,20 pour une élévation d'un µg/m³) ainsi qu'au fait de résider à moins de 100 mètres d'une exploitation agricole (OR=0,41 ; IC95% 0,19-0,49).

De plus le risque était significativement élevé chez les personnes ayant traité des plantes d'extérieur (OR = 2,70 ; IC95% 1,22-5,96) ainsi que chez celles dont le logement avait été traité contre les mites (OR = 2,77 ; IC95% 1,40-5,50).

➤ Symptômes œil/oreille

L'analyse univariée mettait en évidence un risque de symptômes œil/oreille de 0,96 (IC95% 0,94-0,98) pour une augmentation du folpel de 1 ng/m³. Le risque d'avoir des symptômes œil/oreille était significativement plus élevé chez les hommes que chez les femmes (OR= 2,53 ; IC95% 1,07-5,99).

Le risque était significativement associé au niveau moyen hebdomadaire de PM_{2,5} (OR= 1,12 ; IC95% 1,02-1,23 pour une augmentation de 1 µg/m³), ainsi que dans les foyers ayant traité leur logement contre les mites (OR = 3,23 ; IC95% 1,34-7,77). Plusieurs autres expositions dans le domicile tendaient, non significativement, à augmenter la fréquence de ces symptômes œil/oreille : le traitement des plantes d'intérieur et d'extérieur et le traitement contre les insectes volants ou rampants.

➤ Symptômes cutanés

L'analyse univariée mettait en évidence un risque de symptômes cutanés de 0,95 (IC95% 0,88-1,02) pour une augmentation du folpel de 1 ng/m³. Les symptômes cutanés étaient plus fréquents chez les hommes et chez les personnes en couple, mais de manière non significative. L'exposition au niveau moyen hebdomadaire de PM_{2,5} était significativement associé au risque d'avoir ces symptômes (OR= 1,45 ; IC95% 1,08-1,96 pour une augmentation de 1 µg/m³) et une légère tendance à l'augmentation de risque était observée chez les personnes ayant traité les plantes d'intérieur ou les mites.

➤ Signes généraux

L'analyse univariée mettait en évidence un risque de symptômes signes généraux de 0,98 (IC95% 0,96-1,01) pour une augmentation du folpel de 1 ng/m³. Le risque de présenter ces signes était significativement plus élevé chez les hommes par rapport aux femmes (OR=6,66 ; IC95% 3,11-14,26).

En ce qui concerne les facteurs environnementaux, le risque de présenter des signes généraux était significativement associé au niveau moyen hebdomadaire de PM_{2,5} (OR= 1,12 ; IC95% 1,03-1,22 pour une élévation de 1 µg/m³) et une tendance à l'élévation de risque était

observée chez les personnes ayant traité contre les mites et celles qui avaient utilisé des produits anti-poux.

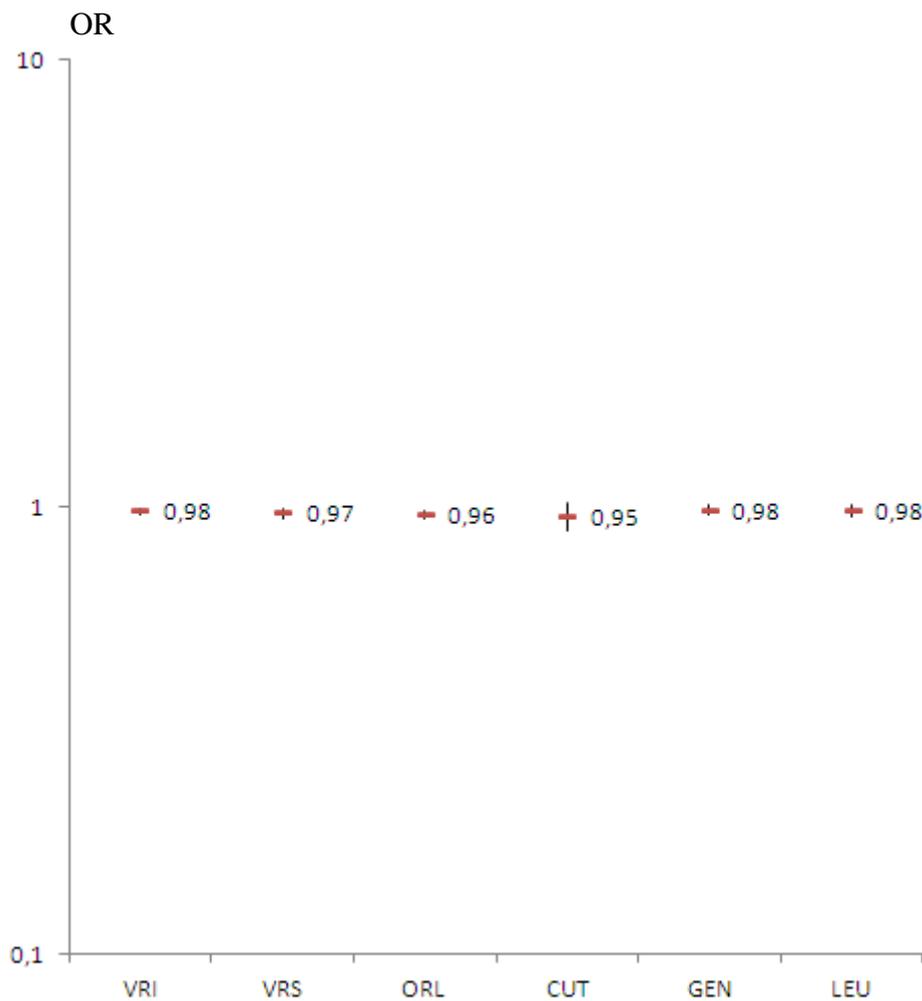
➤ Symptômes leurres

L'analyse univariée mettait en évidence un risque de symptômes leurres de 0,98 (IC95% 0,95-1,01) pour une augmentation du fo-pel de 1 ng/m³. Le risque de déclarer des symptômes « leurres » était plus faible chez les adultes ayant un niveau d'étude bas par rapport à ceux ayant un niveau élevé (OR=0,43 ; IC95% 0,23-0,82).

Il n'était pas observé de lien entre ces symptômes et les différents polluants atmosphériques, mais une élévation de risque était observée chez les personnes ayant traité leurs plantes d'extérieur (OR = 7,42 ; IC95% 2,47-22,32), ou traité autres insectes du logement (OR = 3,11 ; IC95% 1,17-8,27). Une tendance positive était également observée pour ceux qui avaient traité leurs plantes d'intérieur ou lutté contre les insectes volants.

Quels que soient les symptômes considérés, l'existence d'antécédents médicaux (asthme, rhume des foins, conjonctivite allergique, eczéma, migraine, pathologie cardio-vasculaire ou autre trouble respiratoire) augmentait le risque de survenue des symptômes étudiés. Ces élévations étaient très fréquemment statistiquement significatives. Les plus marquées (Odds ratios supérieurs à 5) concernaient les liens suivants :

- antécédent d'asthme et symptômes des voies respiratoires inférieures,
- rhume des foins et symptômes des voies respiratoires supérieures ou symptômes œil/oreille,
- conjonctivite allergique et symptômes œil/oreille,
- eczéma et symptômes des voies respiratoires supérieures,
- migraine et signes généraux,
- pathologies cardiovasculaires et symptômes des voies respiratoires supérieures
- autres problèmes respiratoires et symptômes œil/oreille ou symptômes leurres



VRI : Voies respiratoires inférieures VRS : Voies respiratoires supérieures, CUT : cutanés, ORO : œil/oreille, GEN : signes généraux, LEU : leurre.

Figure 10. Associations univariées entre les symptômes et le niveau de Folpel dans l'air ambiant chez les adultes, Phytoriv 2010

Tableau 15. Analyse univariée du lien entre les troubles de santé et les tiers facteurs chez les adultes, Phytoriv 2010

Symptômes	VRI	VRS	ORO	CUT	généraux	Leurres
	OR [IC95%], p	OR [IC95%], p	OR [IC95%], p	OR [IC95%], p	OR [IC95%], p	OR [IC95%], p
Caractéristique socio-démographiques						
Age	1,01 [0,98-1,05] p=0,49	1,02 [1,00-1,05] p=0,03	1,03 [0,99-1,08] p=0,09	1,00 [0,95-1,06] p=0,94	1,01 [0,98-1,05] p=0,33	1,03 [0,99-1,07] p=0,10
Sexe homme vs femme	1,60 [0,76-3,38] p=0,21	1,43 [0,77-2,65] p=0,26	2,53 [1,07-5,99] p=0,03	3,06 [0,34-27,79] p=0,32	6,66 [3,11-14,26] P<0,001	0,66 [0,26-1,64] p=0,37
Tabagisme fumeur/ex-fumeur vs non	2,89 [1,31-6,36] p=0,009	0,99 [0,38-2,58] p=0,99	0,51 [0,22-1,18] p=0,11	0,75 [0,10-5,48] p=0,77	0,53 [0,26-1,11] p=0,09	0,72 [0,29-1,80] p=0,48
statut marital couple vs seul	0,34 [0,15-0,78] p=0,01	0,95 [0,46-1,98] p=0,90	0,44 [0,17-1,12] p=0,08	1,46 [0,12-18,34] p=0,77	1,47 [0,62-3,49] p=0,38	0,48 [0,17-1,38] p=0,18
Niveau d'étude bas vs élevé	0,97 [0,59-1,60] p=0,90	1,14 [0,75-1,73] p=0,54	0,62 [0,36-1,07] p=0,09		0,74 [0,46-1,18] p=0,21	0,43 [0,23-0,82] p=0,01
Emploi agricoles	0,36 [0,05-2,40] p=0,29	2,30 [0,10-1,93] p=0,27	0,69 [0,09-5,04] p=0,71		0,12 [0,01-1,01] p=0,05	0,40 [0,01-28,14] p=0,67
Facteurs environnementaux						
Niveau Ozone moyen hebdomadaire (µg/m ³)	0,97 [0,94-0,99] p=0,04	0,98 [0,97-1,00] p=0,09	0,96 [0,93-0,99] p=0,01	0,93 [0,86-1,00] p=0,05	0,98 [0,96-1,01] p=0,25	0,98 [0,94-1,01] p=0,17
Niveau PM2.5 moyen hebdomadaire (µg/m ³)	1,11 [1,01-1,22] p=0,02	1,11 [1,03-1,20] p=0,005	1,12 [1,02-1,23] p=0,02	1,45 [1,08-1,96] p=0,01	1,12 [1,03-1,22] p=0,008	1,07 [0,93-1,22] p=0,35
Habita à <100 m d'une exploitation agricole	0,94 [0,45-1,97] p=0,86	0,41 [0,19-0,49] p=0,02	0,87 [0,38-1,98] p=0,74	1,16 [0,16-8,37] p=0,89	1,44 [0,69-1,44] p=0,32	1,01 [0,40-2,52] p=0,98
Antécédents médicaux						
Asthme	11,7 [3,81-32,17] P<0,0001	4,91 [1,82-13,25] p=0,002	2,49 [0,72-8,62] p=0,15	2,26 [0,19-27,31] p=0,52	1,23 [0,38-4,01] p=0,73	1,50 [0,13-18,83] p=0,75
Rhume des foins	3,16 [1,35-7,39] p=0,008	5,96 [2,84-12,50] P<0,0001	5,71 [2,25-14,46] p=0,0003	2,36 [0,32-17,36] p=0,40	2,14 [0,91-5,07] p=0,08	1,21 [0,18-8,13] p=0,84
Conjonctivite allergique	6,12 [2,15-17,45] p=0,0007	4,92 [1,86-13,00] p=0,001	25,22 [7,95-80,03] P<0,0001	1,02 [0,05-21,92] p=0,99	3,08 [1,00-9,55] p=0,05	4,09 [1,07-15,72] p=0,04

Eczéma	2,99 [1,08-8,30] p=0,04	2,27 [0,91-5,63] p=0,08	6,43 [2,18-18,96] p=0,0008	1,76 [0,15-20,71] p=0,65	2,46 [0,86-7,04] p=0,09	2,17 [0,59-8,04] p=0,24
Migraine	1,47 [0,59-3,67] p=0,41	1,69 [0,77-3,69] p=0,19	2,92 [1,11-7,66] p=0,03	2,14 [0,26-17,47] p=0,48	5,97 [2,48-14,37] P<0,0001	2,94 [0,98-8,85] p=0,06
Cardio-vasculaires	2,79 [1,20-6,48] p=0,02	2,34 [1,13-4,84] p=0,02	4,53 [1,79-11,47] p=0,001	1,25 [0,14-10,97] p=0,84	2,81 [1,22-6,49] p=0,01	8,93 [3,28-24,37] P<0,0001
Autre problème respiratoire	3,72 [0,45-31,02] p=0,22	4,27 [0,57-1,47] p=0,16	13,32 [1,41-126,00] p=0,02		3,10 [0,30-32,41] p=0,34	
Utilisation de pesticides domestiques à moins d'un mois						
Arbres fruitiers	0,49 [0,13-1,75] p=0,27	0,56 [0,21-1,47] p=0,23	0,35 [0,07-1,61] p=0,18	1,12 [0,04-34,02] p=0,95	0,35 [0,11-1,12] p=0,08	7,42 [2,47-22,32] p=0,0004
Plantes d'extérieur	1,42 [0,53-3,81] p=0,49	2,70 [1,22-5,96] p=0,01	2,10 [0,73-6,01] p=0,17	1,70 [0,16-17,56] p=0,65	0,90 [0,35-2,33] p=0,83	2,89 [0,30-28,07] p=0,36
Plantes d'intérieur	0,13 [0,01-1,18] p=0,10	0,39 [0,07-2,23] p=0,29	2,83 [0,38-21,24] p=0,31		0,53 [0,06-4,35] p=0,56	1,93 [0,77-4,85] p=0,16
Insectes rampants	0,78 [0,37-1,66] p=0,52	1,19 [0,64-2,23] p=0,57	1,40 [0,62-3,19] p=0,42	0,76 [0,11-5,49] p=0,79	1,17 [0,57-2,41] p=0,66	1,09 [0,23-5,22] p=0,91
Insectes volants	1,33 [0,63-2,79] p=0,45	0,90 [0,48-1,68] p=0,74	1,69 [0,74-3,83] p=0,21	0,53 [0,07-4,13] p=0,54	0,99 [0,49-2,05] p=0,99 (1,00)	0,66 [0,02-19,45] p=0,81
Autres insectes du logement	0,25 [0,04-1,42] p=0,12	1,35 [0,39-4,65] p=0,64	1,01 [0,19-5,24] p=0,99	0,79 [0,01-55,80] p=0,91	0,99 [0,24-4,18] p=0,99	3,11 [1,17-8,27] p=0,02
Mites	2,43 [1,09-5,44] p=0,03	2,77 [1,40-5,50] p=0,003	3,23 [1,34-7,77] p=0,009	1,90 [0,27-13,40] p=0,52	1,61 [0,73-3,56] p=0,24	0,46 [0,12-1,74] p=0,25
Animaux de compagnie	0,40 [0,12-1,39] p=0,15	1,91 [0,66-5,53] p=0,23	0,60 [0,15-2,43] p=0,47	0,68 [0,02-18,00] p=0,82	0,38 [0,12-1,15] p=0,09	0,59 [0,02-20,06] p=0,77
Poux	0,19 [0,01-3,43] p=0,26	0,80 [0,09-7,34] p=0,84	1,10 [0,06-18,93] p=0,95		5,58 [0,50-61,81] p=0,16	

Symptômes VRI : Voies respiratoires inférieures VRI : Voies respiratoires supérieures, CUT : cutanés, ORO : œil/oreille, GEN : signes généraux, LEU : leurre.
OR calcul à l'aide d'un modèle logistique mixte à intercept aléatoire (proc NLMIXED version SAS 9.3), prenant en compte l'effet aléatoire attaché aux individus

Chez les enfants

➤ Symptômes des voies respiratoires inférieures

L'analyse univariée mettait en évidence un risque de symptômes des voies respiratoires inférieures de 0,96 (IC95% 0,91-0,99) pour une augmentation du folpel de 1 ng/m³. En ce qui concerne les facteurs environnementaux, pour une élévation de 1 µg/m³ du niveau moyen hebdomadaire d'ozone le risque d'avoir eu des symptômes diminuait légèrement (OR=0,93 ; IC95% 0,87-0,99). Les enfants ayant vécu dans les foyers ayant traité contre les insectes du logement avaient un risque significativement plus élevé de symptômes des voies respiratoires inférieures (OR = 22,53 ; IC95% 2,80-181,25).

➤ Symptômes des voies respiratoires supérieures

L'analyse univariée mettait en évidence un risque de symptômes des voies respiratoires supérieures de 0,98 (IC95% 0,96-1,00) pour une augmentation du folpel de 1 ng/m³. Le risque d'avoir des symptômes des voies respiratoires supérieures était significativement plus élevé pour une augmentation de 1 µg/m³ au niveau moyen hebdomadaire de PM_{2,5} (OR= 1,18 ; IC95% 1,05-1,33) alors qu'une élévation de 1 µg/m³ à l'ozone diminuait le risque (OR=0,96 ; IC95% 0,94-0,99).

Par ailleurs, les enfants ayant vécu dans les foyers ayant traité contre les insectes du logement avaient un risque significativement plus élevé d'avoir des symptômes des voies respiratoires supérieures (OR = 3,83 ; IC95% 1,10-13,31).

➤ Symptômes œil/oreille

L'analyse univariée mettait en évidence un risque de symptômes œil/oreille de 0,98 (IC95% 0,94-1,02) pour une augmentation du folpel de 1 ng/m³. Une tendance à davantage de symptômes oreilles et oculaires était observée chez les garçons, et pour les enfants ayant des antécédents de rhume de foins, de conjonctivite allergique ou d'eczéma, mais de manière non statistiquement significative, compte tenu des faibles effectifs.

➤ Symptômes cutanés

L'analyse univariée mettait en évidence un risque de symptômes cutanés de 0,97 (IC95% 0,90-1,05) pour une augmentation du folpel de 1 ng/m³. Une tendance à davantage de symptômes cutanés était observée chez les garçons, et pour les enfants ayant des antécédents

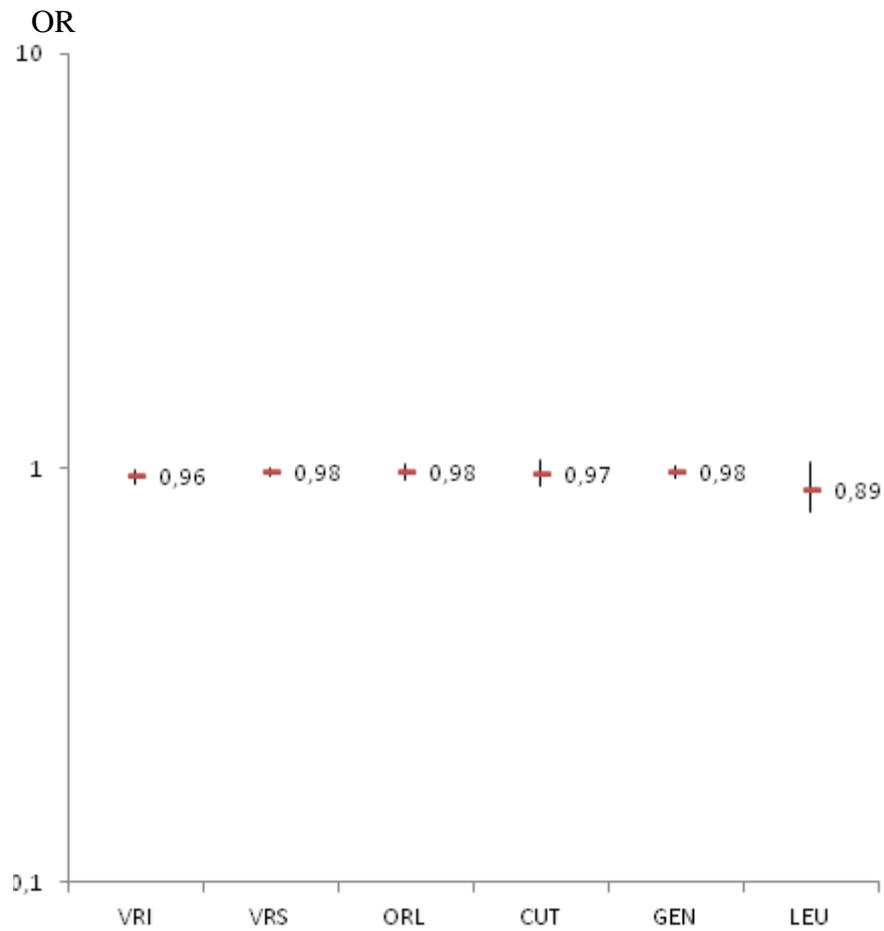
de rhume de foins, de conjonctivite allergique ou d'eczéma, mais de manière non statistiquement significative, compte tenu des faibles effectifs.

➤ Signes généraux.

L'analyse univariée mettait en évidence un risque de symptômes signes généraux de 0,98 (IC95% 0,95-1,01) pour une augmentation du folpel de 1 ng/m³. Le risque de rapporter des symptômes généraux augmentait avec le niveau moyen hebdomadaire de PM_{2,5} (OR= 1,26 ; IC95% 1,05-1,5) ainsi que pour les enfants vivant à moins de 100 mètres d'une exploitation agricole (OR= 3,05 ; IC95% 1,06-8,75), alors qu'une diminution du risque était observée pour une augmentation de l'exposition à l'ozone (OR=0,87 ; IC95% 0,81-0,94).

➤ Symptômes leurres

L'analyse univariée mettait en évidence un risque de symptômes leurres de 0,89 (IC95% 0,785-1,03) pour une augmentation du folpel de 1 ng/m³. Il n'était pas observé de lien entre ces symptômes et les différents polluants atmosphériques. Une tendance positive était également observée pour ceux qui avaient traité leurs plantes d'extérieur ou lutté contre les insectes volants.



VRI : Voies respiratoires inférieures VRS : Voies respiratoires supérieures, CUT : cutanés, ORO : œil/oreille, GEN : signes généraux, LEU : leurres.

Figure 11. Associations univariées entre les symptômes et le niveau de Folpel dans l'air ambiant chez les enfants, Phytoriv 2010

Tableau 16. Analyse univariée du lien entre les troubles de santé et les tiers facteurs chez les enfants, Phytoriv 2010

Symptômes	VRI OR [IC95%], p	VRS OR [IC95%], p	ORO OR [IC95%], p	CUT OR [IC95%], p	Signes généraux OR [IC95%], p	Leurres OR [IC95%], p
Caractéristique socio-démographiques						
Age	0,86 [0,72-1,03] p=0,10	0,95 [0,86-1,04] p=0,23	0,97 [0,82-1,14] p=0,68	1,02 [0,70-1,50] p=0,91	1,09 [0,97-1,23] p=0,14	1,16 [0,72-1,83] p=0,51
Sexe garçon vs fille	1,31 [0,34-5,06] p=0,69	0,58 [0,27-1,24] p=0,16	1,56 [0,37-6,60] p=0,54	2,01 [0,51-57,23] p=0,68	1,61 [0,63-4,12] p=0,31	
Tabagisme dans le foyer oui vs non	0,66 [0,17-2,48] p=0,53	0,78 [0,39-1,55] p=0,47	0,24 [0,05-1,09] p=0,06	0,91 [0,03-23,87] p=0,95	1,00 [0,37-2,69] p=0,99	0,85 [0,02-33,45] p=0,93
Emploi agricole parents oui vs non	0,32 [0,03-3,15] p=0,32	2,01 [0,61-6,58] p=0,25	0,99 [0,11-8,91] p=0,99		1,69 [0,42-6,80] p=0,46	3,16 [0,06-162,44] p=0,56
Facteurs environnementaux						
Niveau Ozone moyen hebdomadaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,93 [0,87-0,99] p=0,02	0,96 [0,94-0,99] p=0,006	0,96 [0,89-1,03] p=0,22	0,93 [0,83-1,05] p=0,17	0,87 [0,81-0,94] p=0,0003	0,82 [0,67-1,02] p=0,08
Niveau PM2.5 moyen hebdomadaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1,06 [0,89-1,27] p=0,50	1,18 [1,05-1,33] p=0,008	1,18 [0,96-1,44] p=0,12	0,94 [0,65-1,36] p=0,74	1,26 [1,05-1,51] p=0,01	1,89 [0,76-4,71] p=0,17
Habita à <100 m d'une exploitation agricole	0,43 [0,11-1,73] p=0,23	1,02 [0,51-2,05] p=0,94	1,33 [0,33-5,33] p=0,69	0,87 [0,03-23,93] p=0,94	3,05 [1,06-8,75] p=0,04	1,20 [0,03-47,06] p=0,92
Antécédents médicaux						
Asthme	2,05 [0,41-10,11] p=0,38	2,03 [0,83-5,01] p=0,12	1,07 [0,18-6,23] p=0,94	0,42 [0,002-76,36] p=0,74	1,32 [0,42-4,10] p=0,63	2,22 [0,05-104,76] p=0,68
Rhume des foins	2,83 [0,41-19,30] p=0,29	1,96 [0,63-6,08] p=0,24	2,36 [0,29-19,44] p=0,42	3,11 [0,06-165,11] p=0,57	1,00 [0,22-4,54] p=0,99	3,90 [0,06-234,11] p=0,51
Conjonctivite allergique	0,92 [0,10-8,56] p=0,94	1,77 [0,55-5,66] p=0,33	7,44 [0,94-58,82] p=0,06		1,40 [0,34-5,82] p=0,64	4,01 [0,07-230,63] p=0,50
Eczéma	0,22 [0,03-1,91] p=0,17	1,50 [0,53-4,27] p=0,45	3,12 [0,44-22,07] p=0,25		1,89 [0,53-6,73] p=0,32	2,82 [0,05-159,51] p=0,61
Migraine		0,19 [0,02-1,60] p=0,13			1,43 [0,18-11,28] p=0,73	

Utilisation de pesticides domestiques à moins d'un mois						
Arbres fruitiers	0,09 [0,003-2,66] p=0,16	0,29 [0,06-1,27] p=0,10	0,35 [0,02-7,67] p=0,50	4,18 [0,04-425,09] p=0,54	1,36 [0,20-9,01] p=0,75	
Plantes d'extérieur	0,67 [0,09-45,00] p=0,69	0,57 [0,20-1,67] p=0,30	0,40 [0,04-4,39] p=0,45	4,51 [0,18-113,02] p=0,36	0,92 [0,26-3,23] p=0,89	3,18 [0,51-19,81] p=0,21
Plantes d'intérieur	0,68 [0,01-8,33] p=0,86	1,07 [0,14-8,03] p=0,95			1,30 [0,05-32,78] p=0,87	
Insectes rampants	2,06 [0,51-8,33] p=0,31	1,71 [0,79-3,71] p=0,17	1,06 [0,27-4,20] p=0,93	1,33 [0,05-35,35] p=0,86	0,57 [0,20-1,60] p=0,28	1,03 [0,03-40,08] p=0,99
Insectes volants	1,74 [0,45-6,76] p=0,42	1,52 [0,71-3,26] p=0,28	0,98 [0,24-3,89] p=0,97	3,37 [0,10-116,15] p=0,50	0,35 [0,12-1,03] p=0,06	1,14 [0,03-44,49] p=0,94
Autres insectes du logement	22,53 [2,80-181,25] p=0,004	3,83 [1,10-13,31] p=0,03	0,30 [0,02-5,19] p=0,41		0,90 [0,15-5,28] p=0,91	
Mites	2,26 [0,33-33,03] p=0,40	2,54 [0,83-7,78] p=0,10	1,15 [0,20-9,05] p=0,90	0,59 [0,001-228,67] p=0,95	0,61 [0,11-3,27] p=0,56	4,06 [0,08-203,95] p=0,48
Animaux de compagnie	3,77 [0,28-51,52] p=0,32	1,49 [0,32-7,02] p=0,61	3,98 [0,14-112,72] p=0,41	0,82 [0,003-239,68] p=0,95	1,14 [0,31-4,21] p=0,84	
Poux	1,39 [0,27-7,27] p=0,69	1,72 [0,72-4,09] p=0,22	1,59 [0,32-7,89] p=0,56	1,17 [0,02-72,54] p=0,94	1,85 [0,62-5,55] p=0,27	3,30 [0,10-113,45] p=0,51

Symptômes VRI : Voies respiratoires inférieures VRI : Voies respiratoires supérieures, CUT : cutanés, ORO : œil/oreille, GEN : signes généraux, LEU : leurres.
OR calcul à l'aide d'un modèle logistique mixte à intercept aléatoire (proc NLMIXED version SAS 9.3), prenant en compte l'effet aléatoire attaché aux individus

4.4.2. Analyse multivariée

Les résultats de l'analyse multivariée logistique mixte à intercept aléatoire sont présentés dans les Tableaux 17 et 18.

➤ Concernant les adultes

Après prise en compte des tiers facteurs, il n'était pas observé d'augmentation du risque de manifestations sanitaires à court terme avec l'élévation des niveaux de folpel (Tableau 3). Des associations inverses étaient même observées, significatives pour les symptômes des voies respiratoires inférieures (OR =0,98 ; IC95% 0,96-0,99 ; p=0,02), et les symptômes ORO (OR =0,96 ; IC95% 0,94-0,98 ; p=0,0003).

➤ Concernant les enfants

Aucune association statistique n'était observée entre les manifestations sanitaires à court terme et le niveau d'exposition du folpel, après ajustement sur les facteurs de confusion potentiels. Bien que non significative, une association positive faible était observée avec le folpel pour les symptômes des voies respiratoires supérieures (OR =1,02 ; IC95% 0,98-1,06), les symptômes cutanés (OR =1,01 ; IC95% 0,97-1,06) et les signes généraux (OR =1,02 ; IC95% 0,98-1,06).

Tableau 17. Analyse multivariée du lien entre les troubles de santé et le niveau de fopel dans l'air ambiant chez les adultes, Phytoriv 2010

Manifestations sanitaires	Fréquence des symptômes	Nb Sujets	Univariée		Multivariée	
			OR [IC95%], p	Nb Sujets	OR [IC95%], p	Ajustement
Symptômes des voies respiratoires inférieures	23,8 %	646	0,98 [0,96-0,99] p=0,02	623	0,98 [0,96-0,99] p=0,02	Antécédents d'asthme.
Symptômes des voies respiratoires supérieures	44,4 %	646	0,97 [0,94-0,99] p=0,001	558	0,99 [0,97-1,00] p=0,10	Age ; ozone ; habite à moins de 100 m d'une exploitation agricole; traitements de plantes d'extérieur. Antécédents d'asthme, rhume de foin et eczéma.
Symptômes œil/oreilles	24,3 %	646	0,96 [0,94-0,98] p=0,0009	633	0,96 [0,94-0,98] P=0,0003	Antécédents de conjonctivites allergiques.
Symptômes et pathologies cutanés	12,1 %	644	0,95 [0,88-1,02] p=0,17	644	0,98 [0,91-1,05] p=0,1752	PM _{2,5}
Signes généraux	38,4 %	646	0,98 [0,96-1,01] p=0,19	576	0,99 [0,97-1,02] p=0,48	Sexe ; profession agricole ; PM _{2,5} ; traitements d'animaux de compagnie. Antécédents de rhume de foin, de migraine et de cardio-vasculaire.
Leurres	27,1 %	646	0,98 [0,95-1,01] p=0,32	566	0,99 [0,96-1,01] p=0,25	Antécédents cardio-vasculaires ; traitements de plantes d'extérieur.

OR ajusté calculé à l'aide d'un modèle multivarié logistique mixte à intercept aléatoire (proc NLMIXED version SAS 9.3), prenant en compte l'effet aléatoire attaché aux individus.

Tableau 18. Analyse multivariée du lien entre les troubles de santé et le niveau de folpel dans l'air ambiant chez les enfants, Phytoriv 2010

Manifestations sanitaires	Fréquence des symptômes	Nb Sujets	Univariée		Multivariée	
			OR [IC95%], p	Nb Sujets	OR [IC95%], p	Ajustement
Symptômes des voies respiratoires inférieures	20,0 %	170	0,96 [0,91-0,99] p=0,04	168	0,96 [0,88-1,04] p=0,34	Ozone ; autres traitements du logement
Symptômes des voies respiratoires supérieures	48,4 %	170	0,98 [0,96-1,00] p=0,08	168	1,02 [0,98-1,06] p=0,40	Age ; ozone ; PM _{2,5} ; antécédents de rhume de foin ; traitement d'arbre fruitiers, traitement contre les insectes rampants et les Mites.
Symptômes œil/oreilles	16,5 %	170	0,98 [0,94-1,02] p=0,42	170	0,98 [0,94-1,05] p=0,42	Aucun.
Symptômes cutanés	7,7 %	170	0,97 [0,90-1,05] p=0,46	170	0,97 [0,90-1,05] p=0,46	Aucun.
Signes généraux	18,8 %	170	0,98 [0,95-1,01] p=0,22	170	1,02 [0,98-1,06] p=0,26	Age ; ozone ; traitement contre les insectes volants ; habite à moins de 100 m d'une exploitation agricole.
Leurres	3,6 %	170	0,89 [0,78-1,03] p=0,11	170	0,89 [0,67-1,18] p=0,42	Ozone.

OR ajusté calculé à l'aide d'un modèle multivarié logistique mixte à intercept aléatoire (proc NLMIXED version SAS 9.3), prenant en compte l'effet aléatoire attaché aux individus.

5. Discussion

5.1. Principaux résultats

Le projet Phytoriv a été mené en Gironde au cours de l'été 2010 en vue d'étudier s'il existait une relation entre d'une part la survenue de manifestations aiguës de santé dans une population d'adultes et d'enfants vivant en milieu rural, et d'autre part des épandages de pesticides au cours de la période d'étude, au voisinage des zones d'habitat de cette population. Il s'agissait d'une étude réalisée dans deux communes girondines, l'une en zone viticole très exposée aux pesticides, l'autre en zone forestière non ou peu exposée aux pesticides. Cette étude comportait une enquête avec un relevé des symptômes (auto-questionnaire complété par un questionnaire posé en face à face par un enquêteur) et des mesures de la teneur atmosphérique en pesticides, complétées par un certain nombre de questions sur les expositions domestiques, professionnelles et des données sur la pollution atmosphérique (ozone et $PM_{2.5}$).

L'étude a montré la présence de fongicides à des taux mesurables dans l'air de la commune viticole, le principal étant le folpel. Ces taux ont augmenté au cours de la période d'épandage puis ont progressivement décliné. L'étude descriptive des symptômes a montré une fréquence plus élevée de certains groupes de symptômes dans la commune viticole par rapport à l'autre commune. Ces différences s'observaient principalement pour les symptômes des voies respiratoires supérieures chez les adultes et pour les signes généraux chez les enfants. L'étude de la relation entre les manifestations sanitaires et les niveaux d'exposition au folpel par une analyse multivariée n'a pas mis en évidence d'augmentation de risque. Des associations inverses, significatives mais modérées ont été observées chez les adultes avec les symptômes des voies respiratoires inférieures (OR=0,98 ; IC95% 0,96-0,99 ; p=0,02), et les symptômes des yeux et oreilles (OR=0,96 ; IC95% 0,94-0,98 ; p=0,0003). Aucune relation entre l'exposition et les symptômes n'a été mise en évidence chez les enfants.

En revanche des élévations de risque étaient observées avec certains usages de pesticides à l'intérieur du domicile, notamment pour traiter les plantes d'extérieur et mites chez les adultes et le traitement contre les autres insectes (acariens, puces de parquet, punaises de lit) du logement chez les enfants.

5.2. Limites et forces de notre étude

L'étude Phytoriv est une des seules aujourd'hui réalisées sur les effets sur la santé des expositions aux pesticides des riverains de zones agricoles en France. Une des forces de cette

étude réside dans la sélection de la population, qui visait à l'exhaustivité dans deux communes socio-démographiquement comparable. Ainsi l'échantillon de population était large, et a priori peu entaché de biais de sélection, même si, en dépit des efforts qui ont été faits pour joindre au téléphone les personnes éligibles un peu moins de la moitié de ces personnes a pu finalement être interrogé. En se basant sur des entretiens individuels, notre étude avait d'autre part l'avantage de prendre en compte les autres sources possibles d'exposition aux pesticides ainsi que des facteurs individuels possiblement associés aux symptômes. Elle a ainsi pu montrer que l'existence d'exposition professionnelle au cours de la période d'étude était très peu fréquente, et que les usages domestiques de pesticides était globalement comparable dans les deux communes étudiées. Il a également été possible de tenir compte du tabagisme et des antécédents médicaux, deux facteurs essentiels dans l'analyse de la santé respiratoire des individus.

L'étude Phytoriv présente néanmoins un certain nombre de limites qui peuvent en partie expliquer les résultats obtenus.

Ces limites qui constituent des biais potentiels portent d'abord sur les mesures de pesticides réalisées. En raison des moyens humains et matériels disponibles pour l'étude, les mesures ont été conditionnées par une liste socle de matières actives définies par les associations de surveillance de la qualité de l'air au niveau national et pour lesquelles les méthodes analytiques étaient disponibles et validées. Cependant cette liste, établie pour d'autres finalités, ne répondait pas parfaitement au contexte viticole girondin. Ainsi, parmi les 40 molécules retenues, onze seulement apparaissaient homologuées pour la vigne, parmi lesquels deux herbicides et neuf fongicides. Or, trois de ces fongicides (cyprodinil, pyriméthanil, fenhexamide) étaient destinés à lutter contre le botrytis, un traitement qui n'intervient qu'en fin de saison, généralement en septembre, c'est à dire après la période d'étude. De ce fait, seulement six molécules fongicides mesurées étaient réellement susceptibles d'être utilisées et donc détectées au cours de notre période d'étude (chlorothalonil, kresoxim-méthyl, tébuconazole, trifloxystrobine, diméthomorphe et folpel) auxquels s'ajoutaient deux insecticides (chlorpyrifos éthyl et fenoxycarbe) et deux herbicides (pendiméthaline et oxadiazon). D'autre part, d'autres pesticides pertinents pour la culture de la vigne, qui ne figuraient pas sur notre liste de référence n'ont pu être mesurés, comme les dithiocarbamates et les pyréthriinoïdes. Enfin, il faut noter qu'un seul pesticide, le folpel a pu être pris en compte dans les analyses compte tenu des faibles niveaux des autres molécules mesurées. Une autre limite importante de notre travail tient à l'échelle de temps hebdomadaire des prélèvements. Ceci tenait à des raisons pratiques, et notamment à la crainte de valeurs non

délectables à l'échelle d'une journée. De ce fait, il est possible que des variations infra-hebdomadaires de pesticides, à l'échelle de la journée, n'aient pas été identifiées par les mesures réalisées.

Une autre limite environnementale de l'étude tient dans la prise en compte de la pollution atmosphérique (teneurs en ozone et en $PM_{2,5}$). Pour notre analyse, nous n'avons pu disposer de mesures locales et nous avons dû utiliser des mesures fournies par le réseau Airaq et qui avaient réalisées à distance de la zone et en périphérie d'une agglomération urbaine. Par ailleurs, cette enquête a rencontré quelques difficultés pratiques dans le recueil des données épidémiologiques. Le recueil, effectué en période estivale s'est confronté aux départs en vacances d'une partie de la population, ne permettant pas pour toutes les personnes un recueil de symptômes sur une période de trois semaines comme le prévoyait le protocole.

5.3. Comparaisons avec les études précédentes

La mesure des pesticides dans l'atmosphère a montré des taux plus faibles que ceux observés dans les études antérieures réalisées dans les mêmes conditions dans la région étudiée. Ainsi, les niveaux de folpel relevés à Rauzan durant la période de l'étude en 2010 étaient plus de deux fois inférieures à ceux relevés sur la coopérative de cette même commune lors de la campagne de 2004 [162].

Nos résultats concernant l'impact sanitaire de l'espace des riverains rejoignent ceux des principales études réalisées en population générale. On peut citer par exemple les deux études, réalisées aux USA dans la ville de New York, qui n'avaient pas mis en évidence de relation entre l'exposition aux pesticides et les symptômes d'asthme. Ces études concernaient des vastes campagnes de démoustication avec des épandages par camion seul [165] et un épandage mixte [166] (camion-hélicoptère), l'indicateur sanitaire utilisé était les admissions pour asthme durant la période d'épandage. Cependant, toujours aux USA, une étude a mis en évidence durant la période de traitement, une augmentation significative de certains symptômes, parmi lesquels la fréquence de la toux ($RR=2,60$; $p<0,001$), et d'une respiration sifflante ($RR=3,04$; $p<0,01$) chez les riverains. Ces symptômes étaient significativement associés au fait d'avoir senti une odeur inhabituelle durant la période d'étude [167].

Dans notre étude, les expositions domestiques aux pesticides, notamment à l'intérieur du domicile (les traitements de l'environnement du logement contre les tiques/puces/poux..) étaient associées aux symptômes respiratoires déclarés chez les enfants. Dès les années 2000, l'US Environmental Protection Agency (EPA), a identifié deux sources importantes d'exposition des enfants aux pesticides : d'une part les modes d'utilisation des pesticides dans

les micro-environnements où les enfants passent du temps et d'autre part la distribution spatiale et temporelle des pesticides après l'application dans un cadre résidentiel [168]. Une étude récente de la cohorte CHAMACOS, publiée en 2015 en Californie [169], sur la relation de l'exposition des jeunes enfants aux pesticides organophosphorés sur la santé respiratoire pédiatrique, a aussi montré que les concentrations de métabolites de pesticides organophosphorés (phosphate dialkyle) mesurés dans l'urine d'enfants âgés entre 5 et 7 ans étaient associées chez ces enfants à des symptômes respiratoires et à de la toux induite par l'exercice dans l'année qui avait précédé l'étude (OR = 2,53; IC 95%: 1,32, 4,86 et OR = 5,40; IC 95%: 2,10, 13,91, respectivement). Une revue systématique avec méta-analyse des relations entre l'exposition domestique aux pesticides et la survenue d'une leucémie myéloïde chez l'enfant a montré à partir de 13 études cas-témoins publiées entre 1987 et 2009, que l'exposition résidentielle aux pesticides pendant et après la grossesse était associée positivement à la leucémie infantile, avec le risque le plus fort pour l'exposition pendant la grossesse (RR: 2,19, IC 95%: 1,92 à 2,50). Dans la même étude, il a été aussi montré que les risques estimés étaient plus élevés pour l'exposition intérieure (RR: 1,74, IC à 95%: 1,45 à 2,09) qu'à l'extérieur du logement et plus élevés pour l'exposition aux insecticides (RR: 1,73, IC 95%: 1,33 à 2,26) que pour l'exposition aux autres produits phytosanitaires [170]. Tous ces résultats soutiennent l'hypothèse que l'exposition résidentielle aux pesticides peut être un facteur de risque vis à vis des symptômes et/ou maladies infantiles. Ces résultats constituent un argument pour conseiller la mise en place de mesures préventives et éducatives et pour inciter à réduire l'utilisation des pesticides à des fins résidentielles et notamment pendant la grossesse.

6. Conclusion

Notre étude portait sur l'exposition environnementale aux pesticides des populations vivant à proximité de zones d'épandage en milieu rural. Nous n'avons pas observé une augmentation du risque de manifestation sanitaires aiguës chez les personnes exposées aux épandages de pesticides sur les cultures.

Ces résultats justifient la réalisation d'autres travaux pour mieux préciser les conséquences sanitaires de l'exposition environnementale aux pesticides pour les populations résidant à proximité des zones agricoles. D'ores et déjà, en s'appuyant sur les résultats des travaux réalisés sur des populations professionnellement exposées il apparaît essentiel de continuer la surveillance épidémiologique des populations potentiellement soumises à un risque

environnemental et de mieux documenter les niveaux de pesticides dans l'air, à la fois sur des échelles de temps plus fines, et pour des zones géographiques mieux caractérisées, prenant en compte de manière précise la distance par rapport aux épandages. En effet, ces niveaux apparaissent globalement bas comme l'a montré l'étude phytoriv, mais il semble utile de documenter l'étendue réelle des valeurs et les déterminants des niveaux pour mieux caractériser l'exposition des populations.

Par ailleurs, il semble nécessaire de mieux analyser les relations potentielles entre les symptômes déclarés et l'utilisation de pesticides à l'intérieur du domicile.

CHAPITRE 3. ETUDE PHYTO-NIGER

CHAPITRE 3. ETUDE PHYTO-NIGER

1. Introduction

1.1. Contexte et particularités de l'agriculture au Niger

Le Niger, vaste territoire sahélo-saharien d'une superficie de 1.267.000 km², est essentiellement un pays rural agricole : les villes concentrent seulement 18 % de la population. Selon le recensement de 2012, la population est de 17,1 millions d'habitants. Il s'agit d'une population jeune : 50 % de la population a moins de 15 ans [171]. Le taux de fertilité du Niger est l'un des plus élevés en Afrique au sud du Sahara, avec plus de 7 enfants par femme [172]. La densité de population est faible (12 personnes au km²) mais inégale sur le territoire : le nord occupé par le désert est pratiquement vide et la bande d'environ 200 km de large au sud du territoire où la pluviométrie est favorable à l'agriculture et à l'élevage connaît des phénomènes de saturation foncière, et concentre presque 90% de la population [173].

Le Niger a réalisé d'importants progrès visant à éliminer l'extrême pauvreté. Malgré ces efforts, la situation sociale reste encore préoccupante. En effet, le Niger est un des pays les plus pauvres du monde, se classant encore en 2013 au dernier rang mondial en termes d'indice de développement humain. Les deux tiers de la population vivent avec moins de 1,25 USD par jour, définition par la Banque mondiale de l'extrême pauvreté [172]. Parmi ces sujets soumis à une extrême pauvreté, la majorité vivent en milieu rural (63,9 %). Malgré les efforts réalisés, le volume des ressources nationales allouées aux secteurs sociaux reste encore très faible, 22,4 % du budget national pour l'éducation et 7,6 % seulement pour la santé [174].

En ce qui concerne l'organisation des soins, celle-ci est assurée au Niger par un réseau d'établissements structuré en 3 niveaux hiérarchisés [175, 176] :

i) Au niveau périphérique, 970 Centres de Santé Intégrés (CSI) auxquels sont rattachées 2404 Cases de Santé (CS) tenues par des agents de santé communautaire, auxiliaires des infirmiers (mais sans formation médicale de base, ni en soins infirmiers) offrent des soins de premier niveau. Les patients nécessitant des soins complémentaires (soins de 1ère référence) sont adressés vers 34 hôpitaux de district (HD), dont 26 sont équipés d'un bloc opératoire.

ii) Au niveau régional, les soins de 2ème référence sont assurés par 6 Centres Hospitaliers Régionaux (CHR), et 2 Maternités Régionales de Référence (MRR).

iii) Au niveau national, il existe 3 Hôpitaux Nationaux (Hôpital National de Niamey, Hôpital National de Lamordé, Hôpital National de Zinder) et une Maternité Nationale de Référence (Maternité Issaka Gazobi de Niamey) qui sont tous des Etablissements Publics à caractère Administratif (EPA).

Le secteur agricole emploie plus de 80% de la population, l'agriculture et l'élevage constituant la base de l'économie nationale au Niger [173].

Le climat est de type tropical sec avec deux saisons principales : une saison sèche caractérisée par de fortes chaleurs et une saison des pluies de mai à septembre. Du nord au sud, la pluviométrie varie de moins de 100 mm/an à 700-800 mm/an, divisant le pays en 4 zones agro-écologiques distinctes (figure 12) :

- une zone saharienne située au nord (77% de la superficie totale du pays), sèche et largement désertique, où prédominent les activités pastorales nomades et où l'agriculture est pratiquée dans des oasis dispersées;
- une zone saharo-sahélienne (12% de la superficie du pays) caractérisée par des conditions arides où prédominent des activités pastorales semi-nomades et une agriculture pluviale de subsistance;
- une zone sahélienne (10% de la superficie du pays) caractérisée par des conditions semi-arides à prédominance agro-pastorale et dominée par une végétation à base d'acacias;
- une zone soudanienne (1% de la superficie du pays), étroite bande de terre située le long des frontières du Bénin et du Nigeria, où le climat est propice à des activités agricoles intensives et où est localisée la quasi-totalité de l'agriculture irriguée du pays.

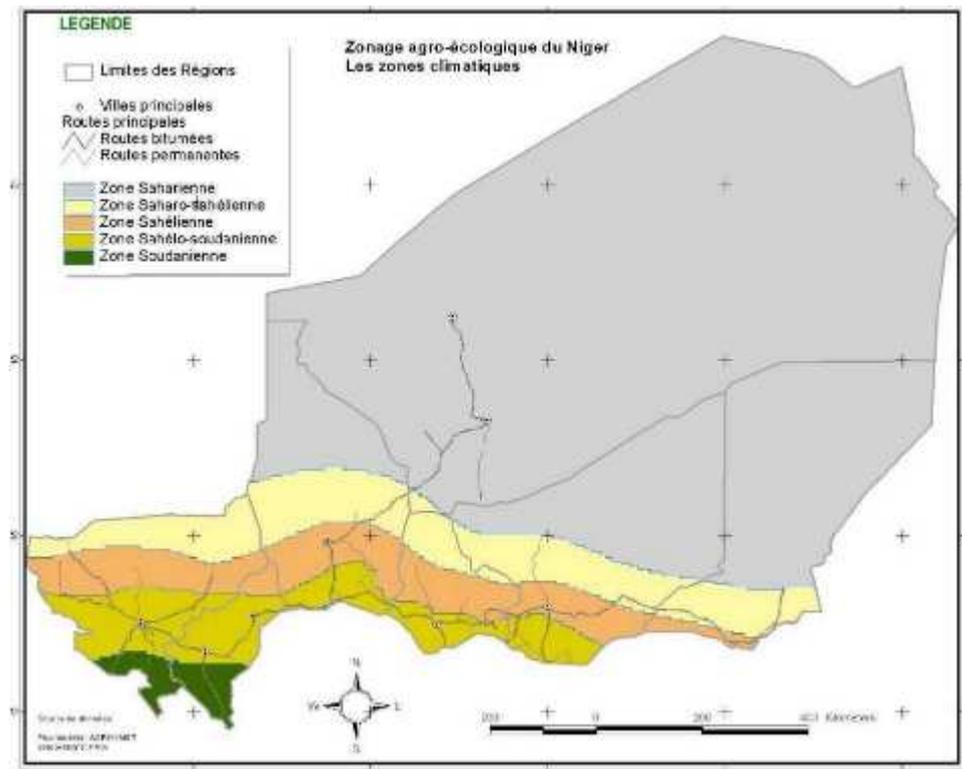


Figure 12. Zones climatiques du Niger

Source : Agrhymet

Les systèmes de production sont dominés par l'association agriculture-élevage. L'agriculture est essentiellement pluviale puisqu'à peine 2% des superficies cultivées bénéficient de l'irrigation à partir du fleuve Niger. L'activité agricole se fait sur des exploitations familiales de subsistance de taille réduite dévolues principalement aux cultures vivrières (mil, sorgho, niébé et manioc). Le riz et quelques autres productions de rente comme le maïs, le coton et l'arachide sont également cultivés.

Ainsi, le secteur agricole est fortement marqué par son caractère vivrier. Sur une superficie totale cultivée en 2011 d'environ 14 millions d'hectares, le mil occupe 46 % des emblavures, le sorgho 19 % et le niébé 30 %, avec peu de variation de ces pourcentages sur les cinq dernières années [173]. L'autre caractéristique de l'agriculture au Niger est sa forte dépendance vis-à-vis du régime des précipitations, dont les fluctuations annuelles et saisonnières expliquent largement la faiblesse des rendements et les fortes variations observées au niveau de la production agricole nationale. Pour une bonne année comme 2008, les rendements moyens des principales cultures se situent autour de 511 kg/ha pour le mil, 429 kg/ha pour le sorgho, et 295 kg/ha pour le niébé [176, 177].

La production des cultures céréalières en 2012 était estimée à 5,3 millions de tonnes dont 3,9 millions de tonnes de mil, 1,4 million de tonnes de sorgho, 5 400 tonnes de maïs et 5 900 tonnes de fonio (céréale « vêtue » analogue à l'orge et au riz cultivée en climat tropical). Ces chiffres incluent les productions céréalières de contre-saison estimées à 84000 tonnes de riz. La production céréalière en 2012 était en hausse de 53% par rapport à 2009, et de 8,5% par rapport à 2008, une année exceptionnelle. Seule la production du riz était en recul à partir de 2009 notamment à cause des conditions climatiques (sécheresse en 2009) et inondations durant les mois de juillet et août les autres années. En ce qui concerne les légumineuses, la principale production était celle du Niébé en période pluviale, production estimée à 1,3 millions de tonnes en 2012 contre 786 800 tonnes en 2009 et 1,5 millions de tonnes en 2008. Le tableau 19 ci-dessous présente les productions des principales cultures sur la période 2008-2012 [136, 178].

Tableau 19. Principales productions agricoles en milliers de tonnes, Niger (années 2008-2012)

Cultures en milliers de tonnes	2008	2009	2010	2011	2012
Céréales					
Mil	3489,4	2677,9	3837,5	2760,9	3862,2
Sorgho	1311,1	738,7	1301,8	770,3	1375,7
Maïs	6,1	20,1	30,0	12,2	5,4
Riz paddy	32,0	1,4	9,4	6,4	8,4
Fonio	5,3	3,2	5,5	5,0	5,9
<i>Total céréales</i>	<i>4844,0</i>	<i>3441,2</i>	<i>5184,2</i>	<i>3554,8</i>	<i>5257,6</i>
<i>(Variation)</i>	-	<i>(-29,0%)</i>	<i>(7,0%)</i>	<i>(-26,6%)</i>	<i>(8,5%)</i>
Légumineuses					
Niébé	1548,1	786,8	1773,6	1568,8	1329,5
Voandzou	21,2	30,2	27,5	22,1	32,7
Tubercules					
Manioc	-	-	113,0	97,8	107,3
Patate douce	-	-	51,2	56,2	78,0
Pomme de terre	-	-	35,7	26,4	59,0

Selon les statistiques du Niger 2011 et 2013

1.2. Situation phytosanitaire

La situation phytosanitaire dépend des conditions climatiques et environnementales. Au cours de ces dernières années, on a noté des attaques de pucerons (*Aphis sp*) sur le niébé et l'arachide, des infestations d'insectes floricoles (*Rhyniptia infuscata*, *Pachnoda interrupta*, *Dysdercus völkeri* et les Mylabres) sur le mil en floraison, de la mineuse de l'épi de mil

(*Heliocheilus albipunctella*), de cicadelles (insectes) sur le sorgho et le mil, de criocères (insectes) sur le mil, des attaques d'acridiens, principalement les sautériaux (*Oedaleus senegalensis*, *Acrotylus sp*, *Kraussaria anguilifera* et *Catantops sp*) et les criquets pèlerins (lors des épisodes d'invasion : été 1988, 2004 et 2012), et d'oiseaux granivores principalement le mange mil (*Quelea quelea*). A cela s'ajoutent des attaques des ravageurs des denrées entreposées tels que les bruches sur le niébé et les charançons sur le riz [173]. Tous ces ravageurs de céréales cultivées au Niger en hivernage, de juin à octobre, causent des pertes de semis et des pertes de production à l'origine de certaines baisses de rendements observées. Selon un rapport de la FAO publié en 2013, 164 278 ha de cultures ont été infestés en 2010/2011, contre une moyenne de 400 000 à 500 000 ha infestés chaque année au cours des 5 dernières années [173]. Face à ces différents fléaux qui peuvent ruiner les récoltes et engendrer des famines, avec l'évolution incertaine des saisons des pluies et la diminution drastique des apports du fleuve Niger depuis les années 1970, les pesticides ont été introduits dans les pratiques culturales depuis cette période [179].

Les pesticides autorisés

Les pesticides utilisés au Niger sont depuis 1994 homologués par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP) du CILSS [48]. Pour être autorisées, les spécialités commerciales contenant des pesticides doivent être inscrites sur une liste « positive ». Le CSP se réunit en session ordinaire deux fois par an à l'Institut du Sahel, à Bamako/Mali où la liste des pesticides homologués est publiée chaque six mois. Il est composé i) d'experts sahéliens spécialistes dans les différentes disciplines de la protection des végétaux, de la toxicologie, de l'éco-toxicologie et de la chimie, ii) de représentants des organisations agricoles régionales en Afrique, iii) de représentants des organisations des Nations Unies (FAO, OMS). Depuis 1994 sept cents dossiers ont été examinés par le CSP.

Il est prévu que cette instance d'homologation évolue pour devenir le « Comité Ouest africain d'homologation des pesticides » (COAHP) [180]. Ce nouveau Comité d'homologation a été créé en 2012, et est chargé d'exécuter la réglementation commune sous la tutelle directe de la commission de la CEDEAO à Abuja.

Un Règlement d'exécution portant création du Comité Ouest Africain d'Homologation des Pesticides (COAHP) a été adopté le 4 juin 2012. Le COAHP a pour mission d'assister la Commission dans la mise en oeuvre de la réglementation commune en matière d'homologation des pesticides dans l'espace CEDEAO. A cette fin, le COAHP contribuera à la définition des exigences techniques relatives à la préparation des dossiers d'homologation

des pesticides et aux expérimentations requises et émettra des avis après évaluation des dossiers d'homologation des pesticides proposés à l'utilisation ou à la commercialisation dans les Etats membres. Le COAHP est subdivisé en deux sous-comités pour améliorer son fonctionnement : le Sous-comité Zone sahélienne, basé à Bamako, avec 7 Etats membres : Burkina Faso, Cap-Vert, Gambie, Guinée-Bissau, Mali, Niger et Sénégal et le Sous-comité Zone humide, basé à Accra avec 8 Etats membres : Bénin, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinée, Liberia, Nigeria, Sierra Leone et Togo.

La dotation en pesticides pour 2010-2011 s'élève à 120 000 litres provenant de l'Etat nigérien. Au 20 septembre 2010, la Direction générale de la protection des végétaux disposait d'un stock de 37 995 litres de pesticides homologués comme indiqué dans le tableau 20 ci-dessous.

Tableau 20. Stocks de pesticides en septembre 2010, Niger

Spécialité commerciale	Stocks (l)	Classe OMS *	Matière(s) active(s)	Voie de pénétration	Domaines d'utilisation
TRACKER 16,5 UL	9400	III	Tralométhrine (16,5 g/l)	Orale	autorisé contre les locustes et contre les insectes du cotonnier et des cultures maraîchères
PYRICAL 480 UL	8000	II	Chlorpyrifos-ethyl (240 g/l)	Orale	autorisé contre les acridiens
PYRICAL 240 UL	5000	II	Chlorpyrifos-ethyl (240 g/l)	Orale	autorisé contre les acridiens
FYFANON 925 UL	13200	III	Malathion (925 g/l)	Orale	autorisé contre les locustes et les sautériaux
KARATE 0,8 EC	2140	II	Lambda-cyhalothrine (8 g/l)	Orale	autorisé contre les ravageurs du cotonnier, des fruits et légumes, du maïs, du sorgho, du soja, et du niébé
KARATE 5 EC	255	II	Lambda-cyhalothrine (50 g/l)	Orale	autorisé contre les ravageurs du cotonnier, des fruits et légumes, du maïs, du sorgho, du soja, et du niébé

Source: Direction générale de la protection des végétaux

* La classification OMS des pesticides comprend cinq niveaux : catégories IA (extrêmement dangereux), IB (très dangereux), II (modérément dangereux), III (peu dangereux) et UH (sans risque en utilisation normale).

Les pesticides non homologués

On retrouve aussi sur le marché national certains pesticides non homologués provenant des pays limitrophes, notamment le Nigeria ou le Ghana, qui ne sont pas soumis à la réglementation du CSP. Au mois de septembre 2013, à l'occasion d'un atelier organisé par le réseau des Chambres d'Agriculture du Niger, il était signalé que parmi les 111 produits commerciaux insecticides ou pesticides qui avaient été recensés, seuls dix avaient été

homologués par la CSP [181]. C'est le cas par exemple du Thioral (*Heptachlore 25 % Thiram 25 %*) qui est couramment utilisé dans la protection des semences au Niger, de l'endosulfan et de la perméthrine. D'autres produits enfin ont été recensés qui ne correspondent à aucune des catégories chimiques considérées comme pesticides ou insecticides et sont considérés comme de « faux produits » tels que : un faux carbofuran, ou le Bisultap vendu comme insecticide et qui proviendrait de Chine, sans aucune référence. On estime qu'environ 90 % des produits utilisés par les producteurs (hors produits utilisés pour la lutte antiacridienne qui sont directement commandés par les services techniques de l'Etat) et en vente sur le territoire du Niger proviendraient du Nigeria et du Ghana [182, 183]. La liste des pesticides autorisés au Ghana comprend plus de 200 produits, celle du Nigeria plus de 400 produits, homologués en « Zone Humide » des pays côtiers d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Nigeria, Togo, Côte d'Ivoire et Ghana) avec un climat plus favorable à la culture des Tubercules (l'igname, le manioc, la pomme de terre) et aussi aux cultures de rente ou aux « culture d'exportation » (le café, le cacao, le coton et l'huile de palme d'origine coloniale) que les zones sahéliennes, où la pluviométrie est réduite.

Il n'est donc pas facile à ce jour d'établir un inventaire précis des pesticides réellement disponibles sur le marché nigérien. De plus, on ne dispose pas d'information facilement accessible sur la provenance exacte des pesticides utilisés au Niger à partir des pays voisins, certains pays provenant de la Chine.

1.3. Justification de l'étude

Au Niger, les productions agricoles contribuent pour 31% aux recettes d'exploitation du pays, c'est-à-dire presque autant que le secteur de l'uranium (32%). On estime que la "ruralisation" de l'économie nigérienne se renforcera de plus en plus, puisqu'elle produit environ 42% du produit intérieur brut (PIB) dont 27 % proviennent des cultures, 10 % de l'élevage et 4 % de la pêche et des forêts [177]. Durant la saison des pluies de juin à septembre, des traitements pesticides sont utilisés dans l'agriculture notamment pour lutter contre les sauterelles et autres ravageurs des cultures. De ce fait, on peut estimer que l'utilisation non contrôlée de ces pesticides est susceptible de s'accroître parallèlement au développement de l'agriculture.

En cas d'attaque massive par les parasites des végétaux, les traitements avec les produits de lutte contre les ennemis des cultures vivrières pluviales sont directement réalisés par l'Etat. Pour l'essentiel, il s'agit d'insecticides et des produits de lutte anti-aviaire figurant dans la liste des produits autorisés par le CSP (voir tableau 1). Au niveau des coopératives,

l'approvisionnement se fait auprès des distributeurs agréés basés surtout à Niamey. Néanmoins, une grande partie des pesticides utilisés en zone humide, les herbicides notamment, sont acquis à travers le circuit informel, soit auprès des commerçants non détenteurs d'agrément sur les marchés locaux, soit auprès d'émigrés basés au Ghana, au Bénin et au Nigéria qui envoient les produits homologués « Zone humide » à leurs parents au Niger. Ainsi, les agriculteurs, se fournissent pour la plupart en pesticides non homologués ou interdits de vente par ces circuits de distribution parallèles. De ce fait des incertitudes existent concernant la sécurité des produits qu'ils se procurent et utilisent sur les cultures. Ces incertitudes concernent également la population non agricole potentiellement exposée aux activités agricoles du fait de la résidence à proximité de champs traités et de la contamination de l'alimentation ou de l'eau par des résidus (réutilisation de récipients ayant contenu des pesticides pour le stockage de l'eau ou de substances alimentaires). D'autres expositions s'y ajoutent, notamment l'utilisation d'insecticides pour lutter contre des vecteurs de maladies. En effet, les populations utilisent, de plus en plus de nouvelles moustiquaires imprégnées d'insecticides de longue durée (MIILD), qui dégagent en continu des insecticides de la famille des pyréthrinoïdes de synthèse (deltaméthrine) afin d'éloigner et tuer les moustiques.

L'impact de ces usages agricole et domestiques sur la santé de la population nigérienne n'a jusqu'à présent pas été étudié.

Dans le cadre de notre travail de thèse, nous avons mis en place une étude de terrain au Niger visant à comparer des paramètres de santé de deux populations vivant en zone rurale, l'une en zone sahélienne (avec surtout des activités d'élevage et une faible utilisation de pesticides pour les cultures), l'autre en zone sub-tropicale agricole (où l'utilisation de pesticides sur les cultures est courante). Notre hypothèse de recherche est que les populations vivant en zone agricole sub-tropicale pourraient développer des symptômes et pathologies respiratoires en lien avec les pesticides, plus fréquemment que les populations sahéliennes, non exposées à ces substances.

2. Objectif

L'objectif de cette étude exploratoire (Projet PhytoNiger) était de décrire la santé respiratoires en population rurale, dans deux zones : l'une dédiée aux cultures vivrières, et l'autre agropastorale, et d'étudier un lien potentiel avec l'utilisation de pesticides sur les cultures.

3. Méthodes

Cette étude exploratoire s'est inspirée du projet PhytoRiv mené en Aquitaine en l'adaptant aux conditions et contraintes de la situation locale.

Le projet a été coordonné et supervisé localement par moi-même (Ali Mamane) et soutenu localement par des enquêteurs agents de santé de base (Attahirou Mamidou, Zakari Nouhou à Agropastorale et Garba Siradjou, Razak Yayé à Agricole) qui ont mené les entretiens en face à face (collecte de données par questionnaires) et réalisé des mesures anthropométriques et des mesures du souffle. Le soutien logistique a été fourni par l'équipe Santé Travail Environnement, Centre INSERM U897, de l'Institut de santé Publique Epidémiologie et Développement (ISPED) de l'Université de Bordeaux (France).

3.1. Type d'étude

Il s'agit d'une étude de type « exposé / non-exposé » destinée à connaître les pratiques agricoles potentiellement exposantes aux pesticides ainsi que d'autres caractéristiques individuelles des habitants des zones concernées, ainsi que l'éventuelle survenue de symptômes respiratoires au cours des deux types de saison (saison des pluies et saison sèche). De plus, des mesures du souffle ont été planifiées pour permettre d'objectiver les éventuelles atteintes respiratoires.

3.2. Zone d'étude

L'enquête s'est déroulée auprès de foyers résidant dans les communes de Gaya (Région de Dosso) située en zone sub-tropicale, à l'agriculture vivrière, et de Filingué (Région de Tillabéry) en zone sahélienne dédiée au pastoralisme (Figure 13). Les deux communes ont été choisies pour leur contexte agricole et climatique contrasté, et également pour leur proximité géographique, entre elles et avec la capitale, Niamey, en vue de faciliter l'organisation logistique de l'étude.



Figure 13. Implantation des deux zones de l'enquête PhytoNiger 2013.

Le secteur de Filingué : zone agropastorale

Cette commune rurale comprend dix-huit villages dispersés sur un territoire d'environ 4000 km² et se situe en plein Sahel (région de Tillabéry) en zone agro-pastorale (association agriculture-élevage) où la pluviométrie est en moyenne de 300 mm/an (figure 14). L'insuffisance de la pluviométrie et son inégale répartition spatiotemporelle rendant aléatoires les cultures pluviales ont pour conséquence la monoculture du mil et de l'association mil-niébé, avec des rendements généralement très bas. Au cours des cinq dernières années, il a été noté une progression continue des superficies des principales cultures. Cependant, les rendements moyens enregistrés sur les principales céréales sont en général très faibles, notamment sur le mil (461 kg/ha pour la campagne 2008) [178].

Le secteur de Gaya : zone agricole

Cette commune rurale se situe en zone soudanienne, au sud du Niger (figure 14). Il s'agit d'une des régions les plus favorisées climatiquement (la plus arrosée du Niger : 850 mm/an). Cette commune est située dans un département disposant d'énormes potentialités agricoles. Les superficies cultivables sont estimées dans ce département à 290 780 ha, pour une superficie totale de 4044 km². L'agriculture de cette région se caractérise par :

- **Les cultures pluviales pendant l'hivernage :** celles-ci sont réalisées durant la saison pluvieuse allant de juin à septembre et concernent essentiellement le mil et le sorgho en association avec le niébé et l'arachide. Selon les chiffres fournis par l'Office statistique de la Direction agricole, le rendement moyen à l'hectare du mil durant les cinq dernières années est de 658 kg/ha et celui du sorgho de 600 kg/ha. Ces rendements sont supérieurs à la moyenne nationale pour cette période, qui est autour de 496 kg/ha pour le mil, 351 kg/ha pour le sorgho.

- **Les cultures de contre-saison :** Celles-ci sont effectuées en saison sèche d'octobre à mai et concernent surtout les cultures maraîchères (choux, laitue, patate douce, pomme de terre et niébé).

La proximité des frontières du Nigéria et du Bénin favorise un flux d'échanges de produits manufacturés, ainsi que d'intrants agricoles venant du Nigéria contre des produits de l'agriculture et de l'élevage du Niger.

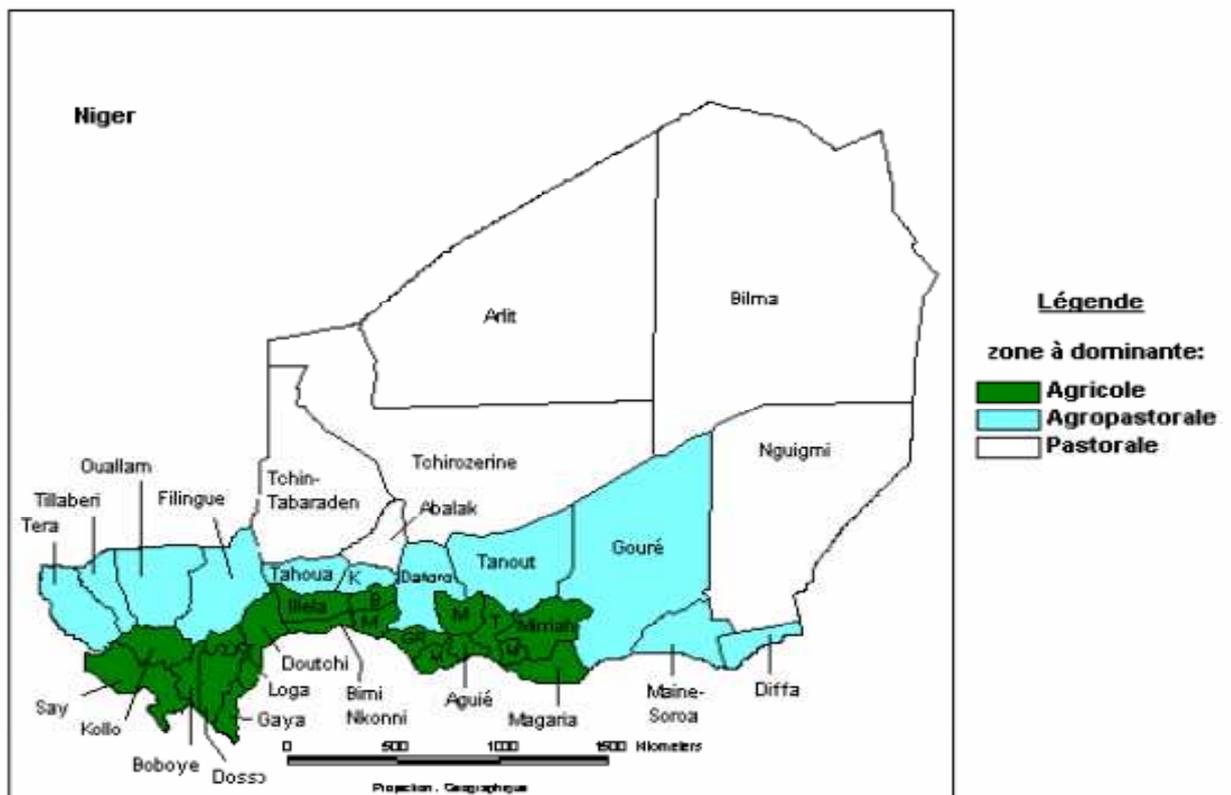


Figure 14. Carte des zones agricoles du Niger
Source : Système d'Alerte Précoce (SAP) Niger

3.3. Les populations et le recrutement

L'enquête s'est appuyée sur les Centres de Santé intégrés (CSI) mentionnés au début avec l'aide des infirmiers responsables. En l'absence d'un recensement préexistant, deux listes ont été constituées à partir d'un recensement porte à porte réalisé par l'équipe ayant réalisé l'enquête : une liste « G » correspondant aux foyers résidant dans la commune de Gaya et une liste « F » correspondant aux foyers résidant dans la commune de Filingué.

Lorsqu'un foyer était inclus dans l'étude, toutes les personnes du foyer étaient éligibles si elles remplissaient les critères d'inclusion suivants :

- être âgé de sept ans ou plus
- résider dans la zone d'étude sélectionnée
- être présent au moins pendant la période d'enquête

Un consentement éclairé écrit était demandé aux chefs du foyer et un consentement oral aux autres membres du foyer adultes ou aux parents des mineurs inclus dans l'étude.

Nous avons considéré le foyer comme étant l'ensemble des membres qui:

- mettent en commun tout ou partie de leurs ressources ;
- mangent le repas préparé sur un même feu ;
- reconnaissent l'autorité d'une même personne appelée « chef du foyer » ;
- vivent ensemble dans le même logement (concession), un foyer pouvant renfermer plusieurs familles nucléaires.

Avant le début de l'enquête, un contact a été pris personnellement par le coordinateur de l'étude (AM) avec le chef de famille de chacun des foyers du village. Tous les foyers des villages ont accepté de participer dans la mesure où le chef du village avait été d'accord et ont été visités par une équipe, les enquêteurs connaissant tous les chefs de famille. Cette visite au chef de famille a permis de lui exposer les modalités de l'enquête et de recueillir les informations suivantes :

- le nom de la personne répondante,
- le nombre total de personnes dans le foyer avec statut familial et âge,
- le nombre et l'identification des personnes du foyer répondant aux critères d'inclusion,
- la prise de rendez-vous pour la visite d'un enquêteur afin d'administrer les questionnaires et de réaliser la mesure de la fonction respiratoire.

En définitive, 78 foyers ont été inclus dans les deux communes : 34 à Gaya et 44 à Filingué.

3.4. Recueil des données

Afin de réaliser l'enquête de terrain, deux enquêteurs ont été recrutés dans chaque zone parmi les agents auxiliaires des CSI. Les enquêteurs ont participé au préalable dans chaque zone à une journée de formation à l'interrogatoire par questionnaire et à la réalisation des différentes mesures. Le questionnaire étant rédigé en français mais devant être posé dans la langue locale de chaque zone (haoussa à Filingué et djerma à Gaya), des exercices de traduction ont été réalisés de manière à ce que la formulation de chaque question ne subisse aucune modification lors de l'interrogatoire des sujets en langue locale. Après avoir suivi une formation, les visites à domicile ont été effectuées par les enquêteurs.

Le recueil des données individuelles a eu lieu du 26 août au 25 septembre 2013 (tableau 21) correspondant à l'hivernage ou saison des pluies, où se font les semences et la récolte. La saison des pluies a été choisie car c'est à cette période que les terres sont mises en culture et que l'épandage des pesticides est principalement réalisé.

Tableau 21. Calendrier du déroulement de l'enquête PhytoNiger, 2013

	26 août							2 septembre							9 septembre							16 septembre							23sept		
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
Informations des chefs CSI et autorités coutumières																															
Formation des enquêteurs																															
Enquête de terrain : recueil des données de santé et de mesures																															

en jaune zone agropastorale, en vert zone agricole

Les données suivantes ont été collectées à l'aide d'un questionnaire pour chaque sujet participant (Annexe 5). Les questionnaires ont été posés aux adultes et aux parents des enfants inclus dans l'étude, par deux enquêteurs, sous la supervision du doctorant, au domicile des sujets. Ces données portaient sur :

➤ **Les caractéristiques environnementales du foyer**

- Utilisation domestique et/ou professionnelle de pesticides
- Utilisation de la biomasse pour la cuisson des aliments
- Présence de fumeurs dans le ménage

➤ **Les caractéristiques individuelles de chaque membre du foyer**

- Caractéristiques sociodémographiques et professionnelles
- Mesures anthropométriques (Annexe 6):
 - Poids mesuré à l'aide d'une balance pèse-personne
 - Taille mesurée à l'aide d'une toise
- Des données sanitaires au cours des douze derniers mois correspondant aux trois saisons du pays : la saison pluvieuse (juin-septembre), la saison froide (octobre-février) et la saison chaude (mars-mai):
 - Manifestations respiratoires : asthme, sifflements, sensation d'étouffer, toux, réveil nocturne par une crise de toux, toux sans rhume
 - Symptômes ORL : irritation oculaire et nasale (nez qui coule, ou nez bouché)

Deux variables complémentaires avaient été ajoutées : l'existence d'un paludisme et celle d'une tuberculose. Le paludisme dont on connaît la fréquence plus élevée en zone agricole du fait de l'humidité (notamment voisinage du fleuve Niger) favorable au développement des anophèles. Cette question était en outre destinée à vérifier la cohérence des réponses au questionnaire. Il en était de même pour la question sur la tuberculose. Malheureusement l'absence de registre de la tuberculose et de fiabilité des réponses des personnes dans les centres de santé des zones étudiées n'ont pas permis de disposer d'information sur cette dernière maladie.

Pour ce qui est du recueil des manifestations respiratoires, nous n'avons retenu dans notre analyse que la présence d'un asthme confirmé par un personnel de santé. Pour les symptômes

eux-mêmes, dans la séance de formation des enquêteurs, on a recherché avec eux l'équivalent en langue locale des termes : étouffement, sifflements, toux, irritation de l'œil et irritation du nez (nez bouché ou nez qui coule).

Il avait été aussi prévu de réaliser dans cette étude une mesure du souffle (Debit de pointe, DEM25-75, DEM instantanés à 25, 50 et 75% de la capacité vitale, VEMS et Capacité vitale forcée) avec un spiromètre informatisé modèle Spirobank. Ces mesures ont pu être réalisées par les enquêteurs chez 103 sujets en zone agricole et 63 sujets en zone agropastorale. Les résultats de ces mesures ne seront pas présentés dans cette thèse, l'étude de validation des données recueillies étant encore en cours. Ils figureront dans la publication prévue de cette étude.

3.5. Analyse des données

Les données ont été saisies à partir des questionnaires papier par le coordinateur (AM) sur le logiciel Epi Info 3.5.1. (EpiData), enregistrées sous excel puis vérifiées et corrigées avant l'exploitation. Les valeurs aberrantes (âge, poids et taille) ont été écartées. Nous n'avons pas remplacé les valeurs devenues manquantes pour ces paramètres anthropométriques.

Nous avons dans un premier temps décrit les caractéristiques des sujets, dans chacune des zones de l'étude. Les différences éventuellement mises en évidence lors de cette analyse univariée ont été prises en compte et ont été incluses systématiquement dans les différents modèles lors de l'analyse. Les variables qualitatives ont été comparées dans les deux zones au moyen de tests exacts de Fisher, tandis que les variables quantitatives l'ont été au moyen de tests de chi². Les différentes régressions logistiques ont d'abord été réalisées sans ajustement sur d'éventuels cofacteurs. L'ajustement a ensuite consisté à introduire dans chaque modèle les cofacteurs identifiés lors de l'analyse univariée et les éventuels biais de confusion connus pour les symptômes étudiés : âge, sexe, niveau d'études, statut tabagique et autres expositions aux pesticides.

Des analyses séparées ont été réalisées afin de tenir compte d'une éventuelle sensibilité particulière des enfants et des adultes. Les analyses ont été réalisées sous le logiciel SAS 9.3.

3.6. Considérations éthiques

Les inclusions dans l'étude ont été faites après recueil individuel du consentement éclairé du chef de famille. La procédure de consentement incluait une note d'information et un formulaire de consentement éclairé, traduit en haoussa et en djerma.

4. Résultats

4.1. Descriptif des données recueillies

4.1.1. Données manquantes

Parmi les variables d'ajustement, seule la variable taille présentait un certain nombre de données manquantes. En effet, pour les 471 adultes interrogés, onze avaient des mesures de la taille incohérentes par rapport à l'âge (8 individus en zone agropastorale et 3 individus en zone agricole) soit une proportion de 2,3 % de la population adulte. Concernant les 229 enfants, 48 d'entre eux avaient aussi des mesures de la taille incohérentes par rapport à l'âge, ce qui représente un pourcentage relativement grand par rapport à la population d'enfants (16,6 %). Toutes ces données incohérentes ont été exclues de l'analyse et considérées comme des données manquantes. Les données manquantes concernant les enfants étaient plus nombreuses en zone agropastorale 30,4 % (38 sur 125 enfants).

4.1.2. Description des ménages (tableau 22)

Le tableau 16 présente les principales caractéristiques des ménages de l'étude. Au total 78 foyers constituaient notre échantillon avec 44 (56,4 %) foyers en zone agropastorale (Filingué) et 34 (43,6 %) en zone agricole (Gaya). Les foyers comportaient un nombre important de membres, un ménage comptant en moyenne $13,3 \pm 7,5$ personnes, ce nombre variait entre 2 et 29 personnes dans les 2 zones. La totalité des membres de la famille résidait dans le ménage depuis leur naissance et pour les femmes depuis leur mariage. L'essentiel des foyers étaient dirigés par des hommes (souvent le grand-père, ou le frère aîné vivant). La majorité des foyers (91 %) vivaient regroupés dans des villages mais 9 % des foyers (tous en zone agricole) résidaient directement sur des exploitations familiales de subsistance, presque exclusivement consacrées aux cultures vivrières (mil, sorgho, maïs, riz). Dans les deux zones étudiées, les personnes appartenant aux foyers faisant l'objet de l'enquête ont affirmé qu'aucun traitement des cultures par les pesticides n'avait été effectué au cours de la saison des pluies (juin-septembre). Chaque foyer vivait dans une concession entourée d'une haie ou d'un mur dans laquelle étaient édifiées plusieurs unités d'habitation. Ces unités d'habitation étaient soit des cases (« paillottes ») dans 14,1% des cas, soit des maisons en banco (habitation en terre) dans 37,2 % des cas, avec une prédominance de ce dernier type d'habitation en zone agricole (50 % en zone agricole vs 27,3 % en zone agropastorale). Enfin il pouvait exister aussi des concessions avec un habitat mixte (cases et maisons en banco)

dans 48,7 % des cas. La capacité d'hébergement des logements a été évaluée de manière subjective en raison de l'impossibilité de disposer de mesures de la surface des logements. Les logements étaient jugés spacieux par les personnes interrogées dans 84,6 % des cas.

Quelle que soit la zone, presque tous les foyers utilisaient une lampe à pile pour l'éclairage des logements, une seule famille (celle de l'instituteur) disposait d'un groupe électrogène en zone agricole. Le repas était préparé dans un espace à l'air libre à l'extérieur de la case ou de la maison. La cuisson des aliments se faisait en utilisant exclusivement le bois comme combustible.

En ce qui concerne les pesticides, 87,2 % des foyers en avaient utilisé au moins un dans la maison durant la saison des pluies (période de l'étude) ; un nombre moyen de $1,2 \pm 0,4$ produits avait été utilisé par foyer. Il s'agissait d'insecticides pour la lutte contre les mouches et les moustiques dans la plupart des cas, mais aussi de raticides contre des rongeurs dans un nombre moindre de cas. En effet pour lutter contre ces derniers, les foyers disposaient le plus souvent de chats, un moyen de lutte particulièrement efficace, notamment contre les souris. Concernant les produits utilisés, 70,9 % des foyers ont rapporté avoir utilisé un insecticide en poudre : Rambo. Les étiquettes ne mentionnent que le nom de la matière active (perméthrine) et un conseil d'application : saupoudrer les surfaces et passages habituels des insectes. Il n'est mentionné aucune dose à respecter et pas d'informations sur la toxicité du produit. L'utilisation d'un insecticide liquide : Piya-Piya a été signalée par 25,5 % des foyers. Il n'a pas été possible de connaître la composition chimique de cet insecticide très répandu au Niger ce produit est différent des insecticides régulièrement vendus dans les grandes surfaces. Ceux-ci étaient utilisés par 3,6 % des foyers sous forme de spray (bombe aérosol) et des spirales anti-moustiques dont la matière active est principalement de la perméthrine et le piperonyl-Butoxyde.

Les étiquettes collées sur les emballages révélaient que les insecticides provenaient d'horizons divers. Certains venaient, de la sous région, (Nigeria, Ghana, Côte d'Ivoire) alors que d'autres provenaient de beaucoup plus loin, notamment des pays asiatiques comme la Chine, l'Inde, l'Indonésie, la Thaïlande etc. Tous ces produits avaient pour point commun, leurs coûts relativement abordables et leur accessibilité.

La quasi totalité des foyers (97,4 %) avaient utilisé des produits pour parfumer leur habitation ; le plus souvent ; il s'agissait d'encens brûlé (89,7 %), de diffuseurs de parfums achetés dans le commerce (2,6 %), ainsi que des plantes aromatiques (3,8 %).

Parmi les foyers 27,3 % comportaient au moins un fumeur en zone agropastorale (Filingué) et 17,6 % en zone agricole. Il faut signaler par ailleurs que dans la zone agricole (Gaya), beaucoup de villageois allument des feux de brousse à proximité des habitations au coucher du soleil pour se protéger des moustiques car la fumée les éloigne (Annexe 6).

Tableau 22. Caractéristiques des foyers, Phytoniger 2013

Les ménages	Total 78 (100,0)	Agropastorale 44 (56,4)	Agricole 34 (43,6)	p*
<i>Taille des foyers (n=78)</i>				0,07
nombre moyen de personnes (±ET)	13,3 (± 7,5)	11,9 (±6,7)	15,1 (±8,2)	
médiane [min-max]	13 [2-29]	11 [2-27]	16,5 [3-29]	
% des enfants dans l'étude	32,7	32,8	32,6	
<i>Résidence dans une exploitation agricole (n=78)</i>				0,005
non	72 (92,3)	44 (100,0)	28 (82,4)	
oui	6 (7,7)	0	6 (17,6)	
<i>Type d'habitation (n=78)</i>				0,20
Cases	11 (14,1)	7 (15,9)	4 (11,8)	
Bancos	30 (38,5)	13 (29,5)	17 (50,0)	
Habitat mixte	37 (47,4)	24 (54,6)	13 (38,2)	
<i>Jugement sur la qualité de l'habitat (n=78)</i>				0,88
petit	12 (15,4)	7 (15,9)	5 (14,7)	
spacieux	66 (84,6)	37 (84,1)	29 (85,3)	
<i>Tabagisme dans le ménage (n=78)</i>				0,32
non	60 (76,9)	32 (72,7)	28 (82,4)	
oui	18 (23,1)	12 (27,3)	6 (17,6)	
<i>Utilisation d'insecticide dans le ménage (n=78)</i>				0,22
non	10 (12,8)	4 (9,1)	6 (17,6)	
oui	68 (87,2)	40 (90,9)	28 (82,4)	
<i>Type d'insecticide utilisé dans le ménage (n=55)</i>				0,02
Rambo (poudre)	39 (70,9)	28 (77,9)	11 (57,9)	
Piya-piya (liquide)	14 (25,5)	8 (22,2)	6 (31,6)	
Spray/spirale	2 (3,6)	0	2 (10,5)	
<i>Utilisation des parfums dans l'habitat (n=78)</i>				0,18
non	2 (2,6)	0	2 (5,9)	
oui	76 (97,4)	44 (100,0)	32 (94,1)	
Dont :				
encens brûlé	70 (89,7)	42 (95,4)	28 (82,4)	0,06
diffuseurs de parfums	2 (2,6)	2 (4,6)	0	0,50
plantes aromatiques	3 (3,8)	3 (6,8)	0	0,25

Variable quantitative : moyenne, écart-type, médiane, minimum, maximum,

Variable qualitative : nombre, pourcentage

*Test de Wilcoxon ou t-student pour les variables quantitatives, et test chi 2 ou de fisher pour les variables qualitatives

4.1.3. Caractéristiques démographiques et sociales des individus

Pour l'ensemble des 2 zones (tableau 23), la population de l'étude était composée de 700 sujets, 471 adultes (67,3 %) et 229 enfants (32,7 %).

Pour la zone agropastorale, la population adulte (plus de 14 ans) comportait 131 femmes (51,2 %) et 125 hommes (48,8 %). L'âge moyen de la population adulte était de $34,6 \pm 16,8$, avec un âge minimum de 15 ans et un âge maximum de 90 ans. Parmi les enfants, il y avait 76 filles (60,8 %) et 49 garçons (39,2 %). L'âge moyen des enfants ayant participé à l'étude était de $10,2 \pm 2,4$, avec un âge minimum de 7 ans et un âge maximum de 14 ans.

Pour la zone agricole, la population adulte comportait 117 femmes (54,4 %) et 98 hommes (45,6 %). L'âge moyen de la population adulte était $32,4 \pm 14,6$ ans, avec un âge minimum de 15 ans et un âge maximum de 80 ans. Parmi les enfants, il y avait 54 filles (51,9 %) et 50 garçons (48,1 %). L'âge moyen des enfants était de $10,1 \pm 2,3$, avec un âge minimum de 7 ans et un âge maximum de 14 ans.

L'examen de la structure par tranches d'âge révèle que la population de notre étude est jeune : 32,7 % ont moins de 15 ans et seulement 4,4 % ont plus de 64 ans (figure 14).

Chez les adultes, environ trois quarts d'entre eux (74 %) étaient mariés ; ce statut était plus fréquent en zone agricole (82,3 %) qu'en zone agropastorale (66,4%) ($p=0,00009$). Les deux tiers des adultes (63,7 %) ne savaient ni lire ni écrire. On note également que, quel que soit le niveau atteint, les hommes étaient plus alphabétisés que les femmes dans les 2 zones (figure 15). En effet, dans l'ensemble, une femme sur trois (31,7 %) et un peu plus de deux hommes sur trois (68,3 %) ont déclaré avoir achevé le cycle primaire, et seulement 3,4 % des hommes ont déclaré avoir achevé ou atteint le niveau supérieur alors qu'aucune femme n'avait dépassé le cycle secondaire.

La distribution selon l'indice de masse corporelle (IMC) de l'OMS, des adultes est sensiblement identique dans les deux zones : 15,9 % étaient en insuffisance pondérale ($IMC < 18,5$). La proportion de fumeurs et ex-fumeurs était peu élevée mais supérieure en zone agropastorale par rapport à la zone agricole (9,8 % versus 4,2 %, $p=0,02$). Il n'y avait pas de différence significative entre les deux zones quant à l'âge moyen, le sexe, l'emploi et l'IMC chez les adultes ($p=0,12$).

La proportion des enfants scolarisés était plus élevée en zone agropastorale qu'en zone agricole (74,4 % versus 56,7 % ; $p=0,005$). L'insuffisance pondérale était plus élevée en zone

agricole qu'en zone agropastorale (37,2 % vs 24,1 % ; p=0,03), En ce qui concerne l'exposition au tabagisme passif, 22,4 % des enfants en zone agropastorale avaient au moins un fumeur dans leur famille contre 14,4 % en zone agricole.

Tableau 23. Caractéristiques démographiques et sociales des individus, Phytioniger 2013

	Total	Zone Agropastorale	Zone Agricole	p*
Adultes	471 (100,0)	256 (54,4)	215 (45,6)	
<i>Age (n=471)</i>				0,36
moyenne (±ET)	33,5 (±15,9)	34,6 (±16,8)	32,4 (±14,6)	
médiane [min-max]	30 [15-90]	30 [15-90]	30 [15-80]	
<i>Sexe (n=471)</i>				0,48
Femme	248 (52,7)	131 (51,2)	117 (54,4)	
Homme	223 (47,3)	125 (48,8)	98 (45,6)	
<i>Alphabétisé (sait lire et écrire) (n=471)</i>				0,43
Non	300 (63,7)	159 (62,1)	141 (65,6)	
Oui	171 (36,3)	97 (37,9)	74 (34,4)	
<i>Niveau d'études (n=171)</i>				0,39
aucun (cours d'alphabétisation pour adulte)	79 (46,2)	49 (50,5)	30 (40,5)	
Primaire	47 (27,5)	26 (26,8)	21 (28,4)	
Secondaire	41 (24,0)	21 (21,6)	20 (27,0)	
supérieur/universitaire	4 (2,3)	1 (1,0)	3 (4,1)	
<i>Indice de masse corporelle** (n=460)</i>				0,12
insuffisance pondérale	73 (15,9)	38 (15,3)	35 (16,5)	
corpulence normale	342 (74,3)	192 (77,4)	150 (70,8)	
surpoids (y compris obésité)	45 (9,8)	18 (7,3)	27 (12,7)	
<i>Situation maritale (n=469)</i>				0,00009
Seul	124 (26,3)	86 (33,6)	38 (17,7)	
Couple	347 (73,7)	170 (66,4)	177 (82,3)	
<i>Emploi (n=206)</i>				0,07
au foyer (femme au foyer, handicapé)	20 (8,8)	7 (5,7)	13 (12,5)	
cultivateur	206 (91,2)	115 (94,3)	91 (87,5)	
<i>Tabagisme (n=471)</i>				0,02
non fumeur	437 (92,8)	231 (90,2)	206 (95,8)	
ex-fumeur/fumeur	34 (7,2)	25 (9,8)	9 (4,2)	
Enfants	229 (100,0)	125 (54,6)	104 (45,4)	
<i>Age (n=229)</i>				0,82
moyenne (±ET)	10,2 (±2,3)	10,2 (±2,4)	10,1 (±2,3)	
<i>Sexe (n=229)</i>				0,18
Fille	130 (56,8)	76 (60,8)	54 (51,9)	
Garçon	99 (43,2)	49 (39,2)	50 (48,1)	
<i>Scolarisé (n=229)</i>				0,005
Non	77 (33,6)	32 (25,6)	45 (43,3)	
Oui	152 (66,4)	93 (74,4)	59 (56,7)	
<i>Indice de masse corporelle*** (n=181)</i>				0,03
insuffisance pondérale	56 (30,9)	21 (24,1)	35 (37,2)	
corpulence normale	112 (61,9)	56 (64,4)	56 (59,6)	
surpoids (y compris obésité)	13 (7,2)	10 (11,5)	3 (3,2)	
<i>Tabagisme dans le ménage (n=229)</i>				0,12
non	186 (81,2)	97 (77,6)	89 (85,6)	
oui	43 (18,8)	28 (22,4)	15 (14,4)	

Variable quantitative : moyenne, écart-type, médiane, minimum, maximum,

Variable qualitative : nombre, pourcentage

*Test de Wilcoxon ou t-student pour les variables quantitatives, et test chi 2 ou de fisher pour les variables qualitatives

**Adulte. Insuffisance pondérale : $IMC < 18,5$; corpulence normale : $18,5 < IMC < 25$; Surpoids (y compris obésité) : $IMC \geq 25$

***Enfant. IMC Fonction de l'âge et du sexe

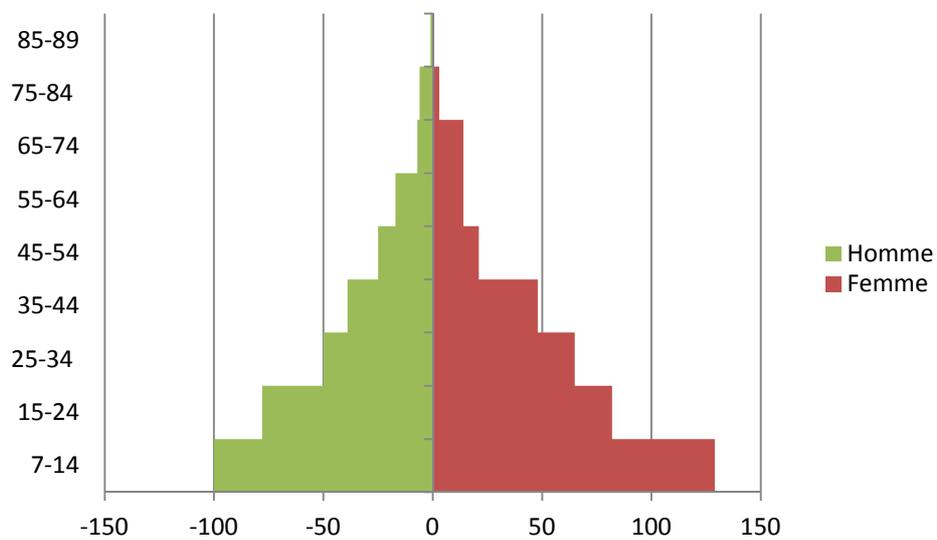


Figure 15. Pyramide des âges des individus, Phytoung 2013

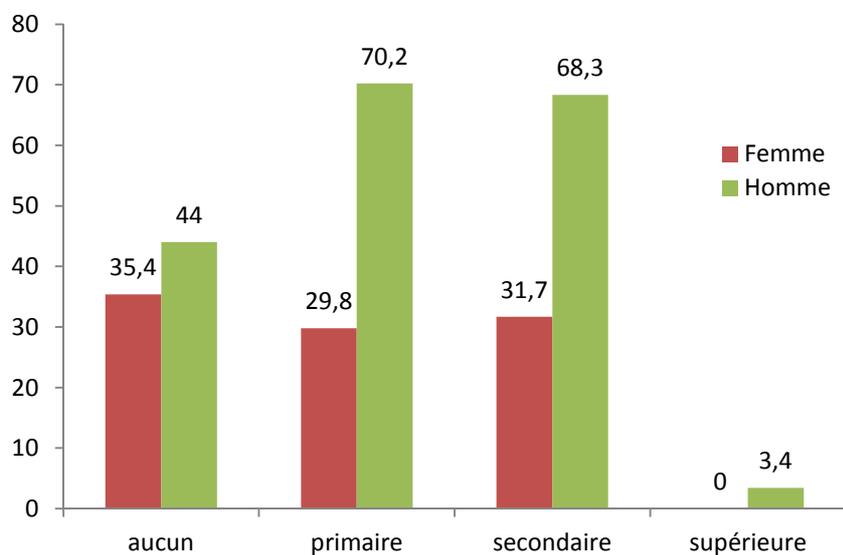


Figure 16. Niveau d'étude des adultes, Phytoung 2013

4.1.4. Description des données de santé

Le tableau 24 présente la distribution de la fréquence des symptômes respiratoires dans les deux populations étudiées.

Chez les adultes, la proportion de personnes présentant des sifflements et des sensations d'étouffement au cours des 12 derniers mois était plus élevée dans la zone agricole que dans la zone agro-pastorale : 43,7 % vs 12,9 % pour les sifflements ($p < 0,0001$) et 31,6% vs 22,3 % pour l'étouffement ($p = 0,02$). Le constat était identique en retraçant l'analyse à la saison des pluies : pour les sifflements (80,6 % en zone agricole vs 63,6 % en zone agropastorale ; $p = 0,05$) et pour l'étouffement (73,1 % en zone agricole vs 67,2 % en zone agropastorale; $p = 0,47$) En revanche il n'existait pas de différence significative pour le diagnostic d'asthme confirmé par un agent de santé (2,8 % en zone agricole vs 1,6 % en zone agropastorale ; $p = 0,27$).

Aucune des variables concernant la toux n'était associée significativement à la zone de résidence, bien qu'il existe une proportion légèrement plus faible de personnes ayant signalé de la toux en zone agropastorale (32,8 %) qu'en zone agricole (34,7 %),

En ce qui concerne les manifestations d'irritation oculaires et nasales, les premières étaient moins fréquentes chez les adultes en zone agricole (46,9 %) que chez ceux en zone agropastorale (62,9 %) ($p = 0,0005$), mais il n'existait pas de différence entre les deux zones pour les manifestations nasales sans rhume ($p = 0,30$).

Enfin la proportion des adultes déclarant un paludisme était plus élevée en zone agricole (plus humide) qu'en zone agropastorale (66,7 % vs 48,6 % ; $p < 0,0001$).

En ce qui concerne les enfants, la fréquence des manifestations asthmatiformes (sifflements, étouffements et diagnostic d'asthme) étaient plus fréquentes en zone agricole, mais la différence non significativement.

La toux sans rhume, était significativement plus fréquente dans la zone agricole par rapport à la zone agro-pastorale (32,0 % vs 12,0 % ; $p = 0,0002$).

En ce qui concerne les manifestations d'irritation oculaires et nasales, la tendance était identique à celle de la population adulte : une fréquence significativement plus faible d'enfants ayant des manifestations oculaires ($p=0,007$) en zone agricole qu'en zone agropastorale (42,2 % vs 60,0 %). Mais il n'existait pas de différence entre les deux zones pour les manifestations nasales sans rhume ($p=0,78$).

Enfin la proportion des enfants ayant eu un paludisme était plus élevée en zone qu'en zone agropastorale (80,6 % vs 69,4 % ; $p=0,05$).

Tableau 24. Fréquence des manifestations sanitaires rapportée par les sujets, PhytoNiger, 2013

	Adulte (N=471)			p	Enfant (N=229)			p
	Total	Agropastorale (n=256)	Agricole (n=215)		Total %	Agropastorale (n=125)	Agricole (n=104)	
Manifestations asthmatiformes								
Asthme confirmé par un agent de santé				0,27				0,16
	Non	97,9	252 (98,4)		96,1	122 (97,6)	98 (94,2)	
	Oui	2,1	4 (1,6)		3,9	3 (2,4)	6 (5,8)	
Sifflement				<0,0001				0,44
	Non	73,1	223 (87,1)		72,4	93 (74,4)	72 (69,9)	
	Oui	26,9	33 (12,9)		27,6	32 (25,6)	31 (30,1)	
<i>Durant la saison des pluies</i>		76,2	21 (63,6)	0,05	65,1	18 (56,3)	23 (74,2)	0,13
Sensation d'étouffement				0,02				0,16
	Non	73,5	199 (77,7)		76,4	100 (80,0)	75 (72,1)	
	Oui	26,5	57 (22,3)		23,6	25 (20,0)	29 (27,9)	
<i>Durant la saison des pluies</i>		70,4	39 (67,2)	0,47	59,3	12 (48,0)	20 (69,0)	0,11
Autres Symptômes respiratoires								
Toux				0,65				0,41
	Non	66,3	172 (67,2)		64,2	83 (66,4)	63 (61,2)	
	Oui	33,7	84 (32,8)		35,8	42 (33,6)	40 (38,8)	
Réveillé par une crise de toux				0,70				0,85
	Non	57,8	146 (57,0)		65,1	82 (65,6)	67 (64,4)	
	Oui	42,2	110 (43,0)		34,9	43 (34,4)	37 (35,6)	
<i>Durant la saison des pluies</i>		74,4	83 (75,5)	0,69	66,3	29 (67,4)	24 (64,9)	0,80
Toux sans rhume				0,13				0,0002
	Non	82,7	217 (85,1)		78,9	110 (88,0)	70 (68,0)	
	Oui	17,3	38 (14,9)		21,1	15 (12,0)	33 (32,0)	
<i>Durant la saison des pluies</i>		67,5	25 (62,5)	0,35	58,3	7 (46,7)	21 (63,6)	0,27
Manifestations oculaires et nasales								
Irritation oculaire				0,0005				0,007
	Non	44,3	95 (37,1)		48,0	50 (40,0)	59 (57,8)	
	Oui	55,7	162 (62,9)		52,0	75 (60,0)	43 (42,2)	
<i>Durant la saison des pluies</i>		58,1	81 (50,6)	0,002	51,7	32 (42,7)	29 (67,4)	0,009
Irritation nasale sans rhume				0,30				0,78
	Non	66,9	166 (64,8)		59,2	73 (58,4)	62 (60,2)	
	Oui	33,1	90 (35,2)		40,8	52 (41,6)	41 (39,8)	
<i>Durant la saison des pluies</i>		65,8	57 (63,3)	0,44	66,7	37 (71,2)	25 (61,0)	0,30
Paludisme				<0,0001				0,05
	Non	43,2	131 (51,4)		25,6	38 (30,6)	20 (19,4)	
	Oui	56,8	124 (48,6)		74,4	86 (69,4)	83 (80,6)	

4.2. Analyse des données recueillies

4.2.1. Analyse univariée

Les tableaux 25 et 26 présentent les résultats de l'analyse univariée entre les symptômes et les différents facteurs, caractéristiques socio-démographiques, individuelles et du foyer.

Population adulte (tableau 25)

L'analyse univariée met en évidence une association entre certains symptômes respiratoires ou allergiques et certaines variables socio-démographiques ou environnementales.

Le risque d'avoir un sifflement était significativement plus élevé avec l'âge (OR=1,01 IC 95% 1,00-1,02 ; p=0,05), le surpoids (OR =2,13 IC 95% 1,13-4,02 ; p=0,005) et chez les individus habitant une maison en banco (OR =3,16 IC 95% 1,44-6,91 ; p<0,0001). A l'inverse le risque d'avoir des sifflements était plus faible pour les hommes (OR =0,56 IC 95% 0,37-0,86 ; p=0,007), et pour les sujets qui savent lire et écrire (OR=0,56 IC 95% 0,36-0,88 ; p=0,01).

Le risque d'avoir des manifestations d'étouffement était significativement plus élevé avec l'âge (OR=1,02 IC 95% 1,01-1,04 ; p=0,0003), et chez les personnes mariées (OR =1,82 IC 95% 1,10-3,04 ; p=0,02) ; le risque était plus faible pour les hommes (OR =0,53 IC 95% 0,35-0,81 ; p=0,003), et pour les sujets qui savent lire et écrire (OR=0,64 IC 95% 0,41-1,00 ; p=0,05).

Le risque d'être réveillé par une crise de toux était significativement plus élevé avec l'âge (OR=1,02 IC 95% 1,01-1,03 ; p=0,0008). Le risque était plus faible pour les hommes (OR=0,49 IC 95% 0,33-0,71 ; p=0,0002), et pour les sujets qui savent lire et écrire (OR=0,60 IC 95% 0,40-0,88 ; p=0,009).

Le risque d'irritation oculaire augmentait avec l'âge (OR=1,03 IC 95% 1,02-1,05 ; p=0,0001) et le fait d'utiliser des insecticides à l'intérieur de l'habitat (OR =1,77 IC 95% 1,02-3,05 ; p=0,04). Le risque était significativement plus faible (p=0,02) chez les sujets vivant dans des habitations en banco (OR=0,38 IC 95% 0,19-0,74) et dans des habitats mixtes. Le risque d'irritation nasale sans rhume augmentait avec l'utilisation d'insecticide à l'intérieur de l'habitat (OR =2,16 IC 95% 1,11-4,19 ; p=0,02). Le risque était diminué pour les hommes (OR =0,66 IC 95% 0,45-0,98 ; p=0,04) et pour les individus en insuffisance pondérale (OR =0,54 IC 95% 0,30-0,99 ; p=0,02).

Enfin, aucune association ($p < 0,05$) avec les variables étudiées n'a été observée pour les manifestations suivantes: diagnostic d'asthme, toux et toux sans rhume.

Tableau 25. Résultats de l'analyse univariée, adultes, PhytoNiger 2013

	Asthme Oui=10 ; Non=459		Sifflements Oui=126; Non=343		Étouffement Oui=124; Non=344		Toux Oui=158 ; Non=311		Réveillé par une toux Oui=197; Non=270		Toux sans rhume Oui=81; Non=387		Irritation oculaire Oui=261 ; Non=208		Irritation nasale Oui=155; Non=313	
	OR (IC95%)	p	OR (IC95%)	p	OR (IC95%)	p	OR (IC95%)	p	OR (IC95%)	p	OR (IC95%)	p	OR (IC95%)	p	OR (IC95%)	p
Age (an)	1,01 (0,97-1,05)	0,54	1,01 (1,00-1,02)	0,05	1,02 (1,01-1,04)	<0,01	1,00 (0,99-1,01)	0,86	1,02 (1,01-1,03)	<0,01	1,01 (0,99-1,03)	0,12	1,03 (1,02-1,05)	<0,01	1,01 (0,99-1,02)	0,08
Sexe																
homme vs femme	1,67 (0,47-6,01)	0,43	0,56 (0,37-0,86)	<0,01	0,53 (0,35-0,81)	<0,01	0,68 (0,46-0,99)	0,05	0,49 (0,33-0,71)	<0,01	0,76 (0,47-1,23)	0,26	0,90 (0,62-1,29)	0,56	0,66 (0,45-0,98)	0,04
Scolarisé																
	1,78 (0,51-6,24)	0,37	0,56 (0,36-0,88)	0,01	0,64 (0,41-1,00)	0,05	0,67 (0,45-1,02)	0,06	0,60 (0,40-0,88)	<0,01	0,92 (0,56-1,52)	0,75	0,75 (0,52-1,10)	0,14	0,74 (0,49-1,12)	0,15
IMC																
corpulence normale	1		1													
insuffisance pondérale	0,58 (0,07-4,69)		0,52 (0,27-1,02)		0,76 (0,41-1,38)		0,54 (0,30-0,98)		0,80 (0,47-1,36)		0,61 (0,29-1,28)		0,68 (0,41-1,14)		0,54 (0,30-0,99)	
surpoids	0,95 (0,12-7,74)	0,87	2,13 (1,13-4,02)	<0,01	1,22 (0,62-2,39)	0,52	0,90 (0,46-1,73)	0,13	1,87 (0,99-3,52)	0,08	0,79 (0,34-1,86)	0,39	1,57 (0,81-3,03)	0,10	1,69 (0,90-3,16)	0,02
Etat marital																
couple vs seul	0,83 (0,21-3,28)	0,79	3,77 (2,07-6,88)	<0,01	1,82 (1,10-3,04)	0,02	1,09 (0,70-1,69)	0,69	1,51 (0,98-2,31)	0,06	0,83 (0,49-1,40)		1,30 (0,86-1,97)	0,21	1,51 (0,96-2,39)	0,07
Emploi (cultivateur)																
cultivateur	0,37 (0,04-3,54)	0,39	1,12 (0,35-3,51)	0,85	0,62 (0,22-1,69)	0,35	0,98 (0,36-2,67)	0,97	0,44 (0,17-1,14)	0,09	1,08 (0,30-3,90)	0,90	1,43 (0,57-3,59)	0,45	2,34 (0,66-8,30)	0,18
Fumeur																
	-		1,14 (0,53-2,47)	0,72	0,84 (0,37-1,92)	0,68	0,81 (0,38-1,73)	0,58	0,84 (0,41-1,72)	0,63	1,03 (0,41-2,56)	0,95	1,01 (0,50-2,04)	0,98	1,27 (0,62-2,62)	0,51
Type de maison																
case		0,58		<0,01		0,68		0,93		0,76		0,94		0,02		0,66
banco	0,65 (0,06-7,27)		3,16 (1,44-6,91)		0,88 (0,45-1,74)		1,05 (0,54-2,03)		0,93 (0,50-1,73)		0,97 (0,42-2,22)		0,38 (0,19-0,74)		1,07 (0,56-2,06)	
mixte	1,48 (0,18-12,28)		1,30 (0,59-2,82)		0,77 (0,40-1,48)		1,11 (0,59-2,08)		0,83 (0,46-1,51)		1,06 (0,48-2,33)		0,51 (0,27-0,98)		0,89 (0,47-1,66)	
Habitat																
spacieux vs petit	1,28 (0,27-6,15)	0,76	0,80 (0,45-1,42)	0,45	1,32 (0,77-2,25)	0,31	1,41 (0,85-2,32)	0,18	1,17 (0,72-1,92)	0,52	0,76 (0,38-1,52)	0,44	1,59 (0,95-2,64)	0,07	1,19 (0,71-1,98)	0,51
Utilisation* parfum																
	-		0,98 (0,27-3,75)	0,97	0,62 (0,18-2,17)	0,46	0,60 (0,18-2,00)	0,41	0,87 (0,26-2,90)	0,82	0,94 (0,20-4,44)	0,94	0,27 (0,06-1,27)	0,10	2,26 (0,48-10,61)	0,30
Utilisation* insecticide																
	1,33 (0,16-10,66)	0,79	0,64 (0,36-1,14)	0,13	0,90 (0,49-1,64)	0,73	1,61 (0,86-2,99)	0,13	1,07 (0,62-1,87)	0,80	2,03 (0,84-4,88)	0,11	1,77 (1,02-3,05)	0,04	2,16 (1,11-4,19)	0,02

* pendant la saison des pluies

Population enfant (tableau 26)

Le risque d'avoir un sifflement diminuait significativement avec l'âge de l'enfant (OR =0,84 IC 95% 0,74-0,96 ; p=0,01), et pour les enfants ayant une insuffisance pondérale (OR=0,37 IC 95% 0,16-0,83). Le risque de présenter une toux diminuait avec l'âge (OR =0,78 IC 95% 0,69-0,88 ; p<0,0001) comme le risque d'être réveillé par une toux (OR =0,88 IC 95% 0,78-0,99 ; p=0,04). Le risque d'être réveillé par une toux diminuait aussi avec la scolarisation (OR=0,60 IC 95% 0,40-0,88 ; p=0,009).

La sensation d'étouffement et la toux étaient significativement augmentés avec l'utilisation d'insecticides à l'intérieur de l'habitat avec respectivement OR =4,74 IC 95% 1,09-20,6 ; (p=0,04) et OR =3,00 IC 95% 1,10-8,21 ; (p=0,03).

Aucune association significative n'a été observée entre les dix variables prises en compte (âge, sexe, scolarisation, l'IMC, le type et la dimension de l'habitat, la présence d'un fumeur dans le ménage, l'utilisation d'insecticide et/ou de parfum (encens) pendant la saison des pluies) et les manifestations respiratoires suivantes : l'asthme, et les manifestations oculaires et nasales sans rhume

Tableau 26. Résultats de l'analyse univariée, les enfants de 7 à 14 ans, PhytoNiger 2013

	Asthme Oui=10 ; Non=459		Sifflements Oui=126; Non=343		Etouffement Oui=124; Non=344		Toux Oui=82 ; Non=147		Réveillé par une toux Oui=80; Non=149		Toux sans rhume Oui=48; Non=180		Irritation oculaire Oui=118 ; Non=109		Irritation nasale sans rhume Oui=93; Non=135		
	OR (IC95%)	p	OR (IC95%)	P	OR (IC95%)	P	OR (IC95%)	p	OR (IC95%)	p	OR (IC95%)	p	OR (IC95%)	p	OR (IC95%)	p	
Caractéristiques démographiques	Age (an)	1,13 (0,84-1,51)	0,42	0,84 (0,74-0,96)	0,01	0,93 (0,82-1,07)	0,32	0,78 (0,69-0,88)	<0,01	0,88 (0,78-0,99)	0,04	0,87 (0,76-1,01)	0,06	0,99 (0,88-1,11)	0,87	0,98 (0,88-1,11)	0,82
	Sexe																
	garçon vs fille	1,05 (0,27-4,03)	0,94	0,57 (0,31-1,05)	0,07	0,64 (0,34-1,21)	0,17	1,13 (0,65-1,94)	0,66	0,95 (0,55-1,65)	0,87	0,81 (0,42-1,58)	0,54	0,63 (0,37-1,06)	0,08	1,21 (0,71-2,07)	0,47
	Scolarisé	1,81 (0,37-8,93)	0,46	0,58 (0,32-1,06)	0,07	1,43 (0,73-2,79)	0,30	1,05 (0,59-1,86)	0,87	0,60 (0,40-0,88)	0,009	0,92 (0,56-1,52)	0,75	1,22 (0,70-2,12)	0,48	0,95 (0,54-1,66)	0,86
	IMC				0,03					0,26		0,39			0,43		0,47
corpulence normale	-		1		-		1		1		-		1		1		
insuffisance pondérale	-		0,37 (0,16-0,83)		-		0,67 (0,34-1,33)		0,89 (0,45-1,75)		-		0,68 (0,36-1,31)		1,02 (0,53-1,96)		
surpoids	-		0,35 (0,07-1,66)		-		0,46 (0,12-1,78)		0,34 (0,07-1,61)		-		1,28 (0,38-4,27)		0,44 (0,11-1,69)		
Caractéristiques environnementales	Fumeur dans ménage	-		0,88 (0,41-1,87)	0,74	0,57 (0,24-1,38)	0,62	0,84 (0,41-1,69)	0,62	0,77 (0,37-1,57)	0,47	0,33 (0,11-0,97)	0,04	1,21 (0,62-2,36)	0,57	1,68 (0,86-3,28)	0,51
	Type de maison		0,50		0,95		0,98		0,23		0,82		0,30		0,67		0,39
	case	1		1		1		1		1		1		1		1	
	banco	1,42 (0,16-12,77)		1,18 (0,42-3,33)		0,91 (0,32-2,60)		2,04 (0,69-5,99)		1,37 (0,51-3,66)		3,33 (0,72-15,40)		1,05 (0,42-2,60)		1,45 (0,57-3,67)	
	mixte	0,59 (0,06-5,97)		1,15 (0,42-3,15)		0,92 (0,33-2,55)		2,48 (0,87-7,10)		1,32 (0,51-3,45)		3,11 (0,68-14,08)		0,82 (0,34-1,97)		0,99 (0,40-2,45)	
	Habitat		0,56														
	Spacieux vs petit	1,62 (0,32-8,14)		1,45 (0,67-3,13)	0,34	1,61 (0,73-3,55)	0,24	1,07 (0,51-2,26)	0,86	1,29 (0,62-2,71)	0,49	0,74 (0,29-1,91)	0,54	1,47 (0,71-3,06)	0,30	1,27 (0,61-2,62)	0,52
Utilisation* parfum	-		0,65 (0,18-2,31)	0,51	1,41 (0,29-6,73)	0,67	0,97 (0,28-3,43)	0,97	2,51 (0,53-11,89)	0,25	0,44 (0,12-1,59)	0,21	1,95 (0,55-6,87)	0,29	1,89 (0,49-7,31)	0,36	
Utilisation* insecticide	-		2,63 (0,88-7,90)	0,08	4,74 (1,09-20,6)	0,04	3,00 (1,10-8,21)	0,03	0,86 (0,38-1,93)	0,72	1,77 (0,58-5,37)	0,31	2,14 (0,94-4,86)	0,07	1,62 (0,70-3,74)	0,25	

* pendant la saison des pluies

4.2.2. Analyse multivariée

Pour l'analyse multivariée, les variables étudiées ci-dessus ont été retenues lorsqu'elles étaient associées à un symptôme au seuil de 25%. La variable d'intérêt était la zone géographique (agropastorale = Filingué ou agricole = Gaya).

Population adulte (tableau 27)

Après ajustement, l'analyse multivariée montre que les adultes vivant en zone agricole ont un risque augmenté d'avoir des sifflements dans la poitrine (OR=4,64 IC 95% 2,86-7,54 ; $p < 0,0001$), une sensation d'étouffement (OR=1,67 IC 95% 1,08-2,58 ; $p = 0,02$) et de la toux sans rhume (OR=1,65 IC 95% 1,00-2,71 ; $p = 0,05$) par rapport à celles vivant en zone agropastorale. A l'inverse, pour l'irritation oculaire, l'analyse multivariée montrait une diminution du risque en zone agricole (OR =0,53 IC 95% 0,35-0,80 ; $p = 0,003$).

Tableau 27. Résultats du modèle multivarié des manifestations sanitaires chez les adultes, étude PhytoNiger 2013

Symptômes	OR	[IC 95%]	p
Sifflements¹			
Zone agricole*	4,64	[2,86 ; 7,54]	<0,0001
Etouffement²			
Zone agricole*	1,67	[1,08 ; 2,58]	0,02
Toux³			
Zone agricole*	1,14	[0,75 ; 1,72]	0,54
Réveillé par une toux⁴			
Zone agricole*	0,86	[0,59 ; 1,26]	0,45
Toux sans rhume⁵			
Zone agricole*	1,65	[1,00 ; 2,71]	0,05
Irritation oculaire⁶			
Zone agricole*	0,53	[0,35 ; 0,80]	0,003
Irritation nasale sans rhume⁷			
Zone agricole*	0,77	[0,52 ; 1,15]	0,21

Variable d'ajustement : ¹Age, sexe, statut marital, type de maison ; ²Age, sexe, statut marital ; ³Sexe, alphabétisé, IMC, utilisation d'insecticide dans la maison ; ⁴Sexe, statut marital ; ⁵Age, utilisation d'insecticide dans la maison ; ⁶Age, IMC, type de maison, utilisation de parfum et d'insecticide dans la maison ; ⁷Age, IMC

* versus zone agropastorale sahéenne

Population des enfants (tableau 28).

Après ajustement, l'analyse multivariée montrait que les enfants vivant en zone agricole présentaient un risque significativement augmenté pour la toux sans rhume (OR=3,34 IC 95% 1,67-6,66 ; p=0,0006). En revanche chez les enfants de la zone agricole, le risque était diminué pour les irritations oculaires (OR =0,50 IC 95% 0,29-0,86 ; p=0,01).

Tableau 28. Résultats du modèle multivarié des manifestations sanitaires chez les enfants, étude PhytoNiger 2013

Symptômes	OR	[IC 95%]	p
Sifflements¹			
Zone agricole*	1,38	[0,66 ; 2,86]	0,39
Etouffement²			
Zone agricole*	1,44	[0,79 ; 2,63]	0,23
Toux³			
Zone agricole*	1,48	[0,82 ; 2,67]	0,20
Réveillé par une toux⁴			
Zone agricole*	1,13	[0,64 ; 1,98]	0,68
Toux sans rhume⁵			
Zone agricole*	3,34	[1,67 ; 6,66]	0,0006
Irritation oculaire⁶			
Zone agricole*	0,50	[0,29 ; 0,86]	0,01
Irritation nasale sans rhume⁷			
Zone agricole*	0,99	[0,57 ; 1,71]	0,96

Variable d'ajustement : ¹ Age, sexe, IMC, utilisation d'insecticide dans la maison ; ² Age, type de maison, utilisation d'insecticide dans la maison ; ³ Age, utilisation d'insecticide dans la maison ; ⁴ Age, utilisation de parfum dans la maison ; ⁵ Age, présence de fumeur dans la maison ; ⁶ Sexe ; ⁷Utilisation de parfum dans la maison.

* versus zone agropastorale sahélienne

5. Discussion

5.1. Principaux résultats

L'étude PhytoNiger constitue la première étude de santé environnementale réalisée dans ce pays. Du fait de l'activité essentiellement agropastorale du Niger, elle s'est focalisée essentiellement sur des populations vivant en milieu rural et donc théoriquement exposées à des pesticides utilisés en agriculture. L'étude a concerné deux zones, l'une au nord de Niamey de caractère agro-pastoral sahélienne (avec un faible risque d'exposition aux pesticides), l'autre en zone sub-tropicale au sud de Niamey, au voisinage du fleuve Niger, zone essentiellement agricole et où il existe une probabilité plus importante d'utilisation de ces produits. L'étude a été réalisée au cours de la saison des pluies, période où sont pratiquées les activités agricoles. L'objectif était de rechercher s'il existait une relation entre les manifestations respiratoires des adultes et des enfants et l'environnement géographique des deux zones retenues. L'hypothèse sous-jacente à cette recherche était que les cultures intensives pratiquées en période de pluies dans la zone agricole pouvaient nécessiter une utilisation importante de pesticides (dont la plupart sont importés des pays voisins et ne sont pas autorisés par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP). Il faut noter cependant que la population ne rapportait pas l'utilisation de pesticides agricoles au cours de l'étude que nous avons menée.

Comme le montrent les résultats qui viennent d'être présentés, l'allure de la pyramide des âges (figure 16) qui présente une base élargie qui se rétrécit rapidement au fur et à mesure que l'on avance vers les âges élevés rend compte de la jeunesse de cette population, en accord avec le résultat observé au niveau national lors du Recensement Général de la Population et de l'Habitat.

L'étude descriptive des symptômes respiratoires a montré une fréquence plus élevée de certains d'entre eux dans la zone agricole par rapport à l'autre zone. Ces différences s'observaient chez les adultes pour les manifestations asthmatiformes, les sifflements et la sensation d'étouffement. Chez les enfants, seule une toux sans rhume était significativement plus fréquente dans la zone agricole par rapport à la zone agro-pastorale. A l'inverse, en ce qui concerne les manifestations oculaires et nasales, l'irritation oculaire était moins fréquente chez les adultes et chez les enfants en zone agricole que chez ceux vivant en zone agropastorale.

Par ailleurs, notre travail a montré une fréquence plus élevée de symptômes respiratoires chez les enfants d'habitations où sont régulièrement utilisés des insecticides, c'était le cas de la toux et la sensation d'étouffement, et de façon non significative pour les sifflements et l'irritation oculaire. Chez les adultes, on observait une fréquence plus élevée de manifestations oculaires et nasales sans rhume dans les habitations où étaient régulièrement utilisés des insecticides.

L'analyse multivariée ajustée sur l'ensemble des variables d'ajustement au seuil de 25 % a confirmé dans la population adulte vivant en zone agricole une augmentation du risque pour les sifflements, l'étouffement et la toux sans rhume par rapport à celles vivant en zone agropastorale. A l'inverse, pour l'irritation oculaire, l'analyse multivariée a confirmé une diminution du risque en zone agricole. Chez les enfants, une seule association significative a été trouvée avec la toux sans rhume, et un risque diminué pour l'irritation oculaire.

Malgré l'absence de mesures environnementales les niveaux de santé respiratoire entre les deux zones pourraient s'expliquer par les nombreuses différences observées sur le plan des expositions environnementales. Parmi les facteurs potentiellement explicatifs des troubles de santé on peut relever les différences climatiques, le type d'habitat, l'utilisation d'insecticides dans la maison aussi les caractéristiques anthropométriques.

5.2. Limites

En ce qui concerne la représentativité des foyers ayant fait l'objet de l'enquête, il faut rappeler que la totalité des foyers vivant dans les agglomérations étudiées ont participé à l'enquête en raison du soutien apporté à l'enquête par le chef coutumier, l'instituteur et le responsable du Centre de santé. On ne peut cependant exclure qu'en zone agropastorale sahélienne (Filingué) certains membres jeunes des foyers aient été absents au moment de l'enquête car ils gardaient à cette époque les troupeaux loin des villages. Ceci pourrait expliquer le déséquilibre entre filles et garçons en zone agropastorale, où il y avait 76 filles (60,8 %) et 49 garçons (39,2 %).

Néanmoins, la réalisation de cette étude comporte certaines limites. La première d'entre elles concerne notre population d'étude. Nous avons exclu les enfants de moins de sept ans. En effet, en raison de coutumes, les chefs de foyers n'étaient pas enclins à inclure les jeunes enfants dans l'étude.

La seconde limite, tient aux difficultés de l'entretien et à l'interprétation des questions. Les questionnaires avaient été initialement rédigés en français mais ont dû être administrés sur le terrain en langue locale par les enquêteurs sans qu'une étude de validation approfondie de la traduction ait pu être réalisée. De ce fait, les réponses doivent être considérées avec prudence du fait de la variabilité culturelle des populations étudiées. En ce qui concerne le questionnaire, une autre limite tient à ce que ces données étaient exclusivement déclaratives. Par conséquent, certaines réponses des résidents peuvent avoir eu un caractère subjectif et être induites par la présence de l'enquêteur. Par exemple, pour les questions faisant référence au fait d'avoir ou non des manifestations sanitaires, certains résidents ont pu répondre par l'affirmative uniquement car ils étaient interrogés par un agent du dispensaire de santé local.

La troisième limite concerne les mesures anthropométriques et essentiellement celles de la taille où des mesures incohérentes notamment pour les enfants ont dû être éliminées de l'analyse, malgré l'utilisation d'outils de mesure fiables et une formation préalable de tous les enquêteurs. Cette situation qui a été plus marquée en zone agropastorale, conduit à une perte de puissance liée à la réduction du nombre de sujets effectivement utilisables dans l'analyse pour les variables concernées. A l'inverse de la taille, les biais sur les mesures du poids ont été limités peut-être parce qu'il était plus facile de lire le poids sur une balance pèse-personne numérique.

En revanche, dans un pays comportant de fréquents épisodes infectieux, il ne s'est pas produit lors de notre étude d'événement épidémique inhabituel, qui aurait pu interférer avec les résultats de notre étude, en dehors du paludisme classiquement présent à la saison des pluies, qui est sans impact sur la santé respiratoire.

Il faut aussi souligner que la principale force de notre étude tient au fait que la comparabilité socio-démographique des communes avait été recherchée *a priori* et a bien été confirmée par l'analyse des données de l'étude. En choisissant d'inclure une donnée de santé non directement reliée à l'hypothèse de l'étude (le paludisme), la fréquence de ce dernier a bien montré que la proportion des adultes et d'enfants ayant eu un paludisme était significativement plus élevée en zone agricole (plus humide) qu'en zone agropastorale. Enfin, en se basant sur des entretiens individuels, notre étude offrait l'avantage de mieux préciser pour les personnes enquêtées les questions portant sur les facteurs environnementaux ainsi que les facteurs individuels possiblement associés aux symptômes.

5.3. Comparaisons avec les études précédentes

Comme nous l'avons déjà précisé, aucune étude de ce type n'avait jamais été jusqu'ici réalisée au Niger, de ce fait, aucune comparaison ne peut être effectuée. Par ailleurs, le facteur climatique spécifique au Niger est caractérisé par l'alternance d'une longue saison sèche (huit mois) et d'une courte saison des pluies (quatre mois) avec des précipitations irrégulières. Les résultats de notre travail sont de ce fait difficilement comparables avec ceux d'un certain nombre d'études réalisées dans d'autres pays africains ayant un climat plus humide. Ainsi, la seule étude voisine de la nôtre est une étude éthiopienne, portant sur deux types de populations : 82 hommes agriculteurs appliquant des pesticides et 47 travailleurs n'ayant pas une activité liée aux pesticides [184]. Les auteurs ont observé une plus grande fréquence de toux, et de respiration sifflante chez les agriculteurs en contact avec les pesticides. Cependant la comparaison des résultats de ce travail avec ceux de notre propre étude est difficile car l'étude éthiopienne a été réalisée dans une vallée bénéficiant d'un climat beaucoup plus humide que la zone agricole du Niger et n'a pas pris en compte les troubles ORL et ophtalmologiques.

5.4. Retombées de la recherche

Selon l'OMS, la recherche en santé à l'échelle mondiale se doit de contribuer aux mieux-être des populations [185, 186] et non uniquement de générer de nouvelles connaissances. En l'occurrence, le programme de recherche PhytoNiger, en dépit de son caractère expérimental et de ses limites, était conçu dans le but de prévenir les manifestations sanitaires en agissant sur les facteurs de risque environnementaux susceptibles de les favoriser. Ce travail, sur la thématique environnementale réalisée au Niger a démontré la faisabilité d'études analogues dans des zones non habituées aux recherches épidémiologiques. Les résultats obtenus avec les moyens limités dont nous disposons semblent cohérents avec les rares données disponibles sur des régions comparables. Bien que des mesures environnementales n'aient pu être effectuées, notre travail a mis l'accent sur un risque respiratoire plus élevé dans la zone agricole étudiée, qui peut s'expliquer par diverses caractéristiques de l'environnement de vie.

Nous espérons que cette recherche, la première dans notre pays portant sur les risques sanitaires en relation avec les facteurs environnementaux offrira des perspectives pour la mise en place de politiques et programmes d'intervention en matière de Santé. Nous souhaitons que les résultats de ce travail soient largement diffusés auprès des communautés, des chercheurs et des décideurs du Niger et nous espérons que les résultats de notre recherche seront pris en

compte dans le futur plan national de développement sanitaire du Niger (2016-2020). Enfin, il faut signaler que la population concernée par notre étude a fait part aux enquêteurs de ses besoins d'information en matière de risque sanitaires et d'expositions environnementales, ce qui témoigne d'une sensibilisation accrue des population.

La recherche-action en milieu communautaire et scolaire, à son tour, pourrait stimuler la recherche - afin de développer des outils appropriés répondant aux besoins de sensibilisation, d'orientation et d'éducation de la population. Ainsi, le manque flagrant d'outils éducatifs pour donner aux populations des conseils pertinents sur les risques environnementaux, sur l'utilisation des pesticides et l'exposition à la biomasse utilisée comme combustible s'est fait sentir. De nouveaux travaux pourraient donc être entrepris, pour par exemple développer avec les parties prenantes un « guide des pollutions environnementales ». Ceci pourrait aisément se concrétiser par la réalisation à moindre coût de boîtes à images et/ou de films vidéo avec des recommandations en matière de prévention. Les boîtes à images seraient utilisées au cours des réunions d'animation des groupes d'entraide, alors qu'un film vidéo sous forme de sketch de quelques minutes pourrait être diffusé régulièrement par la télévision nationale.

6. Conclusion

Cette étude, qui se voulait d'abord exploratoire, aucune donnée de ce type n'existant au Niger, fournit un exemple concret de recherche en santé comme processus tendant à l'amélioration de la santé et non seulement à la génération de connaissances et de nouvelles données. Elle illustre le lien, nécessaire mais toujours à renforcer, entre la recherche, les politiques et programmes de santé.

Plus concrètement, les résultats que nous avons produits portant sur des zones contrastées en matière d'exposition environnementale ont permis de mettre en évidence une relation significative entre des manifestations respiratoires (notamment asthmatiformes) et les zones concernées. L'association plus forte de ces manifestations avec le caractère agricole de la zone soulève la question de la responsabilité de l'utilisation des pesticides dans la zone agricole du Niger sans que notre étude n'ait pu apporter d'élément probant sur cette question. Ces observations justifient la réalisation d'autres travaux pour mieux préciser les conséquences sanitaires des diverses expositions environnementale. D'ores et déjà il apparaît essentiel de continuer la surveillance épidémiologique des populations et de faire en sorte que

l'usage des pesticides soit encadré de manière précise et argumentée sur le plan réglementaire, et aussi important de contrôler les circuits d'approvisionnement de pesticides dont la réglementation apparaît peu respectée afin de protéger l'environnement mais aussi la santé des populations.

CONCLUSION GENERALE

Dans le contexte actuel où les éventuelles conséquences sanitaires de l'exposition environnementale aux pesticides, notamment chez les riverains d'exploitations agricoles, est une préoccupation grandissante, nous avons étudié à travers deux études épidémiologiques menées dans deux pays très différents, les conséquences à court terme de cette exposition sur la santé respiratoire.

L'étude Phytoriv, menée en Gironde a permis de mettre en évidence la présence de pesticides dans l'atmosphère à proximité de zones viticoles traitées mais à des concentrations très faibles, de l'ordre du nanogramme par mètre cube d'air. Aucun effet majeur n'a été observé sur la santé respiratoire des riverains de ces zones, adultes comme enfants. Néanmoins, ces résultats demandent à être confirmés par une meilleure définition temporelle et spatiale de l'exposition, avec notamment des mesures journalières de pesticides, et des substances actives choisies en fonction du contexte agricole local.

L'étude PhytoNiger est une première au Niger et démontre qu'avec l'appui des structures locales (dispensaires) et des outils assez simples, on peut étudier les liens entre santé des populations et activités agricoles. Une association significative entre certaines manifestations respiratoires et l'habitat en zone agricole humide, où les pesticides sont plus utilisés, a été observée, comparativement à la zone agropastorale caractérisée par une prédominance de l'élevage. Toutefois, d'autres facteurs pouvant influer sur la santé respiratoire diffèrent entre les deux zones, comme la pollution liée à la combustion de la biomasse ou aux feux de brousse pour démailloter et également des maladies comme le paludisme ou la tuberculose. Des études ultérieures devront nécessairement prendre en compte de façon plus précise ces facteurs. Une étude préparatoire plus approfondie avec les acteurs de terrain pourrait en outre permettre d'améliorer l'adhésion des populations, notamment aux mesures du souffle.

Dans les deux contextes, au Niger comme en France, l'utilisation d'insecticides au domicile était associée à une augmentation du risque de certains symptômes respiratoires ou d'irritation cutanéomuqueuse, chez les enfants et dans une moindre mesure chez les adultes

également. Ainsi, la prise en compte des expositions domestiques apparaît importante dans l'étude des effets respiratoires des pesticides en population générale.

Afin d'apprécier les conséquences réelles de l'exposition environnementale aux pesticides sur la santé respiratoire, il est nécessaire de mieux caractériser les expositions, en particulier par des observations de terrain, permettant de définir les niveaux et d'identifier les déterminants de cette exposition. Enfin, un schéma longitudinal avec un suivi prolongé sur plusieurs saisons permettrait de mieux renseigner le lien entre les utilisations agricoles de pesticides et les effets à court terme sur la santé respiratoire des riverains.

REFERENCES

1. Conseil des Communautés Européennes. Directive 91/414/CEE du Conseil du 15 juillet 1991 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques. Journal officiel n° L 230; 1991. URL : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:31991L0414>
2. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, FAO. (2002) *Les perspectives à long terme. Perspectives agricoles*. In : Agriculture mondiale: horizon 2015/2030 [Rapport abrégé]. URL: <http://www.fao.org/docrep/004/y3557f/y3557f00.htm>
3. UIPP, Union des Industries de la Protection des Plantes. (2010) L'utilité des produits phytopharmaceutiques. URL : <http://www.uipp.org>
4. Baldi I. (2013) La toxicité des pesticides, enjeu de santé publique. *Santé & Travail* N°084.
5. Bonte J B. (2010) La rotation des cultures dans les systèmes céréaliers biologiques : peut-on combiner performances économiques, agronomiques et environnementales ? Première approche d'analyse multicritère. Mémoire de fin d'études – ARVALIS – Institut du Végétal. 61 pages. <http://www.itab.asso.fr/downloads/programmes/rotab-memoir-oct-2010.pdf>
6. L'allongement des rotations, un levier agronomique et environnemental www.centre.chambagri.fr/fileadmin/documents/CRA_Centre/Environnement/Ecophyto/Com_Ecophyto_aout_2012/Ecophyto_centre_ALL_ROTATIONS_BD.pdf
7. Systems for producing diseases-free citrus plants in Cuba Havana 2003. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/006/y9682e.pdf>
8. World agriculture: towards 2015/2030 Summary report Rome 2002 <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/y3557e/y3557e.pdf>
9. Projet d'éducation à la consommation alimentaire dans les formations à l'animation volontaire. Dossier réalisé par Claude-Alexandre Goulard 2012 http://draaf.languedoc-roussillon.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/diagnostique_alimentaire_cle876392.pdf
10. Arrêté n° 322 du 7 juin 2013 organisant la lutte contre la flavescence dorée, son vecteur et le bois noir de la vigne dans le département de la Côte d'Or. http://www.bourgogne.gouv.fr/assets/files/environnement/consultations_diverses/20130610_arrete_flavescence_doree.pdf
11. Eldrige, B. (2008) *Pesticide application and safety training for applicators of public health pesticides*. California. Department of Public Health
12. INSERM. (2013) Pesticides : Effets sur la santé. Paris : Inserm, URL : [Expertise+Pesticides+synthese+2013+VF.pdf](http://www.inserm.fr/Expertise+Pesticides+synthese+2013+VF.pdf)
13. Bouvier G, Seta N, Vigouroux-Villard A, Blanchard O, Momas I. Insecticide urinary metabolites in nonoccupationally exposed populations. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2005; 8(6):485-512.
14. Teil MJ, Blanchard M, Chevreuil M. Atmospheric deposition of organochlorines(PCBs and pesticides) in northern France. *Chemosphere* 2004; 55(4):501-1
15. CORPEN. (2007) Les produits phytosanitaires dans l'air : origine, surveillance et recommandations pratiques en agriculture, Groupe Phyt'air. URL : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_phytos_dans_air_08.pdf
16. Air Pays de la Loire. (2005) Mesure de produits phytosanitaires en zones viticoles et urbaines de Loire-Atlantique, Campagne 2004.

17. Durham WF, Wolfehr HR. (1962) Measurement of the exposure of workers to pesticides. *Bull WHO*; 26: 75-91.
18. Bonsall JL. (1985) *Measurement of occupational exposure to pesticides*. In : *Occupational Hazards of Pesticide Use*. London: Taylor and Francis.
19. Cherrie JW, Semple S, Christopher Y, Saleem A, Hughson GW, Philips A. How important is inadvertent ingestion of hazardous substances at work? *Ann Occup Hyg* 2006; 50(7):693-704.
20. Baldi I, Lebailly P, Jean S, Rougetet L, Dulaurent S, Marquet P. Pesticide contamination of workers in vineyards in France. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2006; 16(2):115-24.
21. Fenske RA, Hamburger SJ, Guyton CL. Occupational exposure to fosetyl-Al fungicide during spraying of ornamentals in greenhouses. *Arch Environ Contam Toxicol* 1987; 16(5):615-21.
22. Pang Y, MacIntosh DL, Camann DE, Ryan PB. Analysis of aggregate exposure to chlorpyrifos in the NHEXAS-Maryland investigation. *Environ Health Perspect* 2002; 110(3):235-40.
23. Andrew Clayton C, Pellizzari ED, Whitmore RW, Quackenboss JJ, Adgate J, Sefton K. Distributions, associations, and partial aggregate exposure of pesticides and polynuclear aromatic hydrocarbons in the Minnesota Children's Pesticide Exposure Study (MNCPEs). *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2003; 13(2):100-11.
24. Morgan MK, Sheldon LS, Croghan CW, Jones PA, Robertson GL, Chuang JC, Wilson NK, Lyu CW. Exposures of preschool children to chlorpyrifos and its degradation product 3,5,6-trichloro-2-pyridinol in their everyday environments. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2005; 15(4):297-309.
25. ANSES. (2011) Étude de l'alimentation totale française 2 (EAT 2) Tome 2 Résidus de pesticides, additifs, acrylamide, hydrocarbures aromatiques polycycliques [Avis de l'Anses Rapport d'expertise]. Maisons-Alfort : ANSES. URL : PASER2006sa0361Ra2.pdf.
26. Gasull M, Bosch De Base M, Puigdomenech E, Pumarega J, Porta M. Empirical analyses of the influence of diet on human concentrations of persistent organic pollutants: a systematic review of all studies conducted in Spain. *Environ Int* 2011; 37 : 1226-1235
27. Tagiyeva N, Devereux G, Semple S, Sherriff A, Henderson J, Elias P, Ayres JG. Parental occupation is a risk factor for childhood wheeze and asthma. *Eur Respir J* 2010; 35(5):987-93.
28. Gascon M, Morales E, Sunyer J, Vrijheid M. Effects of persistent organic pollutants on the developing respiratory and immune systems: a systematic review. *Environ Int* 2013; 52:51-65.
29. Krieger R I. (2010) Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology. 3rd Edition. San Diego: Academic Press/Elsevier.
30. AGRITOX. base de données sur la toxicité des molécules. URL : <http://www.agritox.anses.fr>
31. Phyt'Attitude, synthèse des observations 1997-2007. MSA. Phyt'attitude dossier de presse bilan phyt attitude.pdf
32. Villa A, Cochet A, Guyodo G. Poison episodes reported to French poison control centers in 2006. *Rev Prat* 2008; 58(8):825-31.
33. Pesticide Action Network International. URL: <http://pan-international.org/>
34. Pesticide Action Network International. (2007) A Position of Synthetic Pesticide Elimination: A PAN International Position Paper–Working Group 1.

35. Stephanie Williamson. (2011) Understanding the Full Costs of Pesticides: Experience from the Field, with a Focus on Africa. In: Stoytcheva M Ed. Pesticides - The Impacts of Pesticides Exposure. Rijeka: INTECH. URL: <http://www.intechopen.com/books/pesticides-the-impacts-of-pesticides-exposure>
36. Weichenthal S, Moase C, Chan P. A review of pesticide exposure and cancer incidence in the Agricultural Health Study cohort. *Environ Health Perspect* 2010; 118(8):1117-25.
37. Blanc-Lapierre A, Bouvier G, Gruber A, Leffondré K, Lebailly P, Fabrigoule C, Baldi I. Cognitive disorders and occupational exposure to organophosphates: results from the PHYTONER study. *Am J Epidemiol* 2013; 177(10):1086-96.
38. Petit C, Blangiardo M, Richardson S, Coquet F, Chevrier C, Cordier S. Association of environmental insecticide exposure and fetal growth with a Bayesian model including multiple exposure sources: the PELAGIE mother-child cohort. *Am J Epidemiol* 2012; 175(11):1182-90.
39. Kadhel P, Monfort C, Costet N, Rouget F, Thomé JP, Multigner L, Cordier S. Chlordecone exposure, length of gestation, and risk of preterm birth. *Am J Epidemiol* 2014; 179(5):536-44.
40. Dalphin J-C. Pathologie respiratoire en milieu agricole. *Rev Prat* 1998; 48 :1313-8.
41. Levêque-Morlais N, Tual S, Clin B, Adjemian A, Baldi I, Lebailly P. The AGRiculture and CANcer (AGRICAN) cohort study: enrollment and causes of death for the 2005-2009 period. *Int Arch Occup Environ Health* 2015; 88(1):61-73.
42. Conseil des Communautés Européennes . Règlement (CE) n°1107/2009 du Parlement Européen et du Conseil 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. Journal officiel n° L 309/1; 2009. URL : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0001:0050:FR:PDF>
43. Conseil des Communautés Européennes Règlement (CE) n°1107/2009 du Parlement Européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides et abrogeant la directive 98/8/CE du Conseil. Journal officiel n° L 167/1; 2009. URL : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:167:0001:0123:FR:PDF>
44. Conseil des Communautés Européennes Directive 2004/27/CE du Parlement Européen et du Conseil du 31 mars 2004 instituant un code communautaire relatif aux médicaments à usage humain. Journal officiel n° L 136; 2004. URL : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32004L0027>
45. Conseil des Communautés Européennes Directive 2004/28/CE du Parlement Européen et du Conseil du 31 mars 2004 instituant un code communautaire relatif aux médicaments vétérinaires. Journal officiel n° L 136/58; 2004. URL : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:136:0058:0084:FR:PDF>
46. UNEP / FAO. Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade.URL: www.pic.int
47. Convention de Stockholm. Consultable à l'adresse suivante: http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/treaties/en/unep-pop/trt_unep_pop.pdf
48. FAO. Texte portant règlement intérieur du Comité Sahélien des Pesticides. URL : <http://faolex.fao.org/docs/pdf/mul17467.pdf>
49. Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger. URL : <http://www.reca-niger.org/>
50. INRA, Cemagref. (2006) Pesticides, agriculture et environnement : réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport

- d'expertise scientifique collective. Chapitre 2. Connaissance de l'utilisation des pesticides. URL: http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/pesticides_rapport_d_expertise
51. Gatignol C, Etienne JC. (2010) Pesticides et santé. Rapport parlementaire. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Rapport n° 2463 de l'Assemblée nationale et n° 421 du Sénat. URL : <http://www.assemblee-nationale.fr/13/pdf/rap-off/i2463.pdf>
 52. République française, Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. Chiffres clés de l'environnement- Édition 2013. URL : http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits_editoriaux/Publications/Reperes/2013/reperes-chiffres-cle-environnement-2013.pdf
 53. République française, Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Comité de la prévention et de la précaution. (2002) Risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires : Recommandations. URL : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/09-3.pdf>
 54. République française, Ministère de la santé, Troisième plan national santé environnement (2015-2019). URL: http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/PNSE3_v_finale.pdf
 55. Plan impliquant les ministères chargés de l'agriculture, de l'environnement, de la santé, de la consommation et de la répression des fraudes, dont le texte intégral peut être téléchargé sur le site de l'Observatoire des résidus de pesticides. URL : <http://www.observatoire-pesticides.fr> (rubrique : « Actions des pouvoirs publics »).
 56. République française, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Ecophyto 2018. URL : http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/PLAN_ECOPHYTO_2018-2-2-2_cle8935ee.pdf
 57. République française, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Ecophyto, Axe 9. URL : <http://agriculture.gouv.fr/ecophyto-axe9>
 58. Potier D. Ecophyto 2 [Rapport]. URL : <http://www.dominiquepotier.com/UserFiles/File/rapport-dpotier-pesticides-et-agro-ecologie-basse-def.pdf>
 59. République française, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Ecophyto, Certiphyto. URL : http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/202056_CERTIPHYTO_HD_cle033bdd-1.pdf
 60. AFSSET. (2010) Exposition de la population générale aux résidus de pesticides en France. Synthèse des données d'utilisation, de contamination des milieux et d'imprégnation de la population. Plan d'action ORP 2006-2008. Paris : Afsset.
 61. ORP. (2010) Contamination de l'air. URL : http://www.observatoire-pesticides.fr/upload/bibliotheque/121747523685433608969151273009/pesticides_contamination_air_2010.pdf
 62. ORP. (2004) Etude de faisabilité. URL : http://www.observatoire-pesticides.fr/upload/bibliotheque/502821546671464415775317948618/etude_faisabilite_30juin04.pdf
 63. ORP. (2010) Exposition aux pesticides. URL : http://www.observatoire-pesticides.fr/upload/bibliotheque/171959218396043870616875052847/exposition_population_generale_pesticides_2010_vdef.pdf
 64. ORP. (2010) Propriétés de pesticides. URL : http://www.observatoire-pesticides.fr/upload/bibliotheque/741344397813583452993824825587/bdd_proprietes_pesticides_2010.pdf

65. Baldi I, Lebailly P, Rondeau V, Bouchart V, Blanc-Lapierre A, Bouvier G, Canal-Raffin M, Garrigou A. Levels and determinants of pesticide exposure in operators involved in treatment of vineyards: results of the PESTEXPO Study. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2012; 22(6):593-600.
66. Baldi I, Lebailly P, Bouvier G, Rondeau V, Kientz-Bouchart V, Canal-Raffin M, Garrigou A. Levels and determinants of pesticide exposure in re-entry workers in vineyards: results of the PESTEXPO study. *Environ Res* 2014; 132:360-9.
67. Lebailly P, Bouchart V, Baldi I, Lecluse Y, Heutte N, Gislard A, Malas JP. Exposure to pesticides in open-field farming in France. *Ann Occup Hyg* 2009; 53(1):69-81.
68. Anses. Pesti'home, l'étude sur les utilisations domestiques des pesticides. URL: <https://www.anses.fr/fr/content/pesti'home-l'etude-sur-les-utilisations-domestiques-des-pesticides>
69. Pingali PL, Rola AC. (1994) *Public Regulatory Roles in Developing Markets: The Case of Pesticides*. In : Pingali PL, Roger PA, eds. *Impact of Pesticides on Farmer Health and the Rice Environment*. Norwell : ERI
70. Labrada R. (2005) *Gestion des mauvaises herbes pour les pays en développement* Addendum 1. Rome: FAO. URL : <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/y5031f/Y5031f.pdf>
71. Alexandratos N.(1995) *World Agriculture: Towards 2010*. Rome: FAO. URL : <http://www.fao.org/docrep/004/y3557e/y3557e00.htm>
72. Kiely T, Donaldson D, Grube A. (2004) *Pesticides industry sales and usage 2000 and 2001 market estimate*. Washington, US Environmental Protection Agency. URL: http://www.epa.gov/pesticides/pestsales/01pestsales/market_estimates2001.pdf
73. PAN UK. (2007) *Hazardous pesticides and health impacts in Africa*. London. URL: http://www.pan-uk.org/attachments/101_Hazardous_pesticides_and_health_impacts_in_Africa.pdf
74. World Health Organization. (1990) *Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture*. Geneva: WHO. URL: [9241561394.pdf](http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2006/np24/en/)
75. Ecobichon DJ. Pesticide use in developing countries. *Toxicology* 2001; 160(1-3):27-33.
76. IFAD. (2009) *Smallholder Farming in Transforming Economies of Asia and the Pacific: Challenges and Opportunities*. URL: [pi_bg_e.pdf](http://www.ifad.org/pi/bg_e.pdf)
77. World Bank (2010) *Reducing the Human and Environmental Risks of Obsolete Pesticides*. Washington: World Bank. URL: <https://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/publication/Reducing%20Risks%20of%20Pesticides-sm.pdf>
78. WHO (2006). *Pesticides are a leading suicide method*. URL: <http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2006/np24/en/>
79. WHO (2008). *The global burden of disease: 2004 update*. Geneva, WHO. URL: <http://www.who.int/evidence/bod>
80. Zuskin E, Mustajbegovic J, Schachter EN, Kern J, Deckovic-Vukres V, Trosic I, Chiarelli A. Respiratory function in pesticide workers. *J Occup Environ Med* 2008; 50(11):1299-305
81. Goldman L, Tran N. (2002) *Toxics and poverty: the impact of Toxic Substances On the Poor in Developing Countries*. Washington: World Bank.
82. Thiam A, Sagna MB (2009) *Monitoring des pesticides au niveau des communautés à la base*. Dakar: Pesticide Action Network Africa. URL : [Rapport_Af_CBM_Fr.pdf](http://www.pan-af.org/Rapport_Af_CBM_Fr.pdf)
83. Kesavachandran CN, Fareed M, Pathak MK, Bihari V, Mathur N, Srivastava AK. Adverse health effects of pesticides in agrarian populations of developing countries. *Rev Environ Contam Toxicol* 2009; 200:33-52.

84. Jamison DT, Breman JG, Measham AR, et al. (2006) Disease Control Priorities in Developing Countries. 2nd edition. Washington (DC): World Bank
85. Dasgupta S, Meisner C, Wheeler D, Xuyen K, Thi Lam N. Pesticide poisoning of farm workers-implications of blood test results from Vietnam. *Int J Hyg Environ Health* 2007; 210(2):121-32.
86. Organisation Mondiale de la Santé. Health Profile of Niger. (2006). URL: http://www.afro.who.int/index.php?option=com_content&view=article&id=1046&Itemid=1932&lang=en
87. WHO. Global Tuberculosis Control Report 2014. URL: <http://www.health.nsw.gov.au/Infectious/tuberculosis/Documents/countries-incidence.pdf>
88. Mamane A, Baldi I, Tessier JF, Raheison C, Bouvier G. Occupational exposure to pesticides and respiratory health. *Eur Respir Rev* 2015; 24(136):306-19.
89. Senthilselvan A, McDuffie HH, Dosman JA. Association of asthma with use of pesticides. Results of a cross-sectional survey of farmers. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146(4):884-7.
90. Kang HK, Dalager NA, Needham LL, Patterson DG Jr, Lees PS, Yates K, Matanoski GM. Health status of Army Chemical Corps Vietnam veterans who sprayed defoliant in Vietnam. *Am J Ind Med* 2006; 49(11):875-84.
91. Bener A, Lestringant GG, Beshwari MM, Pasha MA. Respiratory symptoms, skin disorders and serum IgE levels in farm workers. *Allerg Immunol* 1999; 31(2):52-6.
92. Salameh P, Waked M, Baldi I, Brochard P, Saleh BA. Respiratory diseases and pesticide exposure: a case-control study in Lebanon. *J Epidemiol Community Health* 2006; 60(3):256-61.
93. Salameh PR, Waked M, Baldi I, Brochard P, Saleh BA. Chronic bronchitis and pesticide exposure: a case-control study in Lebanon. *Eur J Epidemiol* 2006; 21(9):681-8.
94. Zuskin E, Schachter EN, Mustajbegovic J. Respiratory function in greenhouse workers. *Int Arch Occup Environ Health* 1993; 64(7):521-6.
95. Zuskin E, Mustajbegovic J, Schachter EN, Kern J, Pavicic D. Respiratory function in vineyard and orchard workers. *Am J Ind Med* 1997; 31(2):250-5.
96. Castro-Gutiérrez N, McConnell R, Andersson K, Pacheco-Antón F, Hogstedt C. Respiratory symptoms, spirometry and chronic occupational paraquat exposure. *Scand J Work Environ Health* 1997; 23(6):421-7.
97. Wilkins JR 3rd, Engelhardt HL, Rublaitus SM, Crawford JM, Fisher JL, Bean TL. Prevalence of chronic respiratory symptoms among Ohio cash grain farmers. *Am J Ind Med* 1999; 35(2):150-63.
98. Sprince NL, Lewis MQ, Whitten PS, Reynolds SJ, Zwerling C. Respiratory symptoms: associations with pesticides, silos, and animal confinement in the Iowa Farm Family Health and Hazard Surveillance Project. *Am J Ind Med* 2000; 38(4):455-62.
99. Beseler CL, Stallones L. Pesticide poisoning and respiratory disorders in Colorado farm residents. *J Agric Saf Health* 2009; 15(4):327-34.
100. Masley ML, Semchuk KM, Senthilselvan A, McDuffie HH, Hanke P, Dosman JA, Cessna AJ, Crossley MF, Irvine DG, Rosenberg AM, Hagel LM. Health and environment of rural families: results of a Community Canvass survey in the Prairie Ecosystem Study (PECOS). *J Agric Saf Health* 2000; 6(2):103-15.
101. Schenker MB, Stoecklin M, Lee K, Lupercio R, Zeballos RJ, Enright P, Hennessy T, Beckett LA. Pulmonary function and exercise-associated changes with chronic low-level paraquat exposure. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 170(7):773-9.

102. Fieten KB, Kromhout H, Heederik D, van Wendel de Joode B. Pesticide exposure and respiratory health of indigenous women in Costa Rica. *Am J Epidemiol* 2009; 169(12):1500-6.
103. Faria NM, Facchini LA, Fassa AG, Tomasi E. Pesticides and respiratory symptoms among farmers. *Rev Saude Publica* 2005; 39(6):973-81.
104. Ejigu D, Mekonnen Y. Pesticide use on agricultural fields and health problems in various activities. *East Afr Med J* 2005; 82(8):427-32.
105. Pathak MK, Fareed M, Bihari V, Mathur N, Srivastava AK, Kuddus M, Nair KC. Cholinesterase levels and morbidity in pesticide sprayers in North India. *Occup Med (Lond)* 2011; 61(7):512-4.
106. Ngowi AV, Maeda DN, Partanen TJ, Sanga MP, Mbise G. Acute health effects of organophosphorus pesticides on Tanzanian small-scale coffee growers. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2001; 11(4):335-9.
107. Jones SM, Burks AW, Spencer HJ, Lensing S, Roberson PK, Gandy J, Helm RM. Occupational asthma symptoms and respiratory function among aerial pesticide applicators. *Am J Ind Med* 2003; 43(4):407-17.
108. Abu Sham'a F, Skogstad M, Nijem K, Bjertness E, Kristensen P. Lung function and respiratory symptoms in male Palestinian farmers. *Arch Environ Occup Health* 2010; 65(4):191-200.
109. Mekonnen Y, Agonafir T. Lung function and respiratory symptoms of pesticide sprayers in state farms of Ethiopia. *Ethiop Med J* 2004; 42(4):261-6.
110. Hernández AF, Casado I, Pena G, Gil F, Villanueva E, Pla A. Low level of exposure to pesticides leads to lung dysfunction in occupationally exposed subjects. *Inhal Toxicol* 2008; 20(9):839-49.
111. Chakraborty S, Mukherjee S, Roychoudhury S, Siddique S, Lahiri T, Ray MR. Chronic exposures to cholinesterase-inhibiting pesticides adversely affect respiratory health of 16 agricultural workers in India. *J Occup Health* 2009; 51(6):488-97.
112. Cha ES, Lee YK, Moon EK, Kim YB, Lee YJ, Jeong WC, Cho EY, Lee IJ, Hur J, Ha M, Lee WJ. Paraquat application and respiratory health effects among South Korean farmers. *Occup Environ Med* 2012; 69(6):398-403.
113. 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. *Appl Ergon* 2011; 42(2):321-30.
114. Mohammed-Brahim B, Garrigou A. Une approche critique du modèle dominant de prévention du risque chimique. L'apport de l'ergotoxicologie. *Activités* 2009 ; 6(1), 49-67.
115. Alavanja MC, Sandler DP, McMaster SB, Zahm SH, McDonnell CJ, Lynch CF, Pennybacker M, Rothman N, Dosemeci M, Bond AE, Blair A. The Agricultural Health Study. *Environ Health Perspect* 1996; 104(4):362-9.
116. Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, Alavanja MC, Sandler DP. Chemical predictors of wheeze among farmer pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 165(5):683-9.
117. Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, Lynch CF, Alavanja MC, Sandler DP. Pesticides and adult respiratory outcomes in the agricultural health study. *Ann N Y Acad Sci* 2006; 1076:343-54.
118. Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, Lynch CF, Alavanja MC, Sandler DP. Pesticides associated with wheeze among commercial pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Am J Epidemiol* 2006; 163(12):1129-37.

119. Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, Henneberger PK, Kullman GJ, Alavanja MC, Sandler DP. Pesticides and atopic and nonatopic asthma among farm women in the Agricultural Health Study. *Am J Respir Crit Care Med* 2008; 177(1):11-8.
120. Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, Henneberger PK, Kullman GJ, Coble J, Alavanja MC, Beane Freeman LE, Sandler DP. Pesticide use and adult-onset asthma among male farmers in the Agricultural Health Study. *Eur Respir J* 2009; 34(6):1296-303.
121. Henneberger PK, Liang X, London SJ, Umbach DM, Sandler DP, Hoppin JA. Exacerbation of symptoms in agricultural pesticide applicators with asthma. *Int Arch Occup Environ Health* 2013; 87(4):423-32.
122. Beard J, Sladden T, Morgan G, Berry G, Brooks L, McMichael A. Health impacts of pesticide exposure in a cohort of outdoor workers. *Environ Health Perspect* 2003; 111(5):724-30.
123. Baldi I, Robert C, Piantoni F, Tual S, Bouvier G, Lebailly P, Raheison C. Agricultural exposure and asthma risk in the AGRICAN French cohort. *Int J Hyg Environ Health* 2014; 217(4-5):435-42.
124. Boers D, van Amelsvoort L, Colosio C, Corsini E, Fustinoni S, Campo L, Bosetti C, La Vecchia C, Vergieva T, Tarkowski M, Liesivuori J, Steerenberg P, van Loveren H. Asthmatic symptoms after exposure to ethylenebisdithiocarbamates and other pesticides in the Europit field studies. *Hum Exp Toxicol* 2008; 27(9):721-7.
125. Hoppin JA, Valcin M, Henneberger PK, Kullman GJ, Umbach DM, London SJ, Alavanja MC, Sandler DP. Pesticide use and chronic bronchitis among farmers in the Agricultural Health Study. *Am J Ind Med* 2007; 50(12):969-79.
126. Valcin M, Henneberger PK, Kullman GJ, Umbach DM, London SJ, Alavanja MC, Sandler DP, Hoppin JA. Chronic bronchitis among nonsmoking farm women in the agricultural health study. *J Occup Environ Med* 2007; 49(5):574-83.
127. Tual S, Clin B, Levêque-Morlais N, Raheison C, Baldi I, Lebailly P. Agricultural exposures and chronic bronchitis: findings from the AGRICAN (AGRIculture and CANcer) cohort. *Ann Epidemiol* 2013; 23(9):539-45.
128. Salameh P, Waked M, Baldi I, Brochard P. Spirometric changes following the use of pesticides. *East Mediterr Health J* 2005; 11(1-2):126-36.
129. Zuskin E, Mustajbegovic J, Schachter EN, Kern J, Deckovic-Vukres V, Trosic I, Chiarelli A. Respiratory function in pesticide workers. *J Occup Environ Med* 2008; 50(11):1299-305.
130. Ruder AM, Yiin JH. Mortality of US pentachlorophenol production workers through 2005. *Chemosphere* 2011; 83(6):851-61. [doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.02.064.]
131. Burns CJ, Cartmill JB, Powers BS, Lee MK. Update of the morbidity experience of employees potentially exposed to chlorpyrifos. *Occup Environ Med* 1998; 55(1):65-70.
132. Calvert GM, Sweeney MH, Morris JA, Fingerhut MA, Hornung RW, Halperin WE. Evaluation of chronic bronchitis, chronic obstructive pulmonary disease, and ventilatory function among workers exposed to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144(6):1302-6.
133. Mamane A, Raheison C, Tessier JF, Baldi I, Bouvier G. Environmental exposure to pesticides and respiratory health. *Eur Respir Rev* 2015; 24(137):462-73. Review.
134. Sunyer J, Torrent M, Muñoz-Ortiz L, Ribas-Fitó N, Carrizo D, Gimalt J, Antó JM, Cullinan P. Prenatal dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE) and asthma in children. *Environ Health Perspect* 2005; 113(12):1787-90.

135. Sunyer J, Torrent M, Garcia-Esteban R, Ribas-Fitó N, Carrizo D, Romieu I, Antó JM, Grimalt JO. Early exposure to dichlorodiphenyldichloroethylene, breastfeeding and asthma at age six. *Clin Exp Allergy* 2006; 36(10):1236-41.
136. Sunyer J, Garcia-Esteban R, Alvarez M, Guxens M, Goñi F, Basterrechea M, Vrijheid M, Guerra S, Antó JM. DDE in mothers' blood during pregnancy and lower respiratory tract infections in their infants. *Epidemiology* 2010; 21(5):729-35.
137. Gascon M, Vrijheid M, Martínez D, Ballester F, Basterrechea M, Blarduni E, Esplugues A, Vizcaino E, Grimalt JO, Morales E, Sunyer J; Infancia y Medio Ambiente Environment and Childhood Project. Pre-natal exposure to dichlorodiphenyldichloroethylene and infant lower respiratory tract infections and wheeze. *Eur Respir J* 2012; 39(5):1188-96.
138. Weselak M, Arbuckle TE, Wigle DT, Krewski D. In utero pesticide exposure and childhood morbidity. *Environ Res* 2007; 103(1):79-86.
139. Glynn A, Thuvander A, Aune M, Johannisson A, Darnerud PO, Ronquist G, Cnattingius S. Immune cell counts and risks of respiratory infections among infants exposed pre- and postnatally to organochlorine compounds: a prospective study. *Environ Health* 2008; 4; 7:62.
140. Liu B, Jung KH, Horton MK, Camann DE, Liu X, Reardon AM, Perzanowski MS, Zhang H, Perera FP, Whyatt RM, Miller RL. Prenatal exposure to pesticide ingredient piperonyl butoxide and childhood cough in an urban cohort. *Environ Int* 2012; 48:156-61.
141. Karmaus W, Kuehr J, Kruse H. Infections and atopic disorders in childhood and organochlorine exposure. *Arch Environ Health* 2001; 56(6):485-92.
142. Karmaus W, Davis S, Chen Q, Kuehr J, Kruse H. Atopic manifestations, breastfeeding protection and the adverse effect of DDE. *Paediatr Perinat Epidemiol* 2003; 17(2):212-20.
143. Salameh PR, Baldi I, Brochard P, Raheison C, Abi Saleh B, Salamon R. Respiratory symptoms in children and exposure to pesticides. *Eur Respir J* 2003; 22(3):507-12.
144. Salam MT, Li YF, Langholz B, Gilliland FD; Children's Health Study. Early-life environmental risk factors for asthma: findings from the Children's Health Study. *Environ Health Perspect* 2004; 112(6):760-5.
145. Duramad P, Harley K, Lipsett M, Bradman A, Eskenazi B, Holland NT, Tager IB. Early environmental exposures and intracellular Th1/Th2 cytokine profiles in 24-month-old children living in an agricultural area. *Environ Health Perspect* 2006; 114(12):1916-22.
146. Tagiyeva N, Devereux G, Semple S, Sherriff A, Henderson J, Elias P, Ayres JG. Parental occupation is a risk factor for childhood wheeze and asthma. *Eur Respir J* 2010; 35(5):987-93.
147. Xu X, Nembhard WN, Kan H, Becker A, Talbott EO. Residential pesticide use is associated with children's respiratory symptoms. *J Occup Environ Med* 2012; 54(10):1281-7.
148. Balluz LS, Philen RM, Brock J, Falter K, Kiefer M, Hart R, Hill RH. Health complaints related to pesticide stored at a public health clinic. *Environ Res* 2000; 82(1):1-6.
149. Ames RG, Howd RA, Doherty L. Community exposure to a paraquat drift. *Arch Environ Health* 1993; 48(1):47-52.
150. Karpati AM, Perrin MC, Matte T, Leighton J, Schwartz J, Barr RG. Pesticide spraying for West Nile virus control and emergency department asthma visits in New York City, 2000. *Environ Health Perspect* 2004; 112(11):1183-7.

151. O'Sullivan BC, Lafleur J, Fridal K, Hormozdi S, Schwartz S, Belt M, Finkel M. The effect of pesticide spraying on the rate and severity of ED asthma. *Am J Emerg Med* 2005; 23(4):463-7.
152. Zhang LX, Enarson DA, He GX, Li B, Chan-Yeung M. Occupational and environmental risk factors for respiratory symptoms in rural Beijing, China. *Eur Respir J* 2002; 20(6):1525-31.
153. LeVan TD, Koh WP, Lee HP, Koh D, Yu MC, London SJ. Vapor, dust, and smoke exposure in relation to adult-onset asthma and chronic respiratory symptoms: the Singapore Chinese Health Study. *Am J Epidemiol* 2006; 163(12):1118-28.
154. Karmaus W, Kuehr J, Kruse H. Infections and atopic disorders in childhood and organochlorine exposure. *Arch Environ Health* 2001; 56(6):485-92.
155. Karmaus W, Davis S, Chen Q, Kuehr J, Kruse H. Atopic manifestations, breast-feeding protection and the adverse effect of DDE. *Paediatr Perinat Epidemiol* 2003; 17(2):212-20.
156. Enquête APACHE, Analyse de pesticides agricoles dans les cheveux. URL : http://www.generations-futures.fr/2011generations/wp-content/uploads/2013/02/Rapport_cheveux_final_bd.pdf
157. InVS (2006). Exposition aérienne aux pesticides des populations à proximité des zones agricoles – Bilan et perspectives du programme régional intercire. St Maurice: InVS. URL : http://www.invs.sante.fr/publications/2006/exposition_pesticides/
158. République française, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire. Le catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages des matières fertilisantes et des supports de culture homologués en France. URL : <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>
159. Neukirch F, Pin I, Knani J, Henry C, Pison C, Liard R, Romazzini S, Bousquet J. Prevalence of asthma and asthma-like symptoms in three French cities. *Respir Med* 1995; 89(10):685-92.
160. Institut national de la statistique et des études économiques Aquitaine. URL : <http://www.insee.fr/fr/regions/aquitaine/>
161. Insee-Population-Evolution de la taille des ménages. URL: http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=AMFd1
162. Airaq. (2006) Campagne de mesures de Produits Phytosanitaires dans l'air ambiant sur la commune de Rauzan (33). URL : http://www.airaq.asso.fr/fileadmin/user_upload/redacteur/RapportPPInVSAIRAQ06.pdf
163. Airaq. (2012) Projet PHYTO'RIV : Evaluation des niveaux en produits phytosanitaires dans l'air ambiant. Communes de Rauzan et de Saint-Symphorien (33). URL : http://www.airaq.asso.fr/fileadmin/user_upload/redacteur/Rapport_PhytoRiv_ET_PP_1201.pdf
164. Comité d'Orientation et de Prospective scientifique de l'observatoire des Résidus des Pesticides. Rapport. URL : http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr/upload/bibliotheque/25b_poster_exposition_aerienne.pdf
165. Karpati AM, Perrin MC, Matte T, Leighton J, Schwartz J, Barr RG. Pesticide spraying for West Nile virus control and emergency department asthma visits in New York City, 2000. *Environ Health Perspect* 2004; 112(11):1183-7
166. O'Sullivan BC, Lafleur J, Fridal K, Hormozdi S, Schwartz S, Belt M, Finkel M. The effect of pesticide spraying on the rate and severity of ED asthma. *Am J Emerg Med* 2005; 23(4):463-7.
167. Ames RG, Howd RA, Doherty L. Community exposure to a paraquat drift. *Arch Environ Health* 1993; 48(1):47-52.

168. Hubal EA, Sheldon LS, Zufall MJ, Burke JM, Thomas KW. The challenge of assessing children's residential exposure to pesticides. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2000; 10(6 Pt 2):638-49.
169. Raanan R, Harley KG, Balmes JR, Bradman A, Lipsett M, Eskenazi B. Early-life Exposure to Organophosphate Pesticides and Pediatric Respiratory Symptoms in the CHAMACOS Cohort. *Environ Health Perspect* 2015; 123(2):179-85.
170. Van Maele-Fabry G, Lantin AC, Hoet P, Lison D. Residential exposure to pesticides and childhood leukaemia: a systematic review and meta-analysis. *Environ Int* 2011; 37(1):280-91.
171. République du Niger, Institut National des Statistiques. URL : <http://www.stat-niger.org/statistique/>
172. Statistiques mondiales. Niger. URL : <http://www.statistiques-mondiales.com/niger.htm>
173. FAO. (2013) Mission conjointe d'évaluation des récoltes et de la sécurité alimentaire au Niger. Rapport spécial. URL : <http://www.fao.org/docrep/017/a1996f/a1996f00.pdf>
174. République du Niger, Institut National des Statistiques. (2007) Rapport National sur les progrès vers l'atteinte des objectifs du millénaire pour le développement. URL : http://www.unicef.org/wcaro/WCARO_Pub_Niger_RptOMD-fr.pdf
175. République du Niger, Ministère de la Santé Publique. (2005) Plan de développement Sanitaire 2005-2009.
176. République du Niger, Institut National des Statistiques, Niger en chiffre. (2013) Annuaire des statistiques. URL http://www.stat-niger.org/statistique/file/Affiches_Depliants/Nigerenchiffres2013_versi.pdf
177. FAO. (2011) Mission conjointe d'évaluation des récoltes et de la sécurité alimentaire au Niger. Rapport spécial. URL : <http://www.fao.org/docrep/013/a1974f/a1974f00.pdf>
178. République du Niger, Institut National des Statistiques, Niger en chiffre. (2011) Annuaire des statistiques. URL : http://www.stat-niger.org/statistique/file/Annuaire_Statistiques/Annuaire_ins_2011/Niger%20en%20chiffres%20nov%202011.pdf
179. Plan de Gestion des Pestes et Pesticides, *Projet de développement des exportations et des marchés agro-sylvo-pastoraux (PRODEX)*, Novembre 2008, Rapport final, 53 pages
180. Communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest, Direction de l'Agriculture et du Développement Rural. URL : <http://www.agric.comm.ecowas.int/Reglementation/pesticides/>
181. Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger. (2013) Atelier, point des insecticides ou acaricides en vente au Niger. URL : http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/RECA_atelier_pesticides_animateurs_Partie1.pdf
182. Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger. (2013) Les pesticides autorisés au Niger : entre réglementation commune du CILSS et Règlement de la CEDEAO ? Note d'information / Intrants n°25 http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/RECA_intrants_Note25_legislation.pdf
183. Ejigu D, Mekonnen Y. Pesticide use on agricultural fields and health problems in various activities. *East Afr Med J* 2005; 82(8):427-32.
184. Brundtland GH. (1999) Address at the First Steering Committee Meeting. *International Conference on Health Research for Development Geneva*.
185. Delisle H1, Roberts JH, Munro M, Jones L, Gyorkos TW. The role of NGOs in global health research for development. *Health Res Policy Systems* 2005; 3 (1):3. 3.

ANNEXES



CrossMark

Occupational exposure to pesticides and respiratory health

Ali Mamane^{1,2}, Isabelle Baldi^{1,2,3}, Jean-François Tessier², Chantal Raheison^{1,2,4} and Ghislaine Bouvier^{1,2}

Affiliations: ¹ISPED – Laboratoire Santé Travail Environnement, INSERM U897, Université de Bordeaux, Bordeaux, France. ²ISPED – Centre INSERM U897 – Epidémiologie-Biostatistique, Bordeaux, France. ³Service de Médecine du Travail, CHU de Bordeaux, Bordeaux, France. ⁴Service des Maladies Respiratoires, CHU de Bordeaux, Bordeaux, France.

Correspondence: Ali Mamane, ISPED – Laboratoire Santé Travail Environnement, INSERM U897, Université de Bordeaux, 146 rue Léo Saignat, Bordeaux 33076, France. E-mail: ali.mamane@isped.u-bordeaux2.fr

ABSTRACT This article aims to review the available literature regarding the link between occupational exposure to pesticides and respiratory symptoms or diseases. Identification of epidemiological studies was performed using PubMed. 41 articles were included, 36 regarding agricultural workers and five regarding industry workers.

Among the 15 cross-sectional studies focusing on respiratory symptoms and agricultural pesticide exposure, 12 found significant associations with chronic cough, wheeze, dyspnoea, breathlessness or chest tightness. All four studies on asthma found a relationship with occupational exposure, as did all three studies on chronic bronchitis. The four studies that performed spirometry reported impaired respiratory function linked to pesticide exposure, suggestive of either obstructive or restrictive syndrome according to the chemical class of pesticide.

12 papers reported results from cohort studies. Three out of nine found a significant relationship with increased risk of wheeze, five out of nine with asthma and three out of three with chronic bronchitis. In workers employed in pesticide production, elevated risks of chronic obstructive pulmonary disease (two studies out of three) and impaired respiratory function suggestive of an obstructive syndrome (two studies out of two) were reported.

In conclusion, this article suggests that occupational exposure to pesticides is associated with an increased risk of respiratory symptoms, asthma and chronic bronchitis, but the causal relationship is still under debate.



@ERSpublications

A review of occupational (agricultural and industry) exposure to pesticides and associated respiratory health effects <http://ow.ly/M09Gc>

Introduction

Worldwide each year 4 million people die prematurely from chronic respiratory diseases [1], around 300 million people suffer from asthma and 210 million people suffer from chronic obstructive pulmonary disease (COPD) [2]. This situation has led stakeholders to advocate strengthening the fight against the major risk factors for respiratory diseases, including air pollution [3].

Chronic respiratory diseases affect the entire airway from the ear, nose and throat to the pulmonary alveoli, and are characterised by an inflammatory condition induced or aggravated by viruses, bacteria, fungi and environmental components [4, 5]. Among these, allergens, toxins, tobacco smoke, gaseous or

This article has supplementary material available from err.ersjournals.com

Received: July 30 2014 | Accepted after revision: Oct 07 2014

Conflict of interest: None declared.

Provenance: Submitted article, peer reviewed.

Copyright ©ERS 2015. ERR articles are open access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial Licence 4.0.

particulate air pollutants and a number of chemicals, including pesticides, can present a risk to the respiratory system [6–8].

The generic term “pesticides” covers over 1000 various chemical substances, and they have been increasingly used on crops and livestock since the 1950s. Pesticides can be classified according to their target within three main categories and their numerous chemical groups. 1) Insecticides: organochlorines, organophosphates, carbamates, pyrethroids and newer chemical groups such as neonicotinoids and phenylpyrazoles. 2) Herbicides: amides, chlorophenoxy, bipyridyls, dinitroanilines, triazines, urea herbicides and aminophosphonates. 3) Fungicides: inorganic, dithiocarbamates, anilides, dicarboximides, strobilurin, aromatic, (benz)imidazoles and conazoles. There are also other categories based on target organisms, *i.e.* nematocides, acaricides, rodenticides and fumigants [9]. However, the classification of pesticides remains difficult because a substance can belong to different chemical groups, have different targets and several modes of action. As for toxicity, most of the insecticides, but also some fungicides and herbicides, are neurotoxic, and some substances from various chemical groups can exert genotoxic, reprotoxic and other toxic effects separately and independently from their main effect on weeds, insects or fungal diseases. As a consequence, no worldwide accepted classification currently exists.

Occupational exposure to pesticides occurs directly during manufacture of the product, during transport and storage, and during preparation and spreading by the user, but also during re-entry into treated fields, harvest and equipment cleaning [10, 11]. In agriculture, most pesticides enter the body dermally, followed by respiratory and oral routes [11, 12]. Pesticide inhalation mainly occurs during fumigation, mixture preparation and/or application in closed environments (greenhouses and manufacturing plants). Occupational exposure of farmers, farm workers and pesticide manufacturing industry workers might be the most significant, and has been extensively studied, although para-occupational and residential exposure also deserve interest [13, 14].

A few *in vitro* and animal studies have assessed the toxicity of certain pesticides towards the respiratory system. The exposure of rats to hexachlorobenzene (aromatic fungicide) induced eosinophilic airway inflammation and methacholine bronchial hyperreactivity [5]. Bipyridyl herbicides (paraquat and diquat) are also well known lung toxicants *via* reactive oxygen species (ROS) production [15]. *In vitro* cytotoxicity of folpel (phthalimide fungicide) on human bronchial epithelial cells has also been observed, with a production of ROS in the first hour of exposure, suggesting that folpel exposure could be involved in the pathogenesis of acute or chronic inflammatory respiratory diseases [16].

Thus, the purpose of this article is to review the link between occupational exposure to pesticides and the occurrence of respiratory diseases or symptoms in epidemiological studies.

Methods

Our research was based on the recommendations of the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) statement [17]. A comprehensive search of studies published up to December 2013 on pesticide exposure and respiratory health (chronic diseases, clinical symptoms and impairment in respiratory function) was conducted in the MEDLINE database of the US National Library of Medicine (accessed *via* PubMed). The following keywords were used: “(pesticides OR agrochemicals OR insecticides OR fungicides OR herbicides) and (respiratory disorders OR respiratory diseases OR lung diseases OR wheeze OR asthma OR cough OR bronchitis OR dyspnea) and (epidemiology OR epidemiologic study OR case-control OR cohort) not warfarin” with the following limits: “humans” and “English/French” language.

We retrieved 427 papers; 64 review articles that did not contain original data were excluded (fig. 1). Selection of articles was performed based on titles, then by reading the abstracts so as to rule out irrelevant papers. Three articles identified from the authors’ references were added, leading to a total of 68 articles. Seven papers were excluded after reading the full text of the article: four dealt with overall mortality but did not specifically deal with respiratory diseases [18–21], two were toxicology studies [22, 23] and one investigated idiopathic pulmonary fibrosis without mentioning exposure to pesticides [24]. Thus, 61 articles were finally selected for review (fig. 1), 41 dealing with occupational exposures and 20 with environmental exposures. In this review, we will focus on occupational exposure and respiratory health effects.

A standardised reading form allowed us to collect the following information: first author, year of publication, location, study design, objectives, population, respiratory effect, exposure assessment, main results and conclusions.

Among the 36 articles involving agricultural professionals, 22 study designs were cross-sectional, two were case-control and 12 were longitudinal (cohorts). Five studies (one longitudinal (cohort) and four cross-sectional studies) examined exposure among workers in the pesticide industry.

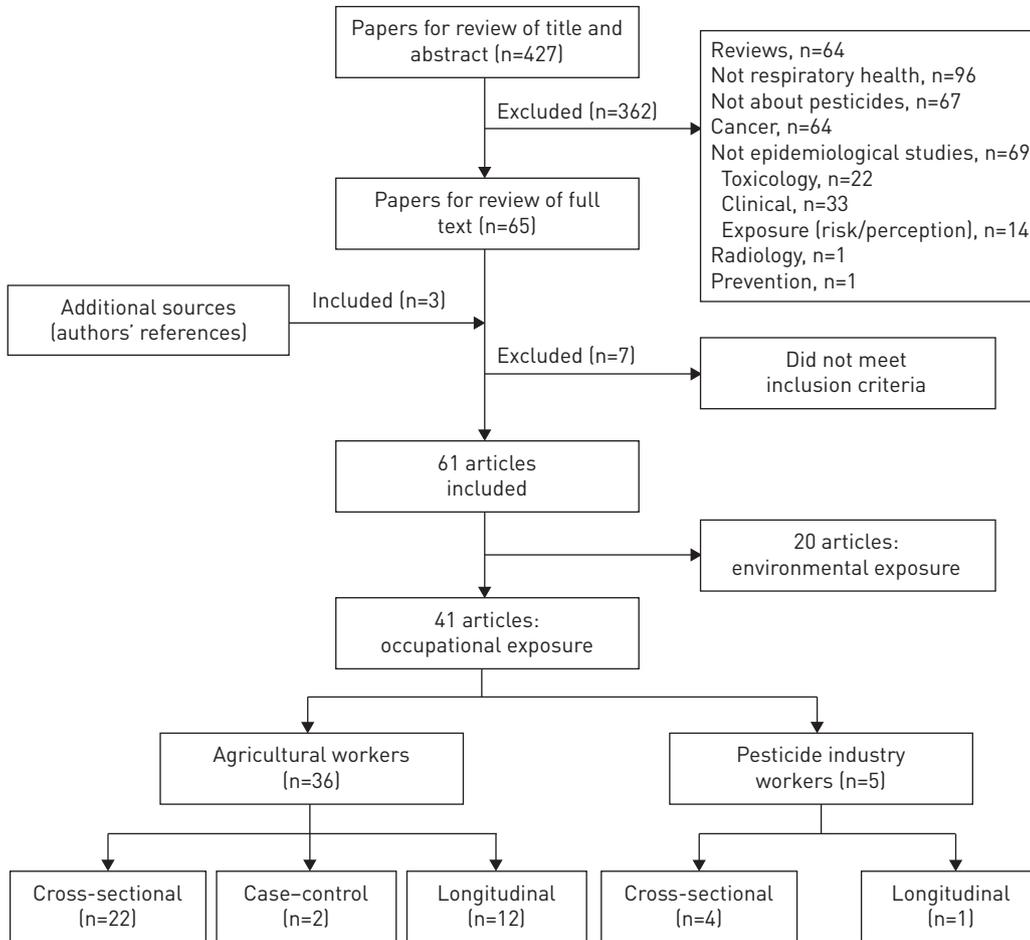


FIGURE 1 Flow chart for the identification and selection of included articles.

Results

Studies on agricultural workers

Cross-sectional and case-control studies

Among the 24 cross-sectional and case-control studies, 20 were based on self-reported symptoms or diagnoses (18 without and three with confirmation by a physician or general practitioner), and measurements of respiratory function were performed in four studies (table 1). Table S1 describes these cross-sectional and case-control studies.

Respiratory diseases: asthma and chronic bronchitis

Regarding respiratory diseases, asthma was studied in four studies [25–28] and chronic bronchitis or COPD were investigated in three studies [26, 27, 29].

Three cross-sectional studies have been conducted since the 1990s. A survey on 1939 male farmers from Saskatchewan (Canada) showed a significant association between self-reported asthma confirmed by a doctor and the use of carbamate insecticides (OR 1.8, 95% CI 1.01–3.01) over the past 5 years [25]. In 2006, a study focusing on 1499 Vietnam veterans who applied Agent Orange (the mixture of two equal parts of the herbicides 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T)) showed a higher frequency of chronic respiratory diseases, such as chronic bronchitis, asthma, emphysema or tuberculosis (OR 1.62, 95% CI 1.28–2.05), compared with 1428 matched military employees who did not fight in Vietnam [26]. In the United Arab Emirates in 1999, 98 male agricultural workers were compared to 98 non-agricultural workers. Exposure was defined as having applied pesticides during the month preceding the study or working in close proximity to spreading areas (60% of agricultural workers). A higher prevalence of asthma (OR 1.8, 95% CI 1.01–3.01) and chronic bronchitis (OR 1.38, 95% CI 1.09–1.78) was observed [27].

Two case-control studies were conducted in Lebanon in 2006. Based on the subjects' responses, three types of exposure (occupational, para-occupational, and domestic or living next to a farm) were defined.

TABLE 1 Effects of pesticides on the respiratory health of agricultural workers

First author [ref.]	Country	Summary of method			Statistically significant main findings
		Population	Pesticide exposure	Health outcomes	
Respiratory diseases: asthma and bronchitis					
SENTHILSELVAN [25]	Canada	1939 farmers	Organophosphate, organochlorine, carbamate insecticides	Self-reported respiratory symptoms	Increased asthma with carbamate insecticide use
KANG [26]	USA	1499 Vietnam veterans/ 1428 non-Vietnam veterans	Sprayed herbicides (Agent Orange)	Self-reported; chronic medical condition diagnosed by a doctor	Increased chronic bronchitis and asthma, elevated among Vietnam veterans who sprayed herbicides <i>versus</i> non-Vietnam veterans
BENER [27]	United Arab Emirates	98 farmers/98 controls	Pesticides (not specified)	Lifelong respiratory symptoms	Increased chronic cough and asthma in farmers <i>versus</i> controls
SALAMEH [28]	Lebanon	245 asthma cases/ 262 controls	Pesticides (not specified)	Confirmation of asthma by lung specialist	Increased asthma with any exposure to pesticides
SALAMEH [29]	Lebanon	110 chronic bronchitis cases/262 controls	Pesticides (not specified)	Confirmation of chronic bronchitis by lung specialist	Increased chronic bronchitis according to increase in intensity and/or duration of different levels of exposure to pesticides
Respiratory symptoms					
ZUSKIN [30]	Croatia	167 exposed/ 81 unexposed workers	Pesticides (not specified)	Lifelong respiratory symptoms	Increased chronic cough, dyspnoea and chest tightness in exposed females <i>versus</i> controls (p<0.01)
ZUSKIN [31]	Croatia	174 exposed/ 115 unexposed workers	Pesticides (not specified)	Pulmonary function measures (spirometry)	Increased chronic cough and chronic phlegm (p<0.05) in workers employed for >10 years
CASTRO-GUTIÉRREZ [32]	Nicaragua	134 paraquat exposed/ 152 unexposed workers	Paraquat	Respiratory symptoms during the last 24 months	Increased episodic wheezing accompanied by shortness of breath among the more intensely exposed workers
WILKINS [33]	USA	1793 farmers	Pesticides (not specified)	Respiratory symptoms during the last 12 months	Increased chronic cough with lifetime tractor operations
SPRINCE [34]	USA	385 farmers	Agricultural pesticides (insecticides for crops and livestock, and herbicides)	Respiratory symptoms	Increased ever-wheezy chest due to applying pesticides to livestock
BESELER [35]	USA	761 farm operators and spouses	Agricultural pesticides (not specified)	History of respiratory disorders and symptoms	Increased wheeze with pesticide poisoning in current smokers
MASLEY [36]	Canada	511 males, 499 females and 393 children	Pesticides and fertilisers	Respiratory symptoms during life	Increase in one or more respiratory symptoms (cough, phlegm, wheeze or shortness of breath) with pesticide exposure
SCHENKER [37]	Costa Rica	219 farm workers/ 110 controls	Paraquat	Respiratory symptoms	Increased shortness of breath with wheeze with each unit increase in the total cumulative paraquat index

Continued

TABLE 1 Continued

First author [ref.]	Country	Summary of method			Statistically significant main findings
		Population	Pesticide exposure	Health outcomes	
FIETEN [38]	Costa Rica	69 exposed/ 58 unexposed workers	Terbufos, chlorpyrifos, paraquat	Respiratory symptoms during past year	Increased wheeze with exposure to the organophosphate insecticides chlorpyrifos and terbufos in nonsmokers
FARIA [39]	Brazil	1379 farmers	Organophosphates, pyrethroids and dithiocarbamates	Self-reported asthma and chronic respiratory diseases	Increased asthma symptoms and chronic respiratory disease symptoms with pesticide poisoning
EJIGU [40]	Ethiopia	82 farm workers/ 47 controls	Agricultural pesticides (not specified)	Lifelong respiratory symptoms	Increased prevalence of respiratory symptoms, including cough, phlegm and wheeze in farm workers <i>versus</i> controls ($p < 0.05$)
PATHAK [41]	India	108 pesticide sprayers/ 30 controls	Agricultural pesticides	Respiratory symptoms	Increased respiratory symptoms with tractor-mounted sprayers compared to controls
NGOWI [42]	Tanzania	133 coffee farm workers	Agricultural pesticides: fungicides, insecticides and herbicides	Respiratory symptoms during spraying and nonspraying seasons	No significant association
JONES [43]	USA	100 pilots (aerial spraying of pesticides)/ 100 controls	Agricultural pesticides	Respiratory symptoms	No significant association
ABU SHAM'A [44]	Palestine	250 farmers	Agricultural pesticides not specified	Respiratory symptoms during the last 12 months	No significant association
Respiratory function MEKONNEN [45]	Ethiopia	102 pesticide sprayers/ 69 non-sprayers	Pesticides on the farms: chlorpyrifos, diazinon and malathion	Pulmonary function measurements	Decreased lung volumes (reduced FVC and FEV ₁) in the 15–24-year age group of pesticide sprayers compared to similarly aged non-sprayers
HERNÁNDEZ [46]	Spain	89 pesticide sprayers/ 25 unexposed farm workers	10 agricultural pesticides	Physical examination during the peak spraying season	Decreased FEF _{25–75%} with lifelong cumulative exposure to pesticides; decreased lung volumes (restrictive disease) with recent exposure to neonicotinoids
CHAKRABORTY [47]	India	376 exposed/ 348 controls	Agricultural pesticides	Pulmonary function measurements	Decreased lung function in exposed workers compared to controls ($p < 0.001$)
CHA [48]	South Korea	2508 paraquat applicators/ 374 non-paraquat applicators	Paraquat	Report of doctor-diagnosed symptoms/diseases: COPD and asthma; pulmonary function measurements	Decreased restrictive ventilatory defect with paraquat application

All the studies were cross-sectional except those of SALAMEH and co-workers [28, 29], which were case-control studies. FVC: forced vital capacity; FEV₁: forced expiratory volume in 1 s; FEF_{25–75%}: forced expiratory flow at 25–75% of FVC; COPD: chronic obstructive pulmonary disease.

The first study included 245 asthmatics and 262 controls selected by a chest physician. A significant increase in the risk of asthma for any type of pesticide exposure was observed (OR 2.11, 95% CI 1.47–3.02) and occupational use showed the highest risk (OR 4.98, 95% CI 1.07–23.28) [28]. The second study included 110 subjects with chronic bronchitis confirmed by a lung specialist and 262 controls. The results of this study showed that chronic bronchitis was associated with exposure to pesticides (OR 2.46, 95% CI 1.53–3.94), particularly with occupational exposure (OR 15.92, 95% CI 3.50–72.41) [29].

Respiratory symptoms

15 cross-sectional studies investigated the link between agricultural work or pesticide exposure and various respiratory symptoms.

In Croatia in 1993, the respiratory health of 167 greenhouse workers was compared to 81 office workers. Chronic cough, dyspnoea and rhinitis were more frequent in exposed females, and rhinitis was more frequent in exposed males [30]. In 1997, 174 vineyard and orchard workers from Croatia were found to suffer more frequently from dyspnoea, chest tightness, chronic cough and chronic phlegm than unexposed workers employed in the food industry [31]. In 1997 in Nicaragua, symptoms of 134 applicators of paraquat on banana plantations were compared to 152 controls, *i.e.* nonsprayer plantation workers. They suffered more frequently from severe dyspnoea (least exposed: OR 2.8; most exposed: OR 4.6) and episodic breathlessness and wheezing (most heavily exposed: OR 2.9) [32].

A study dealing with cereal producers in Ohio, USA, in 1999 on 1793 male cereal producers showed an association between past life as a tractor driver and chronic cough (OR 3.34, 95% CI 1.30–10.8). It also revealed a link between the surface area of corn grown for silage or fodder and cough (OR 3.85, 95% CI 1.04–14.2). Direct contact with pesticides was not significantly associated with chronic cough and dyspnoea [33]. Insecticide use on livestock over the past 12 months was associated with a significantly increased risk of chronic phlegm (OR 1.91, 95% CI 1.02–3.57), wheezing (OR 3.92, 95% CI 1.76–8.72) and influenza-like symptoms (OR 2.93, 95% CI 1.69–5.12), whereas no association was observed for the use of insecticides or herbicides on crops in 385 male farmers in Iowa, USA [34]. In study from north eastern Colorado (USA), including 761 farmers and their spouses in 2009, pesticide intoxication was found to be significantly associated with cough (OR 2.18, 95% CI 1.03–4.64) and allergy (OR 1.95, 95% CI 1.08–3.53) among nonsmokers and with wheezing among smokers (OR 8.21, 95% CI 1.28–52.6) [35]. The PECOS (Prairie Echo) study, conducted in 2000 in rural Saskatchewan, showed an increased prevalence of bronchitis (OR 4.3, 95% CI 2.0–9.4) and respiratory symptoms (cough, chronic phlegm, wheezing and shortness of breath) (OR 2.4, 95% CI 1.1–5.2) among farmers' wives only [36]. In 2004, SCHENKER *et al.* [37] studied paraquat exposure on banana, coffee and oil palm tree plantations in male farm workers in Costa Rica. A cumulative index of exposure, taking into account the history of tasks and protective equipment, was calculated. For each unit increase of this index, the risk of chronic cough was almost doubled (OR 1.8, 95% CI 1.0–3.1) and was more than doubled for breathlessness and wheezing (OR 2.3, 95% CI 1.2–5.1) [37]. Another study by FIETEN *et al.* [38] showed a higher incidence of wheezing in nonsmokers reporting use of chlorpyrifos (OR 6.7, 95% CI 1.6–28.0) or terbufos (OR 5.9, 95% CI 1.4–25.6) among 69 female Costa Rican plantain workers.

A study conducted in 2005 among 1379 Brazilian agricultural workers showed that a history of pesticide poisoning was associated with a higher prevalence of asthma symptoms (OR 1.54, 95% CI 1.04–2.58) and chronic respiratory disease symptoms (OR 1.57, 95% CI 1.08–2.28), the effect of these pesticide exposures on respiratory disease was stronger in females than males [39].

A study on 82 Ethiopian male farmers applying pesticides on corn, sesame, pepper, soy and wheat found a higher prevalence of chronic cough, phlegm and wheeze compared to 47 office workers [40].

The most recent study in 2011 was performed in India (north Uttar Pradesh) in 108 male pesticide applicators (42 backpack sprayers and 66 tractor-mounted sprayers) on cereals and vegetables. There was an increased risk of respiratory symptoms among applicators using a tractor-mounted sprayer (OR 5.14, 95% CI 1.0–29) and a nonsignificant increase for those using a backpack sprayer (OR 3.41, 95% CI 0.77–21) compared to control subjects [41].

Three cross-sectional studies reported no association between occupational exposure to pesticides or working in agriculture and respiratory health. In the 1990s, the frequency of respiratory symptoms reported by 133 farmers in Tanzanian coffee plantations was comparable between spraying and nonspraying periods of organophosphate insecticide [42]. In 2003, no difference in the frequency of respiratory symptoms was observed between 100 pilots performing aerial application of agricultural pesticides in the USA and 100 unexposed matched controls [43]. Finally, no significant association was found between exposure to organophosphate pesticides and reported respiratory symptoms among 250 Palestinian male farmers cultivating fruit and vegetables [44].

Respiratory function

Finally, only four cross-sectional studies performed respiratory function measurements. In 2004, a study was performed in Ethiopia in the Great Rift Valley among 102 pesticide sprayers on orchards, cereal and vegetable crops, and in a control group of 69 nonapplicator farm workers. Sprayers were backpack applicators of organophosphate insecticides (chlorpyrifos, diazinon and malathion). The 15–24-year age group of pesticide sprayers had significantly reduced forced expiratory vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in 1 s (FEV₁) compared to a similarly aged group of nonsprayers [45]. In greenhouse truck farms in Andalusia, Spain, respiratory function was studied in 89 pesticide applicators and 25 nonapplicators. Recent exposure to cholinesterase inhibitors was associated with a decrease in FEV₁, and cumulative lifetime exposure to pesticides with a reduction in forced expiratory flow at 25–75% of FVC (FEF_{25–75%}); both are signs of obstructive airway syndrome. Recent use of neonicotinoid insecticides was associated with various impairments in lung function suggesting a restrictive syndrome, and use of bipyridilium herbicides with abnormal alveolar–capillary diffusion [46]. CHAKRABORTY *et al.* [47] compared respiratory function of 376 nonsmoking male farmers in rural Bengal, India, who applied organophosphate and carbamate insecticides to rice, wheat and vegetable crops, and 348 nonagricultural workers. A significant reduction in lung function (FVC and FEV₁/FVC) was observed in the farmers [47]. A study conducted among South Korean farmers (2508 applicators of paraquat and 374 nonapplicators) found significantly lower FVC and FEV₁ in applicators with a dose–response relationship for duration of paraquat application (>30 years: OR 1.89, 95% CI 1.11–3.24; >150 days: OR 1.76, 95% CI 1.04–2.98) [48].

Finally, 12 out of 15 cross-sectional studies found a significant relationship between pesticide exposure and various respiratory symptoms; four studies out of four found a relationship with asthma and three studies out of three found a relationship with chronic bronchitis. Regarding the definition of respiratory health, all four studies measuring respiratory function showed impaired function (FEV₁, FVC and FEF_{25–75%} reduction) linked to pesticide exposure. To assess respiratory health symptoms or diseases, 16 studies used standardised, validated questionnaires either from the British Medical Research Council (MRC), the American Thoracic Society (ATS), the ATS Division of Lung Diseases or the European Community Respiratory Health Survey (ECRHS).

However, in some studies, pesticide exposure assessment was missing or very brief. Working in the agricultural sector was assumed to be equivalent to being exposed to pesticides. However, although only a few studies assessed lifelong pesticide use and calculated cumulative exposure indexes, they all found a dose–effect relationship [32, 37, 46, 48].

Longitudinal studies

Table 2 presents a summary of the longitudinal studies on respiratory health and occupational pesticide exposure. Table S2 describes these studies in detail.

Wheeze and asthma

Four cohorts have published results dealing with pesticide exposure and asthma or wheeze.

The main study, the Agricultural Health Study (AHS), is a cohort of 89 655 subjects who were included between 1993 and 1997 in Iowa and North Carolina (both USA) to explore the health effects of pesticides and other agricultural exposures in farm-based pesticide applicators (n=52 394), their spouses (n=32 345) and commercial pesticide applicators (n=4916). Participants were asked about the use of 50 pesticides among the most commonly used in the two states (frequency of use, number of years and number of lifetime application days). The average age was >40 years at baseline [61]. Several studies on occupational pesticide exposure and respiratory health effects have been conducted in the AHS cohort.

An association between wheeze and exposure to 11 pesticides was observed in 20 468 applicators who responded to the respiratory questionnaire, with higher risks for two herbicides (paraquat: OR 1.27, 95% CI 1.04–1.56; S-ethyl-dipropylthiocarbamate (EPTC): OR 1.32, 95% CI 1.05–1.65) and three organophosphate insecticides (parathion: OR 1.50, 95% CI 1.04–2.16; malathion: OR 1.50, 95% CI 1.02–1.28; chlorpyrifos: OR 1.12, 95% CI 1.01–1.25). A dose–response relationship was observed for wheeze and atrazine (>20 days per year: OR 1.53, 95% CI 1.21–1.95) [49].

Among farmers, seven of the 40 pesticides used in the previous year were significantly associated with the occurrence of wheeze over the past 12 months (herbicides: alachlor, atrazine, EPTC, petroleum oil and trifluralin; and insecticides: malathion and permethrin for animals) with odds ratios ranging between 1.13 and 1.37 (the highest value was for EPTC). For commercial applicators, three pesticides (herbicide: chlorimuron-ethyl; and insecticides: dichlorvos and phorate) were associated with higher risks than those observed in farmers, the highest being for dichlorvos (OR 2.48, 95% CI 1.08–5.66) and phorate (OR 2.35, 95% CI 1.36–4.06). A dose–response relationship was observed for chlorimuron-ethyl among

TABLE 2 Respiratory health of agricultural workers: longitudinal studies

First author [ref.]	Country	Summary of method			Statistically significant main findings
		Population	Pesticide exposure	Health outcomes	
Asthma and wheeze					
HOPPIN [49]	USA	20 468 pesticide applicators (farmers) and 16 630 farmers in the AHS	40 specific pesticides	Self-reported wheeze	Increased wheezing with atrazine, chlorpyrifos and parathion
HOPPIN [50]	USA	17 920 pesticide applicators and 2255 commercial pesticide applicators in the AHS	40 specific pesticides	Self-reported wheeze	Increased wheeze with five pesticides used in the past year in farmers; increased wheeze with chlorimuron-ethyl, dichlorvos, and phorate in commercial applicators
HOPPIN [51]	USA	2255 commercial pesticide applicators in the AHS	40 specific pesticides	Self-reported wheeze, asthma (self-reported doctor-diagnosed)	Increased wheeze with eight herbicides; highest odds ratio was for application of chlorpyrifos for >40 days per year
HOPPIN [52]	USA	25 814 female farm workers, including 702 cases of asthma and 25 112 control subjects in the AHS	50 specific pesticides	Self-reported doctor-diagnosed asthma after 19 years of age	Increased atopic asthma with seven insecticides, two herbicides and one fungicide; parathion use had the highest odds ratio (2.88); increased non-atopic asthma only with permethrin use on crops
HOPPIN [53]	USA	19 704 farmers, including 441 cases of asthma and 19 263 control subjects in the AHS	50 specific pesticides	Self-reported doctor-diagnosed asthma after 19 years of age	Increased allergic asthma with ever-use of 12 pesticides and nonallergic asthma with four pesticides; for allergic asthma, the strongest association was with coumaphos (odds ratio 2.34), and for nonallergic asthma with DDT
HENNEBERGER [54]	USA	926 adult pesticide applicators with active asthma in the AHS	36 specific pesticides	Exacerbation of asthma, self-reported visit to emergency room	Increased exacerbation of allergic asthma associated with pendimethalin and aldicarb
BEARD [55]	Australia	1999 outdoor staff working as part of an insecticide application and 1984 outdoor workers not occupationally exposed to insecticides	Pesticides: arsenic, DDT and other chemicals	Ascertainment of vital status	Higher asthma mortality for applicators compared with the general Australian population; increased asthma mortality in subjects working with modern chemicals compared to other subjects
BALDI [56]	France	15 494 farmers, including 1246 cases of asthma in the AGRICAN study	Agricultural pesticides and farming activities	Self-reported doctor-diagnosed asthma	Increased allergic asthma in participants reporting a history of pesticide poisoning
BOERS [57]	Netherlands, Italy, Finland and Bulgaria	248 workers exposed to pesticides and 231 non-exposed workers from the EUROPIT study	Ethylenebisdithiocarbamate and/or other pesticides	Self-reported asthma and respiratory symptoms	No significant association
Chronic bronchitis					
HOPPIN [58]	USA	20 908 farmers, including 654 cases of chronic bronchitis in the AHS	50 specific pesticides	Self-reported doctor-diagnosed chronic bronchitis after 19 years of age	Increased chronic bronchitis with 11 pesticides; heptachlor use had the highest odds ratio (in the adjusted model)

Continued

TABLE 2 Continued

First author [ref.]	Country	Summary of method			Statistically significant main findings
		Population	Pesticide exposure	Health outcomes	
VALCIN [59]	USA	21 541 nonsmoking female spouses of farm workers, including 583 cases of chronic bronchitis in the AHS	50 specific pesticides	Self-reported doctor-diagnosed chronic bronchitis after 19 years of age	Increased chronic bronchitis with five pesticides in nonsmoking spouses of farmers; paraquat use had the highest odds ratio
TUAL [60]	France	14 441 farmers, including 1207 cases of chronic bronchitis	Agricultural pesticides and farming activities	Self-reported doctor-diagnosed chronic bronchitis after 20 years of age	Increased chronic bronchitis with exposure to pesticide poisoning and pesticide use in potato farmers

AHS: Agricultural Health Study; DDT: dichlorodiphenyltrichloroethane; AGRICAN: Agriculture and Cancer.

farmers and commercial applicators (>10 days of use per year: OR 1.39 (95% CI 1.03–1.88) and OR 1.97 (95% CI 1.34–2.90), respectively), and for chlorpyrifos among farmers and commercial applicators (>20 days of use per year: OR 1.48 (95% CI 1.00–2.19) and OR 1.96 (95% CI 1.05–3.66), respectively) [50]. Similar results were observed in 2255 commercial applicators in Iowa [51].

Among 25 814 female farmers in the AHS, 702 (2.7%) reported a diagnosis of asthma, including 282 allergic cases (with eczema or hay fever) and 420 nonallergic cases. Exposure to pesticides was associated with allergic asthma only (OR 1.46, 95% CI 1.14–1.87). 10 pesticides (seven insecticides, two herbicides and one fungicide) were significantly associated with allergic asthma, the highest risks were observed with parathion (OR 2.88, 95% CI 1.34–6.20), coumaphos (OR 2.19, 95% CI 1.02–4.69) and metalaxyl (OR 2.61, 95% CI 1.35–4.04). The use of permethrin on crops (OR 2.19, 95% CI 1.33–3.61) was the only pesticide associated with nonallergic asthma [52].

Among the 19 704 male farmers, 441 (2.2%) asthmatics (allergic: n=127; nonallergic: n=314) were identified. High exposure to pesticides, characterised by poisoning or injury, was associated with a doubling of the risk of asthma of both allergic (OR 1.98, 95% CI 1.30–2.99) and nonallergic origin (OR 1.96, 95% CI 1.49–2.56). 12 pesticides were associated with an increased risk of allergic asthma, with odds ratios >2 for coumaphos (OR 2.34, 95% CI 1.49–3.70), heptachlor (OR 2.01, 95% CI 1.30–3.11), parathion (OR 2.05, 95% CI 1.21–3.46) and fumigants (tetrachloride/carbon disulfide: OR 2.15, 95% CI 1.23–3.76; ethylene dibromide: OR 2.07, 95% CI 1.02–4.20). For nonallergic asthma, four pesticides (petroleum oil, dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT), malathion and phorate) were associated with an increased risk of asthma. The organochlorine DDT was the most strongly associated (OR 1.41, 95% CI 1.09–1.84) [53]. More recently, 926 pesticide applicators (farmers and commercial) with active asthma were studied to find a link between asthma exacerbation during the past 12 months (observed in 202 (22%) applicators) and the use of pesticides at inclusion. A positive link was observed only between allergic asthma exacerbation and the use of the herbicide pendimethalin (OR 2.1, 95% CI 1.1–4.1) and the insecticide aldicarb (OR 10.2, 95% CI 1.9–55) [54].

Other longitudinal studies have studied the link between asthma and pesticide occupational exposure. In Australia, a control programme against ticks in cattle was conducted between 1935 and 1995. Three types of pesticides were successively used: an arsenic derivative from 1935 to 1955, DDT from 1955 to 1986 and modern synthetic products from 1976. Mortality in 1999 Australian workers involved in this programme was compared to that of 1984 matched unexposed workers. Asthma mortality during the follow-up period was higher in subjects exposed to pesticides (standardised mortality ratio (SMR) 3.45, 95% CI 1.39–7.10) and the risk was greater by restricting the analysis to the period of synthetic pesticide use (SMR 6.44, 95% CI 1.33–18.8) [55].

In France, the first results in a 10% sample (n=14 441 farmers) of the AGRICAN (Agriculture and Cancer) cohort were published in 2013. A link was found between allergic asthma and the use of pesticides in pastures (OR 1.35, 95% CI 1.08–1.68), on vines (OR 1.43, 95% CI 1.15–1.77), for fruit growing (OR 1.58, 95% CI 1.20–2.09), on beets (OR 1.52, 95% CI 1.16–2.00), in greenhouses (OR 1.66, 95% CI 1.10–2.51) and for horse breeding (OR 1.35, 95% CI 1.02–1.80). Risks of allergic asthma were increased in participants reporting a history of pesticide poisoning (OR 1.97, 95% CI 1.43–2.73). For nonallergic

asthma, the only significant association was observed in participants involved in pesticide use on beets (OR 1.47, 95% CI 1.03–2.10) [56].

The multicentre prospective EUROPIT study involved 248 farmers occupationally exposed to pesticides and 231 unexposed workers in various occupational sectors in the Netherlands, Italy, Finland and Bulgaria. No association was observed with the diagnosis of asthma (OR 1.19, 95% CI 0.93–1.52) or the occurrence of asthma attacks (OR 1.14, 95% CI 0.72–1.80) and urinary levels of ethylene thiourea, a metabolite of dithiocarbamate fungicides [57].

Chronic bronchitis

Two cohorts, AHS and AGRICAN, studied the link between agricultural practices and chronic bronchitis.

Among 20 908 farmers and/or commercial applicators of pesticides from the AHS cohort (20 400 males and 508 females), 654 (3%) had chronic bronchitis (reported diagnosis of chronic bronchitis established by a doctor after the age of 19 years) [58]. Chronic bronchitis was significantly associated with 11 pesticides, with heptachlor (organochlorine insecticide) presenting the strongest association (OR 1.50, 95% CI 1.19–1.89). The prevalence of chronic bronchitis was also associated with a history of acute pesticide exposure (OR 1.85, 95% CI 1.51–2.25). In the 21 541 nonsmoking spouses of farmers, five pesticides were associated with chronic bronchitis: dichlorvos (OR 1.63, 95% CI 1.01–2.61), DDT (OR 1.67, 95% CI 1.13–2.47), carbofuran (carbamate insecticide) (OR 1.68, 95% CI 1.03–2.74), cyanazine (OR 1.88, 95% CI 1.00–3.54), and paraquat (OR 1.91, 95% CI 1.02–3.55). Growing up on a farm was associated with a decreased risk of chronic bronchitis (OR 0.81, 95% CI 0.68–0.97) [59].

In the AGRICAN cohort (n=14 441 farmers), the authors found a significant association between chronic bronchitis and two agricultural activities: livestock farming (OR 1.24, 95% CI 1.03–1.48) and potato production (OR 1.33, 95% CI 1.13–1.57) [60].

In summary, a total of nine out of the 12 papers from three cohorts focused on asthma/wheeze; three observed a significant relationship with increased risk of wheeze, and five with asthma. Only one cohort study did not find any relationship between asthma and exposure to one chemical group of fungicides. Three out of three articles found a significant relationship with chronic bronchitis. None of these longitudinal studies performed respiratory function measurements due to the study design and sample size. Moreover, the questionnaires were specific to the studies; however, questions referred to disease “diagnosed by a doctor” in eight articles.

Studies among workers in the pesticide manufacturing industry

19 Lebanese male workers packaging liquid pesticides (pyrethroid and carbamate insecticides) had a 5.6-fold higher risk of impaired respiratory function (abnormal FEV₁/FVC) and a 16.5-fold higher risk of an abnormal FEF_{25%}, characteristic of an obstructive syndrome, compared to 43 workers from other factories not manufacturing pesticides [62].

ZUSKIN *et al.* [63] studied the respiratory health of 82 workers (30 females and 52 males) in a pesticide-manufacturing plant in Croatia. In females, a significant relationship between duration of work and FEF_{25%} was observed and duration of work was strongly associated with abnormalities in all lung function parameters in males [63].

In four states of the USA (Michigan, Illinois, Washington and Kansas), RUDER *et al.* [64] conducted a retrospective cohort among 2122 pentachlorophenol plant workers. All workers who had already worked in a pentachlorophenol-manufacturing plant and were registered in the National Institute for Occupational Safety and Health database were included. Causes of death between 1940 and 2005 were determined from the National Death Index of the National Center for Health Statistics. A significant excess of mortality was observed for COPD (63 deaths: SMR 1.38, 95% CI 1.06–1.77) but not for other diseases of the respiratory system (94 deaths: SMR 1.02, 95% CI 0.82–1.25).

BURNS *et al.* [65] examined 496 employees in the Dow Chemical Company (Midland, MI, USA), working in the production of the organophosphate insecticide chlorpyrifos, and 911 unexposed matched workers in the same city. Health data were extracted from the company’s medical records and a diagnosis of some respiratory diseases (acute respiratory infection, other diseases of the upper respiratory tract, COPD and pneumoconiosis) was more frequent in chlorpyrifos production workers. There was a strong association between exposure and acute respiratory infections (OR 1.49, 95% CI 1.8–2.5) [65].

A study conducted in New Jersey and Missouri (both USA) in 1991 involved 281 workers in units manufacturing the herbicide 2,4,5-T and its derivatives and 260 matched, unexposed people living in the same area. No significant association was observed between 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin blood levels (contaminant of 2,4,5-T production) and COPD (OR 1.58, 95% CI 0.59–4.25) [66].

In summary, these studies focused on respiratory function or COPD in pesticide industry workers. Two of them found impaired respiratory function, one found an excess of COPD disease and respiratory tract infections, and one found an excess of COPD mortality. The last study did not find any association with COPD. None of them studied asthma and wheeze. Table S3 describes these studies in detail.

Discussion

Since the 1950s, the desire to improve the yield of agricultural crops has led to widespread use of various kinds of products such as fertilisers, herbicides, fungicides and insecticides. The clinical observation of short-term and long-term respiratory symptoms in people using these substances or working in their manufacture or packaging has contributed to a growing awareness of the risks associated with the use of these products [4]. The objective of this article was to review the available literature regarding the potential respiratory risks of occupational and environmental pesticides. The literature search allowed 41 studies dealing with the occupational context to be selected.

We focused our review on respiratory symptoms, asthma and chronic bronchitis; the definition of COPD was not clear in some articles with only a few studies having performed a measure of respiratory function. Regarding the potential link between pesticides and lung cancer, which is an important question, we decided to exclude lung cancer from the scope of our review. Indeed, the question of the specific pattern of cancers in farmers (including lung cancer) has been addressed in a more general way in many reviews. While some pesticides have oncogenic properties in humans, farmers generally smoke less than the general population. The consequence is that the prevalence of lung cancer is generally lower in farmers than in nonfarmers, possibly even taking smoking into account. A recent review, conducted by ALAVANJA and BONNER [67] included a rather complete specific section on lung cancer. The authors concluded that a large number of studies noted associations between widely used classes of pesticides and lung cancer, with some specific exposure–response gradients [67].

It is clear from this review that the majority of epidemiological studies have convergent results, indicating that occupational exposure to pesticides and agricultural practices are associated with an increased risk of respiratory symptoms or diseases.

However, the question that arises is about the nature of the link observed in most of these studies. HILL [68] proposed the following criteria for determining a causal association: strength of association, consistency, specificity, temporality, dose–response link, biological plausibility, experimental evidence and analogy. Some of these criteria have been met in some of the studies reviewed, and suggest a causal relationship between occupational exposure to pesticides and respiratory health, although involved symptoms, respiratory function parameters and diseases are not always the same.

The health data collected in these studies were mostly based on the use of standardised questionnaires. The ATS questionnaire was used in 11 studies, the British MRC questionnaire in seven studies and the ECRHS questionnaire in one study. The AHS and AGRICAN cohorts had their own questionnaire, although based on the previous questionnaires, but for other studies the reliability of questionnaire items is unknown. Spirometric measurements were performed in only four studies, mainly cross-sectional studies, due to the time and cost preventing their use in a cohort study design. Pesticide exposure assessment was often scarce due to the type of work performed or the questionnaire used, which were mostly retrospective, and only a few authors calculated a cumulative index or assessed various parameters of exposure (type of pesticides, duration and frequency). Blood and urinary metabolites of pesticides were measured in three studies. Indeed, in most of the cases they are useful to assess recent, but not past, exposure to nonpersistent pesticides. Among agricultural workers, despite their limitations, data from cross-sectional studies are already making a case for the respiratory risk faced by workers who come into contact with pesticides. Most cross-sectional studies carried out among agricultural workers showed significant positive associations between pesticide exposure and the occurrence of respiratory health effects. Pesticide exposure was associated with a higher prevalence of respiratory symptoms (cough, wheeze, phlegm, breathlessness and chest tightness), impairments in lung function, and asthma and chronic bronchitis. Only three studies did not find any association, which may be partly explained by the short duration of exposure, use of personal protective equipment or agricultural practices, characteristics of the control group and small sample size.

In the case of occupational exposure to paraquat, there was a dose–response relationship with the risk of chronic cough or dyspnoea, breathlessness and wheezing [32, 37]. Among pesticide applicators, several studies showed impairments in respiratory function, especially with paraquat (reduction associated with the number of years of application) [48] and organophosphate, carbamate, neonicotinoid insecticides and bipyridylium herbicides, sometimes with a dose–effect relationship [46].

However, the most conclusive results come from longitudinal studies. The AHS cohort has given rise to a series of studies on exposure to specific pesticides and showed that numerous pesticides were significantly

associated with allergic asthma [52], wheeze [49, 51] and chronic bronchitis [58]. It was also shown that accidental exposure or pesticide poisoning were associated with an increased risk of allergic and nonallergic asthma [59]. The more recent French AGRICAN cohort studied asthma and chronic bronchitis according to type of crop or cattle. Allergic asthma was associated with pesticide use on crops (grassland and vineyard) and pesticide poisoning, nonallergic asthma was associated with pesticide use on beets [56], and chronic bronchitis was associated with pesticide poisoning for those without healthcare [60].

Other interesting results concern early life on a farm and asthma risk [23, 53, 56]. The results suggest that growing up on a farm might modify the association between pesticide use and asthma risk.

A recent review of the literature on the link between asthma and exposure to pesticides focused on studies of the pathophysiological mechanisms. The originality of this work lies in the hypotheses that might explain the links demonstrated by epidemiological studies. According to this review, the main mechanism lies in the neurogenic inflammation induced by contact with pesticides in agricultural populations. In the case of asthma induced by organophosphates, the problem seems to be a dysfunction in muscarinic M2 receptors, which are normally used to limit the release of acetylcholine esterase by parasympathetic fibres [69].

With regard to subjects involved in the manufacture of pesticides, the majority of studies (four out of five) also found significant positive associations between pesticide exposure and respiratory symptoms or decreased lung function. These studies focused on the manufacture of pentachlorophenol [64] and chlorpyrifos [65], the packaging of liquid pesticides (pyrethroids and carbamates) [62] and various other pesticides [63]. No association was observed among workers in 2,4,5-T production in one study [66]. These results should lead to questions in regulations concerning the manufacture of pesticides in order to control the risks of such substances on the health of factory workers.

Numerous cross-sectional and longitudinal studies have found a positive association between agricultural work or exposure to pesticides in farmers and respiratory symptoms (such as chronic cough, wheeze and phlegm), self-reported asthma and chronic bronchitis, and, in several studies, impaired pulmonary function parameters. Unfortunately, at this time, there is no longitudinal study of pulmonary function among people occupationally exposed to pesticides. Moreover, COPD has been rarely studied, rather chronic bronchitis. In addition, there is no study that demonstrates a dose-effect relationship between exposure to pesticides and accelerated decline in FEV₁ after adjustment for smoking habits. It is the reason why, whatever the conclusions of the studies analysed, we finally consider that at this time it has not been proved that occupational exposure to pesticides presents a risk of COPD. Regarding asthma, existing evidence is stronger. Nevertheless, it is uncertain whether pesticides cause asthma or act as a trigger for asthma exacerbation, or both. The main limitations of current evidence are the definition of asthma outcomes and the assessment of exposure. In several studies, asthma outcomes were self-reported, without any data on pulmonary function and/or bronchial responsiveness. In addition, assessment of exposure is also generally based on self-reports. However, some studies [37, 38, 44, 46, 47, 58] assessed cumulative lifetime exposure to pesticides, while others asked about specific pesticides used [32, 37, 64, 65] or specific crops [34, 56], allowing a more precise definition of exposure. Finally, even for asthma, it is difficult to establish a causal relationship with exposure to pesticides.

In conclusion, this review clearly demonstrates that occupational exposure to pesticides presents a risk to the respiratory tract. Only a few studies measured lung function parameters, but results always showed a decrease in some parameters in association with exposure to certain pesticides, suggestive of an obstructive or restrictive syndrome. It is also worth noting that in some studies, symptoms or diseases were self-reported by subjects, although it would be preferable to use validated questionnaires from lung specialists and respiratory societies, with questions referring to diseases diagnosed by a doctor or to measures of respiratory function. When possible, respiratory function measures and medical check-ups would be useful.

Regarding the sample size, larger groups of subjects are required in order to better highlight the risks associated with specific contexts and specific chemical classes of pesticides.

Further studies should particularly focus on pesticide exposure assessment (cumulative lifetime exposure) and specific pesticide identification, in order to determine possible dose-effect relationships, and finally assess the causal relationship.

References

- 1 Forum of International Respiratory Societies. Respiratory Diseases in the World. Realities of today – opportunities for tomorrow. Sheffield, European Respiratory Society, 2014.
- 2 World Health Organization. World Health Statistics. Geneva, WHO, 2008.
- 3 Schraunfnagel D. The world respiratory diseases report. *Int J Tuberc lung Dis* 2013; 17: 1517.
- 4 Dalphin JC. Pathologie respiratoire en milieu agricole [Respiratory pathology in the agricultural environment]. *Rev Prat* 1998; 48: 1313–1318.

- 5 Michielsen C, Zeamari S, Leusink-Muis A, *et al.* The environmental pollutant hexachlorobenzene causes eosinophilic and granulomatous inflammation and *in vitro* airways hyperreactivity in the Brown Norway rat. *Arch Toxicol* 2002; 76: 236–247.
- 6 Bessot JC, Blaumeiser M, Kopferschmitt MC, *et al.* L'asthme professionnel en milieu agricole [Occupational asthma in an agricultural setting]. *Rev Mal Respir* 1996; 13: 205–215.
- 7 Crinnion WJ. Do environmental toxicants contribute to allergy and asthma? *Alter Med Rev* 2012; 17: 6–18.
- 8 Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, *et al.* Animal production and wheeze in the Agricultural Health Study: interactions with atopy, asthma, and smoking. *Occup Environ Med* 2003; 60: e3.
- 9 European Commission. Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides. *Off J Eur Union* 2009; L309: 71–86.
- 10 Maroni M, Fanetti AC, Metruccio F. Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides in agriculture. *Med Lav* 2006; 97: 430–437.
- 11 Baldi I, Lebailly P, Rondeau V, *et al.* Levels and determinants of pesticide exposure in operators involved in treatment of vineyards: results of the PESTEXPO Study. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2012; 22: 593–600.
- 12 Dowling KC, Seiber JN. Importance of respiratory exposure to pesticides among agricultural populations. *Int J Toxicol* 2002; 21: 371–381.
- 13 Eskenazi B, Bradman A, Castorina R. Exposures of children to organophosphate pesticides and their potential adverse health effects. *Environ Health Perspect* 1999; 107: 409–419.
- 14 Sanborn MD, Cole D, Abelsohn A, *et al.* Identifying and managing adverse environmental health effects: 4. Pesticides. *CMAJ* 2002; 166: 1431–1436.
- 15 Vallyathan V, Shi X, Castranova V. Reactive oxygen species: their relation to pneumoconiosis and carcinogenesis. *Environ Health Perspect* 1998; 106: 1151–1155.
- 16 Canal-Raffin M, l'Azou B, Jorly J, *et al.* Cytotoxicity of folpet fungicide on human bronchial epithelial cells. *Toxicology* 2008; 249: 160–166.
- 17 Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med* 2009; 151: 264–269.
- 18 Charles LE, Burchfiel CM, Fekedulegn D, *et al.* Occupational exposure to pesticides, metals, and solvents: the impact on mortality rates in the Honolulu Heart Program. *Work* 2010; 37: 205–215.
- 19 O'Malley M, Barry T, Ibarra M, *et al.* Illnesses related to shank application of metam-sodium, Arvin, California, July 2002. *J Agromedicine* 2005; 10: 27–42.
- 20 Gomes Do Espirito Santo ME, Marrama L, Ndiaye K, *et al.* Investigation of deaths in an area of groundnut plantations in Casamance, South of Senegal after exposure to Carbofuran, Thiram and Benomyl. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2002; 12: 381–388.
- 21 Cocco P, Blair A, Congia P, *et al.* Long-term health effects of the occupational exposure to DDT. A preliminary report. *Ann NY Acad Sci* 1997; 837: 246–256.
- 22 Payán-Rentería R, Garibay-Chávez G, Rangel-Ascencio R, *et al.* Effect of chronic pesticide exposure in farm workers of a Mexico community. *Arch Environ Occup Health* 2012; 67: 22–30.
- 23 Ohayo-Mitoko GJ, Kromhout H, Simwa JM, *et al.* Self reported symptoms and inhibition of acetylcholinesterase activity among Kenyan agricultural workers. *Occup Environ Med* 2000; 57: 195–200.
- 24 Awadalla NJ, Hegazy A, Elmetwally RA, *et al.* Occupational and environmental risk factors for idiopathic pulmonary fibrosis in Egypt: a multicenter case-control study. *Int J Occup Environ Med* 2012; 3: 107–116.
- 25 Senthilselvan A, McDuffie HH, Dosman JA. Association of asthma with use of pesticides. Results of a cross-sectional survey of farmers. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 884–887.
- 26 Kang HK, Dalager NA, Needham LL, *et al.* Health status of Army Chemical Corps Vietnam veterans who sprayed defoliant in Vietnam. *Am J Ind Med* 2006; 49: 875–884.
- 27 Bener A, Lestringant GG, Beshwari MM, *et al.* Respiratory symptoms, skin disorders and serum IgE levels in farm workers. *Allerg Immunol* 1999; 31: 52–56.
- 28 Salameh P, Waked M, Baldi I, *et al.* Respiratory diseases and pesticide exposure: a case-control study in Lebanon. *J Epidemiol Community Health* 2006; 60: 256–261.
- 29 Salameh PR, Waked M, Baldi I, *et al.* Chronic bronchitis and pesticide exposure: a case-control study in Lebanon. *Eur J Epidemiol* 2006; 21: 681–688.
- 30 Zuskin E, Schachter EN, Mustajbegovic J. Respiratory function in greenhouse workers. *Int Arch Occup Environ Health* 1993; 64: 521–526.
- 31 Zuskin E, Mustajbegovic J, Schachter EN, *et al.* Respiratory function in vineyard and orchard workers. *Am J Ind Med* 1997; 31: 250–255.
- 32 Castro-Gutiérrez N, McConnell R, Andersson K, *et al.* Respiratory symptoms, spirometry and chronic occupational paraquat exposure. *Scand J Work Environ Health* 1997; 23: 421–427.
- 33 Wilkins JR 3rd, Engelhardt HL, Rublaitus SM, *et al.* Prevalence of chronic respiratory symptoms among Ohio cash grain farmers. *Am J Ind Med* 1999; 35: 150–163.
- 34 Sprince NL, Lewis MQ, Whitten PS, *et al.* Respiratory symptoms: associations with pesticides, silos, and animal confinement in the Iowa Farm Family Health and Hazard Surveillance Project. *Am J Ind Med* 2000; 38: 455–462.
- 35 Beseler CL, Stallones L. Pesticide poisoning and respiratory disorders in Colorado farm residents. *J Agric Saf Health* 2009; 15: 327–334.
- 36 Masley ML, Semchuk KM, Senthilselvan A, *et al.* Health and environment of rural families: results of a Community Canvass survey in the Prairie Ecosystem Study (PECOS). *J Agric Saf Health* 2000; 6: 103–115.
- 37 Schenker MB, Stoecklin M, Lee K, *et al.* Pulmonary function and exercise-associated changes with chronic low-level paraquat exposure. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 170: 773–779.
- 38 Fieten KB, Kromhout H, Heederik D, *et al.* Pesticide exposure and respiratory health of indigenous women in Costa Rica. *Am J Epidemiol* 2009; 169: 1500–1506.
- 39 Faria NM, Facchini LA, Fassa AG, *et al.* Pesticides and respiratory symptoms among farmers. *Rev Saude Publica* 2005; 39: 973–981.
- 40 Ejigu D, Mekonnen Y. Pesticide use on agricultural fields and health problems in various activities. *East Afr Med J* 2005; 82: 427–432.

- 41 Pathak MK, Fareed M, Bihari V, *et al.* Cholinesterase levels and morbidity in pesticide sprayers in North India. *Occup Med (Lond)* 2011; 61: 512–514.
- 42 Ngowi AV, Maeda DN, Partanen TJ, *et al.* Acute health effects of organophosphorus pesticides on Tanzanian small-scale coffee growers. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2001; 11: 335–339.
- 43 Jones SM, Burks AW, Spencer HJ, *et al.* Occupational asthma symptoms and respiratory function among aerial pesticide applicators. *Am J Ind Med* 2003; 43: 407–417.
- 44 Abu Sham'a F, Skogstad M, Nijem K, *et al.* Lung function and respiratory symptoms in male Palestinian farmers. *Arch Environ Occup Health* 2010; 65: 191–200.
- 45 Mekonnen Y, Agonafir T. Lung function and respiratory symptoms of pesticide sprayers in state farms of Ethiopia. *Ethiop Med J* 2004; 42: 261–266.
- 46 Hernández AF, Casado I, Pena G, *et al.* Low level of exposure to pesticides leads to lung dysfunction in occupationally exposed subjects. *Inhal Toxicol* 2008; 20: 839–849.
- 47 Chakraborty S, Mukherjee S, Roychoudhury S, *et al.* Chronic exposures to cholinesterase-inhibiting pesticides adversely affect respiratory health of 16 agricultural workers in India. *J Occup Health* 2009; 51: 488–497.
- 48 Cha ES, Lee YK, Moon EK, *et al.* Paraquat application and respiratory health effects among South Korean farmers. *Occup Environ Med* 2012; 69: 398–403.
- 49 Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, *et al.* Chemical predictors of wheeze among farmer pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 165: 683–689.
- 50 Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, *et al.* Pesticides and adult respiratory outcomes in the agricultural health study. *Ann NY Acad Sci* 2006; 1076: 343–354.
- 51 Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, *et al.* Pesticides associated with wheeze among commercial pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Am J Epidemiol* 2006; 163: 1129–1137.
- 52 Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, *et al.* Pesticides and atopic and nonatopic asthma among farm women in the Agricultural Health Study. *Am J Respir Crit Care Med* 2008; 177: 11–18.
- 53 Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, *et al.* Pesticide use and adult-onset asthma among male farmers in the Agricultural Health Study. *Eur Respir J* 2009; 34: 1296–1303.
- 54 Henneberger PK, Liang X, London SJ, *et al.* Exacerbation of symptoms in agricultural pesticide applicators with asthma. *Int Arch Occup Environ Health* 2013; 87: 423–432.
- 55 Beard J, Sladden T, Morgan G, *et al.* Health impacts of pesticide exposure in a cohort of outdoor workers. *Environ Health Perspect* 2003; 111: 724–730.
- 56 Baldi I, Robert C, Piantoni F, *et al.* Agricultural exposure and asthma risk in the AGRICAN French cohort. *Int J Hyg Environ Health* 2014; 217: 435–442.
- 57 Boers D, van Amelsvoort L, Colosio C, *et al.* Asthmatic symptoms after exposure to ethylenebisdithiocarbamates and other pesticides in the Europit field studies. *Hum Exp Toxicol* 2008; 27: 721–727.
- 58 Hoppin JA, Valcin M, Henneberger PK, *et al.* Pesticide use and chronic bronchitis among farmers in the Agricultural Health Study. *Am J Ind Med* 2007; 50: 969–979.
- 59 Valcin M, Henneberger PK, Kullman GJ, *et al.* Chronic bronchitis among nonsmoking farm women in the agricultural health study. *J Occup Environ Med* 2007; 49: 574–583.
- 60 Tual S, Clin B, Levêque-Morlais N, *et al.* Agricultural exposures and chronic bronchitis: findings from the AGRICAN (AGRIculture and CANcer) cohort. *Ann Epidemiol* 2013; 23: 539–545.
- 61 Alavanja MC, Sandler DP, McMaster SB, *et al.* The Agricultural Health Study. *Environ Health Perspect* 1996; 104: 362–369.
- 62 Salameh P, Waked M, Baldi I, *et al.* Spirometric changes following the use of pesticides. *East Mediterr Health J* 2005; 11: 126–136.
- 63 Zuskin E, Mustajbegovic J, Schachter EN, *et al.* Respiratory function in pesticide workers. *J Occup Environ Med* 2008; 50: 1299–1305.
- 64 Ruder AM, Yiin JH. Mortality of US pentachlorophenol production workers through 2005. *Chemosphere* 2011; 83: 851–861.
- 65 Burns CJ, Cartmill JB, Powers BS, *et al.* Update of the morbidity experience of employees potentially exposed to chlorpyrifos. *Occup Environ Med* 1998; 55: 65–70.
- 66 Calvert GM, Sweeney MH, Morris JA, *et al.* Evaluation of chronic bronchitis, chronic obstructive pulmonary disease, and ventilatory function among workers exposed to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144: 1302–1306.
- 67 Alavanja MC, Bonner MR. Occupational pesticide exposures and cancer risk: a review. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2012; 15: 238–263.
- 68 Hill AB. The environment and disease: association or causation?. *Proc R Soc Med* 1965; 58: 295–300.
- 69 Hernández AF, Parrón T, Alarcón R. Pesticides and asthma. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2011; 11: 90–96.



CrossMark

Environmental exposure to pesticides and respiratory health

Ali Mamane^{1,2}, Chantal Raheison^{1,2,3}, Jean-François Tessier²,
Isabelle Baldi^{1,2,4} and Ghislaine Bouvier^{1,2}

Affiliations: ¹ISPED – Laboratoire Santé Travail Environnement, Université de Bordeaux, Bordeaux, France. ²ISPED – Centre INSERM U897-Epidémiologie-Biostatistique, Bordeaux, France. ³Service des Maladies Respiratoire, CHU de Bordeaux, Bordeaux, France. ⁴Service de Médecine du Travail, CHU de Bordeaux, Bordeaux, France.

Correspondence: Ali Mamane, Université de Bordeaux, ISPED, INSERM U897, 146 rue Leo Saignat, Bordeaux, 33076, France. E-mail: ali.mamane@isped.u-bordeaux2.fr

ABSTRACT Respiratory effects of environmental exposure to pesticides are debated. Here we aimed to review epidemiological studies published up until 2013, using the PubMed database. 20 studies dealing with respiratory health and non-occupational pesticide exposure were identified, 14 carried out on children and six on adults.

In four out of nine studies in children with biological measurements, mothers' dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE) blood levels during pregnancy were associated with asthma and wheezing in young children. An association was also found between permethrin in indoor air during pregnancy and wheezing in children. A significant association between asthma and DDE measured in children's blood (aged 7–10 years) was observed in one study. However, in three studies, no association was found between asthma or respiratory infections in children and pesticide levels in breast milk and/or infant blood. Lastly, in three out of four studies where post-natal pesticide exposure of children was assessed by parental questionnaire an association with respiratory symptoms was found. Results of the fewer studies on pesticide environmental exposure and respiratory health of adults were much less conclusive: indeed, the associations observed were weak and often not significant.

In conclusion, further studies are needed to confirm whether there is a respiratory risk associated with environmental exposure to pesticides.



@ERSpublications

Occupational pesticide exposure increases respiratory health risk but data are unclear for environmental exposures <http://ow.ly/PSGvz>

Introduction

According to the World Health Organization, chronic respiratory diseases, including asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD), were the leading cause of total world morbidity (6.2%) and the third leading cause of all global deaths (7.1%) in 2008 [1]. Asthma is the most common chronic disease, affecting ~14% of children in the world, and its prevalence has been increasing for several decades [2]. In addition, respiratory diseases are the most common causes of death among children under 5 years of age [3]. It is now accepted that, besides viruses and bacteria, environmental agents can induce or exacerbate airway inflammation, which can be a predictor of chronic respiratory diseases [4, 5]. Some environmental risk factors are now well known, such as allergens, tobacco smoke, gaseous or particulate air pollutants, and exposure to certain chemicals, such as pesticides [6–8].

Received: July 30 2014 | Accepted after revision: Nov 30 2014

Conflict of interest: Disclosures can be found alongside the online version of this article at err.ersjournals.com

Provenance: Submitted article, peer reviewed.

Copyright ©ERS 2015. ERR articles are open access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial Licence 4.0.

The term pesticides commonly refers to chemical substances mainly used to control crop pests, *i.e.* insects (insecticides), microbiological diseases (fungicides) and “weeds” (herbicides). They are widely used in agriculture on crops and on cattle, but also in many other occupations and industries (gardening, floristry, veterinary medicine, community health, wood, textile and building material protection, *etc.*), as well as for domestic purposes at home and in the garden [9].

The general population is exposed through pesticide residues present in food, water, and the general and personal environment (indoor and outdoor air, soil, house dust, surfaces, *etc.*). Residential exposure depends on proximity of the house to areas treated with pesticides, the persistence of ancient pesticides used in or around the home, and domestic uses at home, in the garden, on pets (flies and ticks) and also on humans (lice and scabies) [10–12].

Pesticides are semi-volatile, even nonvolatile substances, and surface deposition occurs rapidly after use. These substances enter the body through the skin, and the digestive and respiratory tracts. The importance of these different pathways may differ regarding the type of exposure, the formulation used (*e.g.* sprays, wettable powders, diffusive devices or solid forms), the location of use (indoor or outdoor), and many other factors. Occupational exposure in agriculture occurs mainly *via* the dermal route, whereas the dietary oral route is considered to be the most important route of exposure for the general population [13, 14]. However, non-dietary and respiratory routes may also be important ways of exposure, especially for children [12]. Children may also have come into contact with pesticides by transplacental passage and *via* breast milk contamination, notably with persistent bioaccumulative pesticides. In addition, levels of exposure of workers handling pesticides or working with treated crops or in treated environments are usually considered to be higher than levels of exposure for the general population. Thus, these qualitative, quantitative and temporal differences in exposure prevent us from predicting health effects in the general population based on those observed in occupational settings.

Recently, HERNÁNDEZ *et al.* [15] have drawn attention to experimental studies suggesting a potential relationship between induced airway hyperreactivity in allergic asthma and pesticide exposure. PROSKOCIL *et al.* [16] have reported a lower potentiated vagally induced bronchoconstriction threshold in allergen sensitised guinea pigs, and increased production of proinflammatory cytokines in guinea pigs induced by organophosphate insecticides [17]. FUKUYAMA *et al.* [18] have also demonstrated, in BALBc mice, that the allergic potential of environmental chemical allergens could be increased by prior exposure to organophosphate and organochlorine insecticides. According to the authors, this can be explained by an increase of T-cell surface antigen expression.

If the respiratory consequences of pesticide exposure for workers are increasingly well documented, it is not the case for the general population living near treated fields or exposed by domestic use of pesticides. In particular, the pesticide exposure of farmers’ families, especially children, can be potentially significant, with a combination of para-occupational, environmental and domestic exposures [19, 20]. Indeed, data from pilot studies carried out for the Agricultural Health Study in North Carolina and Iowa indicate high levels of pesticides in the homes of farming families and their children [21]. Subjects can also be exposed during public health campaigns where insecticides are applied, particularly for mosquito and cockroach control operations.

In this literature review, we summarise the study characteristics and main results of epidemiological studies dealing with domestic and environmental exposure to pesticides and the occurrence of respiratory diseases.

Methods

Our research was based on the recommendations of the PRISMA (preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses) statement for systematic reviews and meta-analyses [22]. A comprehensive search of published studies on occupational, domestic or environmental exposure to pesticides linked to respiratory health, including chronic diseases (including diagnoses of asthma and COPD) and clinical symptoms (coughing, dyspnoea, wheezing, asthma attacks, *etc.*) as well as impairment in respiratory function, was conducted using the MEDLINE database of the US National Library of Medicine (accessed *via* PubMed). An algorithm of the following keywords was used: “(pesticides OR agrochemicals OR insecticides OR fungicides OR herbicides) and (respiratory disorders OR respiratory diseases OR lung diseases OR wheeze OR asthma OR cough OR bronchitis OR dyspnea) and (epidemiology OR epidemiologic study OR case–control OR cohort) not warfarin.” The limits “Humans” and “English/French” language were applied to this literature search. The search was limited to studies until December 2013.

With this strategy, we identified a total of 427 items (fig. 1). The first selection of articles was performed upon reading titles and abstracts. Review articles that did not contain original data ($n=64$) were excluded. Reading the abstracts of the 363 remaining articles ruled out 298 that were irrelevant to our review. Three articles from the authors’ references were added to the 65 articles deemed relevant, giving a total of 68

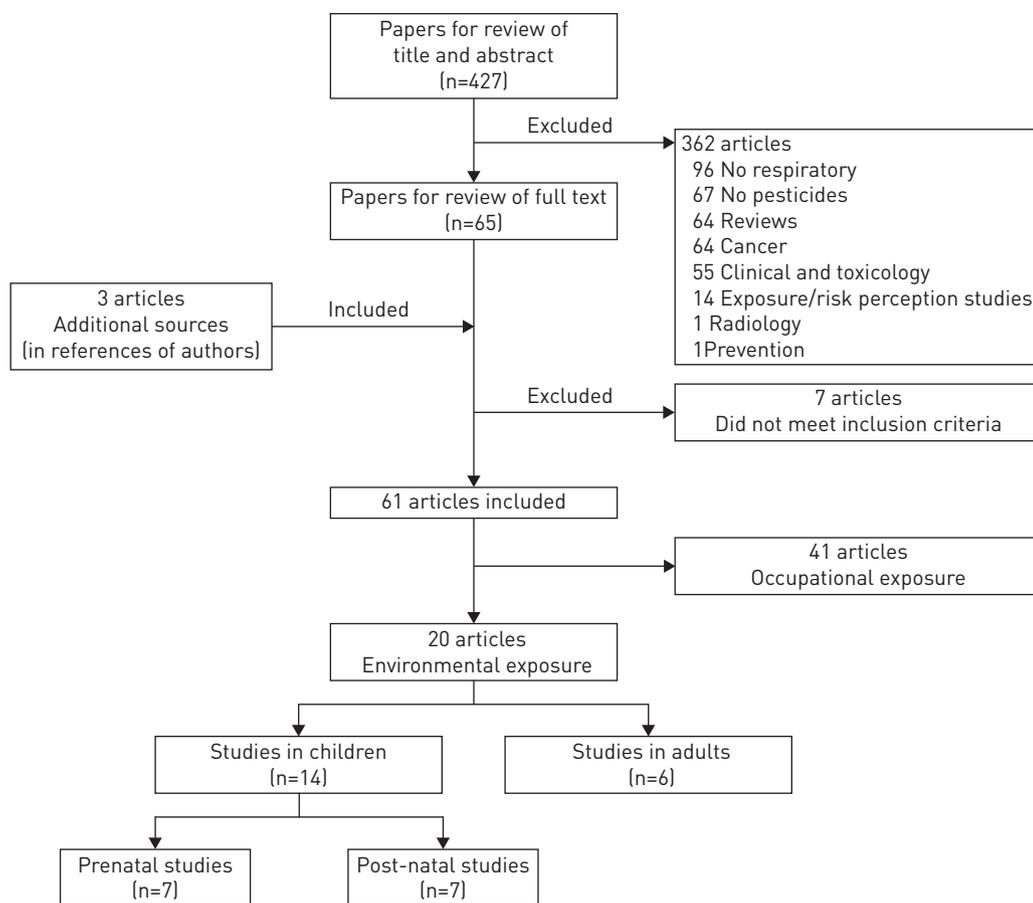


FIGURE 1 Flow chart of identification and selection of original articles finally included in the review of environmental exposure to pesticides and respiratory health.

articles. Reading the full text articles led to exclusion of another seven items: four did not specifically deal with respiratory diseases but instead with overall mortality [23–26], two studies were purely toxicological [27, 28] and the last one investigated cases of idiopathic pulmonary fibrosis with no notion about exposure to pesticides [29]. Thus, among the 61 articles finally selected, 41 dealt with occupational exposures and were summarised in another review, and 20 papers studied environmental exposures and are summarised in this review (fig. 1).

The following information was collected for each study using a standardised reading form: first author, year of publication, geographic location, type of study, objectives, type of population, type of respiratory effect, methods of exposure assessment, and the main results and conclusions.

Respiratory effects of environmental exposure to pesticides have been mainly studied in children. Fourteen studies on children have been identified by our research; seven assessed *in utero* pesticide exposure and seven assessed post-natal exposure to pesticides at different ages. In eight studies pesticide or metabolite measurements in biological fluids were performed, before birth in maternal blood (n=3) or in cord blood (n=2), and after birth in breast milk (n=1) or in children's blood (n=2). In other studies on children, exposure was assessed indirectly by questionnaires.

Six studies have examined the exposure of adults. One study assessed pesticide exposure by using biomarkers, three studies assessed household proximity to fields or spraying areas, in one study pesticide exposure was assessed by questionnaires, and in the last one exposure was documented without any precision.

Studies in children

In utero pesticide exposure

Studies of *in utero* pesticide exposure are summarised in table 1.

Four studies were conducted in Spain [30–33] to evaluate the association between prenatal exposure to organochlorine insecticides and the occurrence of childhood asthma. SUNYER *et al.* [30] followed 482

TABLE 1 Effects of pesticide exposure in children on respiratory health: prenatal exposure

First author [ref.]	Location	Study design	Summary of method			Results
			Population characteristics	Pesticides of interest	Exposure assessment	
SUNYER [30]	Menorca, Spain	Prospective cohort	468 mother–infant pairs, with complete outcome data at 4 years	Organochlorine insecticides DDT and its metabolite DDE and fungicide HCB	Cord serum: DDE (median 1.03 ng·mL ⁻¹); HCB (median 0.68 ng·mL ⁻¹)	Face-to-face maternal questionnaire: report of persistent wheezing and/or doctor-diagnosed asthma at 4 years of age Wheezing at 4 years of age increased when DDE concentration >1.90 ng·mL ⁻¹ (RR 2.63, 95% CI 1.19–4.69) and persistent wheezing (RR 1.26, 95% CI 1.04–1.54) DDE concentration at birth associated with diagnosis of asthma at age 6.5 years (OR 1.18, 95% CI 1.01–1.39) and wheeze at age 4 years (OR 1.14, 95% CI 1.02–1.28)
SUNYER [31]	Menorca, Spain	Prospective cohort	462 mother–infant pairs, with complete outcome data at 6.5 years	Organochlorines DDE/DDT	Cord serum: DDE (median 1.03 ng·mL ⁻¹); DDT (median 0.08 ng·mL ⁻¹) Children's blood (at 4 years): DDE (median 0.08 ng·mL ⁻¹); DDT (median 0.05 ng·mL ⁻¹)	Face-to-face maternal questionnaire: report of persistent wheezing and/or doctor-diagnosed asthma at 6.5 years of age Significant association of DDE concentration during the first trimester of pregnancy with recurrent LRTI at 6 months (RR 1.68, 95% CI 0.06–2.66), and 14 months (RR 1.52, 95% CI 1.05–2.21) DDE concentrations (third quartile) associated with LRTI risk (RR 1.33, 95% CI 1.08–1.62) and wheeze (RR 1.30, 95% CI 1.06–1.59)
SUNYER [32]	Spain	Birth cohort of Infancia y Medio Ambiente (INMA)	520 mother–infant pairs, age: 14 months	DDE, HCH	Maternal serum (first trimester of pregnancy): pp'DDE (mean 112.3 ng·g ⁻¹); HCB (mean 43.7 ng·g ⁻¹)	Face-to-face maternal questionnaire to report doctor-diagnosed LRTIs including bronchitis, bronchiolitis or pneumonia No significant association between any reported parental pesticide use during pregnancy and the development of persistent cough, bronchitis and asthma among the offspring of farm families
GASCON [33]	Spain	Birth cohort of INMA	1455 mother–infant pairs, age: 14 months	DDE, HCH	Maternal serum [7–26th week of pregnancy]: DDE (mean 116.3 ng·g ⁻¹); HCB (mean 46.4 ng·g ⁻¹)	Face-to-face maternal questionnaire to report doctor-diagnosed of LRTIs based on ISAAC questionnaire No association between prenatal serum levels DDE and respiratory infections in the infants
WESELAK [34]	Canada	Retrospective cohort of Ontario Farm Family Health Study (OFFHS)	3405 children of farm families	Agricultural herbicides, insecticides and fungicides	Questionnaire on pesticide exposure in farm activities of the father and mother during pregnancy, the year and month of pesticide use being matched with year and month of each pregnancy No pesticides measured	Parental self-report of doctor-diagnosed health problems: chronic bronchitis or cough, asthma in their child Significant association between prenatal exposure to PBO and non-infectious cough in children aged 5–6 years (OR 1.27, 95% CI 1.09–1.48)
GLYNN [35]	Uppsala, Sweden	Prospective cohort	190 primiparous women living and seeking prenatal care in Uppsala, age: 3 months	DDE	Maternal serum [32–34th week of pregnancy]: pp'DDE (mean 88 ng·g ⁻¹) Mother's breast milk: pp'DDE (mean 311 ng·g ⁻¹)	Face-to-face questionnaire report of respiratory symptoms in infant, or doctor diagnosis of respiratory infection Significant association between prenatal exposure to PBO and non-infectious cough in children aged 5–6 years (OR 1.27, 95% CI 1.09–1.48)
LIU [36]	USA	Birth cohort of the Columbia Center for Children's Environmental Health (CCCEH)	224 children, age: 5–6 years, 50.0% male	Pesticides: permethrins and PBO (a synergist for residential pyrethroid insecticides)	Residential air samples in the third trimester of pregnancy: PBO (mean 1.1 ng·m ⁻³); <i>Cis</i> -permethrin (not calculated); <i>Trans</i> -permethrin (mean 0.8 ng·m ⁻³) Residential air samples at 5–6 years: PBO (LODs 0.06 ng·m ⁻³); <i>Cis</i> -permethrin (LOD 0.1 ng·m ⁻³); <i>Trans</i> -permethrin (LOD 0.2 ng·m ⁻³)	Face-to-face questionnaire report of doctor-diagnosed of asthma based on ISAAC questionnaire

DDT: dichlorodiphenyl trichloroethane; DDE: dichlorodiphenyldichloroethylene; HCB: hexachlorobenzene; RR: relative risk; HCH: hexachlorocyclohexane; pp'DDE: pp'-dichlorodiphenyldichloroethylene; LRTI: lower respiratory tract infection; ISAAC: International Study of Asthma and Allergies in Childhood; PBO: piperonyl butoxide; LOD: limit of detection.

mothers on Menorca during antenatal care over a period of 12 months in 1997–1998, with a follow-up of 405 children after birth until the age of 6 years. The authors found that the concentration of dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE), a metabolite of dichlorodiphenyl trichloroethane (DDT), in the cord blood at birth was associated with an increased risk of wheezing at 4 years of age (relative risk 2.36, 95% CI 1.19–4.69) for the highest quartile ($>1.90 \text{ ng}\cdot\text{mL}^{-1}$). In 2006, in a new study, the same authors, who had performed assays on cord blood at birth on 402 children, confirmed the association between DDE concentrations in cord blood and 1) the risk of asthma at 6 years of age (OR 1.18, 95% CI 1.01–1.39); and 2) a moderate, but not significant, increase in wheezing (OR 1.13, 95% CI 0.98–1.30) at 4 years after adjusting on duration of breastfeeding [31]. The same team also measured maternal serum concentrations of DDE, polychlorinated biphenyls (PCBs) and hexachlorobenzene (HCB) during pregnancy in a cohort in Catalonia (Infancia y Medico Ambiente) to investigate the risk of lower respiratory tract infection and wheezing in infants. The first analysis in this cohort, conducted on 520 mother–child pairs from the city of Sabadell, showed an association between maternal DDE levels $>83 \text{ ng}\cdot\text{L}^{-1}$ and recurrent infections of the lower respiratory tract of children (relative risk 2.40, 95% CI 1.19–4.83), a result observed at the age of 6 months (relative risk 1.68, 95% CI 0.06–2.66) and also 14 months (relative risk 1.52, 95% CI 1.05–2.21) [32]. The second analysis in this cohort was carried out on 1455 mother–child pairs and focused on the risk of lower respiratory tract infection and the occurrence of wheezing in infants aged 12–14 months [33]. Maternal sera DDE concentrations during the first trimester of pregnancy were associated with a risk of lower respiratory tract infection (relative risk 1.11, 95% CI 1.00–1.22), even after an adjustment on other substances such as PCBs and HCB, which was statistically significant for the third quartile (relative risk 1.33, 95% CI 1.08–1.62) only.

The Ontario Farm Family Health Study explored respiratory health effects among 3405 children (from 1 to >12 years-old) of farmers having used pesticides on the six largest crops of this state. No significant association was observed between exposure to fungicides, herbicides and insecticides during pregnancy and persistent cough or bronchitis (OR 1.21, 95% CI 0.77–1.90, $n=104$), or asthma (OR 1.00, 95% CI 0.71–1.40, $n=174$) in children [34].

A Swedish birth cohort included 190 pregnant women and their babies up to the age of 3 months from 1996 to 1999. Prenatal exposure was estimated from maternal serum concentrations of PCBs and DDE during the first trimester of pregnancy and post-natal exposure from concentrations in mother's milk 3 weeks after birth. Prenatal exposure to DDE was inversely associated with eosinophil counts and the infection odds ratios were highest among infants with the lowest post-natal DDE exposure. However, PCBs and DDE concentrations were highly correlated, preventing identification of the most important contributor to the immune system modulations observed [35].

Finally, a cohort study was performed on 224 children of non-smoking African–American and Dominican mothers living in northern Manhattan and the South Bronx (NY, USA). The authors measured piperonyl butoxide (PBO) (a pyrethroid insecticide synergist used as a family tracer) and *cis*- and *trans*-permethrin (a pyrethroid insecticide) collected through individual air samplers worn by women during the last trimester of their pregnancy. The study took place from March 1998 to April 2006. Pesticide measurements were also conducted during two consecutive weeks in the homes of children participants aged 5–6 years between October 2005 and May 2011. This study found an association between prenatal exposure to PBO and non-infectious cough in children aged 5–6 years (OR 1.27, 95% CI 1.09–1.48, $n=217$), but not exposure to PBO measured at 5–6 years of age. There was no significant association with *cis*- and *trans*-permethrin in the air and cough measured prenatally or at the age of 5–6 years [36].

Post-natal exposure

Studies of post-natal pesticide exposure are summarised in table 2.

In Germany, a cross-sectional study was conducted among 343 children from Hamburg, aged 7–10 years, to analyse the link between post-natal exposure to organochlorine insecticides, particularly DDE, and the existence of asthma. The prevalence of respiratory and ear, nose and throat infections in children did not appear to be associated with exposure to organochlorines in general. However, exposure to DDE (DDE blood levels $\geq 0.3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) was significantly associated with asthma (OR 3.71, 95% CI 1.10–12.56, $n=170$) [37]. The same author also set up a cohort of 338 schoolchildren aged 7–10 years old in Southern Hesse with study inclusion in 1994–1995 and a prospective follow-up of children in 1996–1997 [38]. No link between exposure to DDE and asthma diagnosed by a physician was found.

In Lebanon, a cross-sectional study conducted in 3291 Lebanese schoolchildren aged 5–16 years showed that different types of pesticide exposure among the parents (residential, domestic and para-occupational) were associated with a risk of respiratory diseases (OR 1.82, 95% CI 1.40–2.37) in children. The highest risks were observed for asthma and para-occupational exposure (OR 2.98, 95% CI 1.58–5.56), and for

TABLE 2 Effects of pesticide exposure in children on respiratory health: post-natal exposure

First author [ref.]	Location	Study design	Summary of method				Results
			Population characteristics	Pesticides of interest	Exposure assessment	Health outcomes	
KARMAUS [37]	Germany	Cross-sectional	343 second-grade school children in Hamburg, age: 7–10 years	DDE, HCH	Children's blood (at 7–10 years): DDE (mean 0.32 µg·L ⁻¹); HCB (mean 0.22 µg·L ⁻¹)	Parental self-report of doctor-diagnosed asthma (from ISAAC questionnaire)	Exposure to DDE significantly associated with doctor-diagnosed asthma (OR 3.71, 95% CI 1.10–12.56)
KARMAUS [38]	Germany	Cross-sectional	338 second-grade school children in South Hesse, age: 7–10 years	DDE, HCH	Children's blood (at 7–8 years): DDE (mean 0.29 µg·L ⁻¹)	Parental self-report of doctor-diagnosed asthma (ISAAC questionnaire)	No association between DDE and child's respiratory and allergic symptoms
SALAMEH [39]	Lebanon	Cross-sectional	3291 children in public school, age: 5–16 years	Not specified	Four questions on pesticides exposure: households (at work, at home or garden treatment) and children (living in a heavily treated region, living in the proximity of a heavily treated field) No pesticides measured	Parental self-report of doctor-diagnosed of asthma from ATS questionnaire	Any type of exposure significantly associated with respiratory disease (OR 1.71, 95% CI 1.20–2.43) Para-occupational exposure associated with risk of asthma (OR 4.61, 95% CI 2.06–10.29) Residential exposure associated with wheezing (OR 2.73, 95% CI 1.85–4.05)
SALAM [40]	USA	Case-control of Children's Health Study (CHS)	691 children from public school, including 279 cases and 412 controls	Not specified	Questions on children's herbicides and pesticides exposure: farm crops or dust No pesticides measured	Telephone questionnaire self-report of asthma at 5 years of age	Higher risk of asthma at 5 years of age in children exposed to herbicides (OR 4.58, 95% CI 1.58–5.56) and pesticide (OR 2.39, 95% CI 1.17–4.89) in the first year of life
DURAMAD [41]	USA	Birth cohort of the Center for the Health Assessment of Mothers and Children of Salinas	412 mother-infant pairs, age: 2 years	Organophosphate and pyrethroid insecticides	Home inspection during pregnancy, shortly after delivery and at 6, 12, and 24 months Information collected on agricultural work of mother and father and other household members, and home pesticide use No pesticides measured	Face-to-face questionnaire of asthma symptoms Medical records from 24 months: diagnosis of asthma, eczema, bronchitis, bronchiolitis, or pneumonia	Significantly higher Th2 cytokine level (biomarker of allergic asthma) in children of women who worked in the fields (p=0.001) Maternal agricultural work associated with higher Th2 cytokine levels in children (p=0.04)
TAGIYEVA [42]	UK	Prospective cohort	13971 children surviving to 1 year, age: 7.5 years (91 months)	Biocides and fungicides	Children's exposure determined by parental job-exposure matrix No pesticides measured	Parental report of children's wheeze at age 6, 18, 30, 42, 54, 69 and 81 months At 91 months: question on ever doctor-diagnosed asthma in children	Maternal post-natal exposure associated with: wheeze at 81 months of age (OR 1.22, 95% CI 1.02–2.05); doctor-diagnosed asthma at 91 months (OR 1.47, 95% CI 1.14–1.88)
Xu [43]	USA	Cross-sectional of National Health and Nutrition Examination Survey	14065 children, age: 0–17 years	Not specified	Questions on children's pesticides exposure at home and/or yard No pesticides measured	Parental face-to-face questionnaire report of doctor-diagnosed asthma, and information about acute respiratory problems (wheezing, dry cough and chronic symptoms) reported by parents	Pesticide use in the kitchen or dining room and wheezing (OR 1.39, 95% CI 1.08–1.78) and dry cough (OR 2.38, 95% CI 1.40–4.06)

DDE: dichlorodiphenyldichloroethylene; HCH: hexachlorocyclohexane; HCB: hexachlorobenzene; ISAAC: International Study of Asthma and Allergies in Childhood; ATS: American Thoracic Society; Th2: T-helper cell type 2.

wheezing and residential exposure (OR 2.53, 95% CI 1.93–3.33). Exposure was assessed through a questionnaire on family conditions of exposure [39].

In Southern California, a case–control study on early life environmental risk factors for asthma was performed on a sample of 691 subjects selected from the Children’s Health Study cohort recruited from public schools (fourth, seventh and 10th grades). Pesticide exposure was assessed by a phone questionnaire with the children’s mothers about agricultural and domestic use of pesticides. An analysis of 279 children with asthma and 412 children without asthma showed that asthma diagnosed before 5 years of age was associated with exposure to herbicides (OR 4.58, 95% CI 1.36–15.43) and to other pesticides (OR 2.39, 95% CI 1.17–4.89) both at home and outdoors in the first year of life [40].

In the Centre for the Health Assessment of Mothers and Children of Salinas cohort in California, the link between exposures related to the agricultural occupation of mothers and T-helper cell (Th)1/Th2 profiles of CD4 lymphocytes (Th2 is a marker of asthma and allergy) was studied in 239 children aged 24 months and living on a farm. The Th2 profile of children was more prevalent when the mother worked in the fields or in the presence of at least one farm worker in the household (0.9 *versus* 0.6% and 0.8 *versus* 0.6% Th2 CD4 lymphocytes, respectively) [41].

Starting in 1991, the Avon Longitudinal Study of Parents and Children cohort of newborns recruited 11 193 UK mothers during their pregnancy and followed 4631 of them after birth, as well as their children up to the age of 7.5 years. Parental occupational exposures were estimated by using a job-exposure matrix. High levels of maternal occupational exposure to biocides and fungicides after birth increased the likelihood of wheezing (OR 1.22, 95% CI 1.02–2.05) and childhood asthma at 7.5 years (OR 1.47, 95% CI 1.14–1.88). This exposure, combined with an exposure to latex, increased the likelihood of wheezing during childhood (OR 1.22, 95% CI 1.03–1.43) and asthma at 7.5 years (OR 1.47, 95% CI 1.14–1.47) [42].

The National Health and Nutrition Examination Survey (1999–2004) in the USA is a repeated study measuring the exposure to many substances and making health examinations in a panel of the US population. In this survey, the link between respiratory symptoms and domestic use of pesticides was studied in 14 065 children under 18 years of age. General pesticide use was not associated with respiratory symptoms, but use of such substances in the kitchen and the dining room was associated with wheezing (OR 1.39, 95% CI 1.08–1.78) and dry cough (OR 2.38, 95% CI 1.40–4.06) [43].

Most of these studies showed that children, and moreover those living in agricultural areas may be exposed to pesticides introduced into their homes by family members exposed to pesticides because of their job or by residential proximity to fields and by domestic uses.

In summary, a significant relationship between environmental exposure and respiratory symptoms (asthma, wheezing or cough) in children was found in 11 studies (six for prenatal exposure and five for post-natal exposure). For three studies, no relationship was found (three for prenatal exposure and one for post-natal exposure).

Studies in adults

Few studies have been conducted regarding environmental pesticide exposure of adults (table 3). In the USA, a cross-sectional study was conducted among 117 employees of a health centre, aged 21–68 years and including 94% women. These subjects were exposed between 1969 and 1981 to a stock of pesticides for mosquito control (Malathion and DDT), stored and handled in the building. The duration of employment (at least 3 years) (OR 4.3, 95% CI 1.7–10.0) was significantly associated with bronchitis and sinusitis reported by the subjects. However, the concentrations of these pesticides measured in serum and urine were not associated with any symptom [44].

Three studies focused on the respiratory symptoms in inhabitants of pesticide application areas in the USA: one study in which application was aerial [45], one in which a spreading truck was used [46] and one in which a joint helicopter–truck application was performed [47]. The first study was conducted in California among 39 residents living near farms where paraquat had been applied by helicopter for 2 weeks and in 172 control subjects living in three urban areas far from application areas. During the application period, the authors found a significant increase in ten symptoms among residents, including coughing frequency (relative risk 2.60, $p < 0.001$) and wheezing (relative risk 3.04, $p < 0.01$). These symptoms and the total number of symptoms were significantly associated with the fact of having noticed an unusual smell during the study period ($p < 0.05$) [45].

The second study involved a wide mosquito control campaign conducted in five areas of the city of New York. This retrospective study focused on all consultations for asthma in the emergency departments of public hospitals from October 1999 to November 2000. The analysis focused on 62 827 visits over a period of 427 days. The number of visits for asthma was similar during the 3 days before and after

TABLE 3 Effects on respiratory health and exposure to pesticides in the general population

First author [ref.]	Location	Study design	Summary of method				Results
			Population characteristics	Pesticides of interest	Exposure assessment	Health outcomes	
BALLUZ [44]	USA	Cross-sectional	117 employees of a health centre in Georgia, 94% women, aged: 21–68 years	Malathion, Organochlorines including DDT: stored, handled and used in the fight against mosquitoes	Environmental sampling of pesticides in the building: Malathion (110 µg·g ⁻¹); DDT (24 µg·g ⁻¹) Measures of 17 chlorinated pesticides in serum and urine of employees (concentrations below 95% limit for the reference range for the US population)	Self-reported occurrence and severity of respiratory illnesses and symptoms	Duration of employment (at least 3 years) significantly associated with bronchitis (OR 4.3, 95% CI 1.7–11.0) and sinusitis (OR 3.7, 95% CI 1.5–8.7) No association between health complaint and pesticide levels in serum and urine
AMES [45]	USA	Retrospective study	39 subjects who were residents living near farms where paraquat was applied and 172 controls living in areas remote from spraying	Paraquat	Living near farms where paraquat was applied (an area of ~0.5 miles) Self-reported perception of odour during the 2 weeks of study period	Self-reported symptoms during the 2-week study period	Significant increased risk for cough (RR 2.60; p<0.001) and wheezing (RR 3.04; p<0.01, Chi-squared) in the paraquat-exposed group
KARPATI [46]	USA	Retrospective study after a mosquito eradication programme	62 827 visits for asthma in the ED of hospitals in New York, study period, mean age: 34 years	Pyrethroid insecticides sprayed in New York City during July–September 2000 to control mosquito vectors of West Nile virus	None	Data obtained from the New York City Health and Hospitals Corporation for ED visits for asthma during pesticide spraying period	No significant association between pesticide spraying days and daily rates of asthma visits (RR 0.92, 95% CI 0.80–1.07)
O'SULLIVAN [47]	USA	Retrospective study after a mosquito eradication programme	1 318 patients with a diagnosis of asthma in the ED of Lincoln hospital (South Bronx, NY) during 1997, 1998 and 1999	Malathion (organophosphate insecticide) and andresmethrin (pyrethroid insecticide) sprayed during the mosquito eradication programme in South Bronx in September 1999	None	Adult and paediatric asthma ED admissions during the 4 days (September 1999) of the mosquito eradication programme	No significant differences in patient ED asthma admissions between spraying and non-spraying days in September 1999 No significant difference between the number of ED asthma admissions in September 1999 compared with 1997 and 1998
ZHANG [48]	China	Cross-sectional	22 528 rural adults, 48.7% men, age ≥15 years	Insecticides	Face-to-face questionnaire to obtain information on regular occupational and environmental exposure to chemicals (insecticides)	Face-to-face questionnaire (IUATLD questionnaire) about respiratory symptoms during the past 12 months	Exposure to insecticides associated with higher prevalence of chronic cough (OR 2.2, 95% CI 1.4–3.3), asthma attack (OR 1.9, 95% CI 1.3–2.9) and wheeze (OR 1.8, 95% CI 1.2–2.6)
LEVAN [49]	Singapore	Prospective cohort (Singapore Chinese Health Study, SCHS)	52 325 subjects, 42.6% men, age: 45–75 years	Vapour exposure including pesticides	None	Follow-up phone questionnaire based on ATS-DLD: respiratory symptoms, self-report of physician-diagnosed adult-onset asthma and respiratory outcomes in general	Occupational pesticide exposure associated with adult-onset asthma (OR 1.69, 95% CI 1.13–2.52)

DDT: dichlorodiphenyl trichloroethane; RR: relative risk; ED: emergency department; IUATLD: International Union Against Tuberculosis and Lung Disease; ATS-DLD: American Thoracic Society Division of Lung Disease.

application (510 visits in the 3 days before *versus* 501 visits in the 3 days after, $p=0.78$) and no link was found between exposure and symptoms of asthma (relative risk 0.92, 95% CI 0.80–1.07) [46].

The last study, also carried out in New York, examined the link between the application of insecticides in a neighbourhood (South Bronx) by helicopter (Malathion) and trucks (Resmethrin) in September 1999 and emergency department visits at the local hospital over the same period. No significant difference between admissions for asthma (1318 patients) over the spreading period was observed compared with the two previous years [47].

In China, a cross-sectional study was conducted among 22 528 adults aged 15 years or over of both sexes (49% men) living in 30 villages of two rural districts, to determine the link between environmental exposure to insecticides and fertilisers and respiratory symptoms. Regular exposure to insecticides was significantly associated with wheezing (OR 1.8, 95% CI 1.2–2.6), chronic cough (OR 2.2, 95% CI 1.4–3.3) and asthma attacks over the past 12 months (OR 1.9, 95% CI 1.3–2.9). Exposure to fertilisers was significantly associated with a risk of wheezing (OR 1.4, 95% CI 1.1–1.8) as well as a slight increase in chronic cough (OR 1.3, 95% CI 0.9–1.8) and asthma attacks over the past 12 months (OR 1.3, 95% CI 0.9–1.7) [48].

The Singapore Chinese Health Study followed 52 325 subjects aged 45–74 years, recruited among permanent residents or citizens of Singapore over the period 1993–1998, and documented their occupational exposure to various chemicals (dyes, paints and pesticides). This study showed that occupational exposure to pesticides was associated with the onset of asthma in adulthood (OR 1.69, 95% CI 1.13–2.52) [49].

Thus, the inconsistent results of these few studies do not allow us to conclude to a link between environmental exposure to pesticides and respiratory symptoms or diseases in adults.

Discussion

The responsibility of environmental factors in the development of chronic respiratory diseases is now established. Pesticides are a well-documented risk factor for professionals who use them. However, by analogy with other respiratory risk factors such as air pollution, some researchers have come to ask whether pesticides could also be involved in diseases and respiratory symptoms in populations living near areas where these products were used, and in the general population exposed *via* domestic pesticide use. Thus, the objective of this work was to review the literature on the potential respiratory risks of environmental exposure to pesticides. The PubMed database search identified 20 different studies, including 14 on children, about non-occupational exposure. Thus, there are far fewer studies than those carried out in the workplace, with much more mixed and sparse results.

Health data collected in these studies were mainly based on the use of standardised questionnaires that parents answered. The International Study of Asthma and Allergies in Childhood questionnaire was used in five studies; while the questionnaire of the American Thoracic Society was used in one study on children and two studies on adults. Other authors had their own standardised questionnaire with questions such as: has a doctor ever diagnosed a respiratory health problem in your child? In the studies reported here, exposure was measured by assays of pesticide metabolites in blood and/or breast milk in eight of the studies carried out among children; environmental measurements of pesticides were conducted *via* individual air samplers in a single study [36]. In all other studies, pesticide exposure was assessed either through answers to the questionnaire on exposure, or the occupation of the parents, or the area of residence.

Among the 14 studies on children, only three showed no link with maternal exposure to pesticides *post-partum* or during pregnancy [34, 35, 38]. *In utero* exposures to DDE have often been associated with asthma in young children (3–6 months after birth) [30–33] and with wheezing [33]. SUNYER *et al.* [31] concluded that prenatal exposure to DDE might contribute to the development of childhood asthma, but it did not alter the protective effect of breastfeeding from asthma. Karmaus and colleagues reached the same conclusions in children aged 7–10 years [37, 38]. However, some authors [34, 35] did not find strong associations between exposure to organochlorines during pregnancy and respiratory symptoms in infants after birth (persistent cough, bronchitis or asthma). Moreover, the results of some studies have indicated that early exposure to pesticides up to the age of 4 years is the most relevant time window of exposure [30, 31]. It was also shown that contact of the children in the first year of life with a mother who was herself in contact with pesticides in the case of occupational and/or residential exposure was likely to increase the likelihood of wheezing and childhood asthma [39, 42], non-infectious cough in children aged 5–6 years [36], and wheezing in children under 18 years of age [43].

A recent review was published, by GASCON *et al.* [50], on the effects of persistent organic pollutants (DDE, PCBs, HCB, hexachlorocyclohexanes and other persistent organic pollutants) on the developing respiratory and immune systems. The authors noted that children living in agricultural areas may be exposed to higher

levels of pesticides than other children. They conclude from their review that persistent organic pollutant compounds could adversely influence immune and respiratory system development, nevertheless they considered that we need further studies to achieve a better understanding of the underlying mechanisms [50].

The results of the fewer studies on environmental exposure among adults are much less conclusive. Only three authors found a link between environmental exposure to pesticides and respiratory symptoms, but this association was not very significant [45, 48, 49]. A multivariate analysis showed that the symptoms reported by the subjects were significantly associated with the perception of certain odours or periods of employment under conditions of environmental exposure, despite the fact that biological monitoring had not provided evidence of higher exposure to malathion, DDT or other chlorinated compounds [44]. In both studies carried out on New Yorkers, the authors did not find any link between the frequency of respiratory symptoms or asthma attacks and applications of pesticides [46, 47]. However, it is important to note that information had been given before the campaign to the residents of affected areas about the dates of passage of trucks and helicopters, as well as recommendations to stay indoors and keep windows closed. It is possible, therefore, that residents suffering from asthma or other respiratory diseases took special precautions (*e.g.* staying inside and taking a prophylactic treatment) to avoid exposure or the potential effects of applied pesticides.

The lower degree of certainty of epidemiological studies on environmental exposure to pesticides compared with those on occupational exposure can be explained by different reasons. A key question arises about the potential effect of environmental human exposure to pesticides: do pesticide exposure levels experienced by people living near treated fields compare with those observed in occupational settings? This is a complex issue, because in surveys on the respiratory health of workers exposed to pesticides environmental or personal measurements have been performed, whereas the majority of studies dealing with non-occupational pesticide exposure have used biological monitoring, either in breast milk, the mother's or child's blood, or in cord blood. Therefore, it is difficult to compare pesticide levels between occupational studies and environmental studies. However, our experience of pesticide exposure studies in various settings (data non published) enables us to assume that pesticide residues in diet, water and environment lead to general population exposures at levels 100 to more than 10000 lower than levels of occupational exposure, measured during handling of pesticides but also during re-entry and harvest (*i.e.* from 0.01 to 1000 µg per day from non-occupational sources and from 1 to 10000 µg per day in occupational settings).

However, a number of methodological issues remain in the epidemiological studies reviewed here. As we have seen, the majority of these studies were cross-sectional, leading to potential underestimation of the impact of certain exposures, because most affected people may have changed their exposure following the appearance of respiratory symptoms or the diagnosis of a respiratory disease. In addition, as pointed out by some authors themselves, cross-sectional studies do not allow determination of which characteristics of agricultural or non-agricultural lifestyle, including the physical environment, contribute to the variations in respiratory health problems. More case-control or cohort studies would be necessary to clarify the respective roles of potential contributing factors. Another potential bias lies in the identification and quantification of pesticides. In many studies on environmental exposure, the nature of the pesticides to which subjects were exposed was not specified. Furthermore, even when the precise nature of the pesticide was known, information regarding frequency, duration and/or intensity of exposure and pesticide formulation often remained scarce. Few studies have assessed direct personal exposure to pesticides by measurements, although this might not be the most accurate tool for assessing past exposures [34], and only two studies have focused on household use of pesticides or use in the garden [36, 43].

Future studies should use more environmental measurements and biomarkers of exposure in combination with detailed questionnaires and more precise assessment of pesticide uses around the home in agriculture or other industries. Indeed, a more accurate estimation of non-occupational pesticide exposures could help identify potential dose-response links and chemicals involved with respiratory diseases or symptoms.

It should also be noted that the size of some studies was much smaller than those of studies carried out on workers, which could have reduced their power and prevented highlighting of some associations. Finally, it is worth noting that in some studies, the identification of symptoms and diseases was based on self-reporting by subjects, which can lead to biases in information, as has also been noted in some occupational exposure studies. However, the use of validated standardised questionnaires, as they exist in respiratory epidemiology, can limit this drawback, in parallel with lung function measurements.

In conclusion, despite consistent data indicating increased risks for some respiratory diseases/symptoms with occupational and accidental exposure to pesticides, their harmfulness is still not clear in the case of environmental exposure. Further studies should be performed, with a more rigorous design and protocol. Exposed/unexposed or cohort studies should be performed, and more precise evaluations of exposure based on the most accurate possible identification of the incriminated pesticides should also be carried out.

Research and quantification of active substances in the environment and biological matrices are interesting tools, as well as the study of exposures over long periods prior to the occurrence of any respiratory symptoms. The existence of respiratory risks associated with environmental exposure to pesticides should lead, if confirmed, to the implementation of effective interventions to improve the protection of populations.

References

- 1 American College of Chest Physicians. Global Reports. FIRS Report: Respiratory Diseases in the World www.chestnet.org/Guidelines-and-Resources/Health-Policy/FIRS-Report-Respiratory-Diseases-in-the-World Date last accessed: April 9, 2014.
- 2 Pearce N, Ait-Khaled N, Beasley R, *et al.* Worldwide trends in the prevalence of asthma symptoms: phase III of the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Thorax* 2007; 62: 758–766.
- 3 Walker CL, Rudan I, Liu L, *et al.* Global burden of childhood pneumonia and diarrhoea. *Lancet* 2013; 381: 1405–1416.
- 4 Dalphin JC. Pathologie respiratoire en milieu agricole [Respiratory pathology in the agricultural environment]. *Rev Prat* 1998; 48: 1313–1318.
- 5 Michielsen C, Zeamari S, Leusink-Muis A, *et al.* The environmental pollutant hexachlorobenzene causes eosinophilic and granulomatous inflammation and *in vitro* airways hyperreactivity in the Brown Norway rat. *Arch Toxicol* 2002; 76: 236–247.
- 6 Bessot JC, Blaumeiser M, Kopferschmitt MC, *et al.* L'asthme professionnel en milieu agricole [Occupational asthma in an agricultural setting]. *Rev Mal Respir* 1996; 13: 205–215.
- 7 Crinnion WJ. Do environmental toxicants contribute to allergy and asthma? *Alter Med Rev* 2012; 17: 6–18.
- 8 Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, *et al.* Animal production and wheeze in the Agricultural Health Study: interactions with atopy, asthma, and smoking. *Occup Environ Med* 2003; 60: e3.
- 9 Regulation (EU) No 528/2012 of the European Parliament and of the Council of 22 May 2012 concerning the making available on the market and use of biocidal products. *Official Journal of the European Union* 2012; 55: L167.
- 10 Bouvier G, Seta N, Vigouroux-Villard A, *et al.* Insecticide urinary metabolites in nonoccupationally exposed populations. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2005; 8: 485–512.
- 11 AFSSET. Exposition de la population générale aux résidus de pesticides en France. Synthèse des données d'utilisation, de contamination des milieux et d'imprégnation de la population. Plan d'action ORP 2006–2008. Maisons-Alfort, AFSSET 2010; p. 354.
- 12 INSERM. Pesticides: Effets sur la santé. Expertise collective. Paris, Les éditions Inserm, 2013; p. 1001.
- 13 Baldi I, Lebailly P, Rondeau V, *et al.* Levels and determinants of pesticide exposure in operators involved in treatment of vineyards: results of the PESTEXPO Study. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2012; 22: 593–600.
- 14 Bouvier G, Blanchard O, Momas I, *et al.* Pesticide exposure of non-occupationally exposed subjects compared to some occupational exposure: a French pilot study. *Sci Total Environ* 2006; 366: 74–91.
- 15 Hernández AF, Parrón T, Alarcón R. Pesticides and asthma. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2011; 11: 90–96.
- 16 Proskocil BJ, Bruun DA, Lorton JK, *et al.* Antigen sensitization influences organophosphorus pesticide-induced airway hyperreactivity. *Environ Health Perspect* 2008; 116: 381–388.
- 17 Proskocil BJ, Bruun DA, Thompson CM, *et al.* Organophosphorus pesticides decrease M2 muscarinic receptor function in guinea pig airway nerves via indirect mechanisms. *PLoS ONE* 2010; 5: e10562.
- 18 Fukuyama T, Kosaka T, Tajima Y, *et al.* Prior exposure to organophosphorus and organochlorine pesticides increases the allergic potential of environmental chemical allergens in a local lymph node assay. *Toxicol Lett* 2010; 199: 347–356.
- 19 Eskenazi B, Bradman A, Castorina R. Exposures of children to organophosphate pesticides and their potential adverse health effects. *Environ Health Perspect* 1999; 107: Suppl., 409–419.
- 20 Sanborn MD, Cole D, Abelson A, *et al.* Identifying and managing adverse environmental health effects: 4. Pesticides. *CMAJ* 2002; 166: 1431–1436.
- 21 Steen W, Bond A, Mage D. Agricultural Health Study-Exposure Pilot Study report. Research Triangle Park, U.S. Environmental Protection Agency, 1997.
- 22 Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med* 2009; 151: 264–269.
- 23 Charles LE, Burchfiel CM, Fededulegn D, *et al.* Occupational exposure to pesticides, metals, and solvents: the impact on mortality rates in the Honolulu Heart Program. *Work* 2010; 37: 205–215.
- 24 O'Malley M, Barry T, Ibarra M, *et al.* Illnesses related to shank application of metam-sodium, Arvin, California, July 2002. *J Agromedicine* 2005; 10: 27–42.
- 25 Gomes Do Espirito Santo ME, Marrama L, Ndiaye K, *et al.* Investigation of deaths in an area of groundnut plantations in Casamance, South of Senegal after exposure to Carbofuran, Thiram and Benomyl. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2002; 12: 381–388.
- 26 Cocco P, Blair A, Congia P, *et al.* Long-term health effects of the occupational exposure to DDT. A preliminary report. *Ann N Y Acad Sci* 1997; 837: 246–256.
- 27 Payán-Rentería R, Garibay-Chávez G, Rangel-Ascencio R, *et al.* Effect of chronic pesticide exposure in farm workers of a Mexico community. *Arch Environ Occup Health* 2012; 67: 22–30.
- 28 Ohayo-Mitoko GJ, Kromhout H, Simwa JM, *et al.* Self reported symptoms and inhibition of acetylcholinesterase activity among Kenyan agricultural workers. *Occup Environ Med* 2000; 57: 195–200.
- 29 Awadalla NJ, Hegazy A, Elmetwally RA, *et al.* Occupational and environmental risk factors for idiopathic pulmonary fibrosis in Egypt: a multicenter case-control study. *Int J Occup Environ Med* 2012; 3: 107–116.
- 30 Sunyer J, Torrent M, Muñoz-Ortiz L, *et al.* Prenatal dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE) and asthma in children. *Environ Health Perspect* 2005; 113: 1787–1790.
- 31 Sunyer J, Torrent M, Garcia-Esteban R, *et al.* Early exposure to dichlorodiphenyldichloroethylene, breastfeeding and asthma at age six. *Clin Exp Allergy* 2006; 36: 1236–1241.
- 32 Sunyer J, Garcia-Esteban R, Alvarez M, *et al.* DDE in mothers' blood during pregnancy and lower respiratory tract infections in their infants. *Epidemiology* 2010; 21: 729–735.

- 33 Gascon M, Vrijheid M, Martínez D, *et al.* Pre-natal exposure to dichlorodiphenyldichloroethylene and infant lower respiratory tract infections and wheeze. *Eur Respir J* 2012; 39: 1188–1196.
- 34 Weselak M, Arbuckle TE, Wigle DT, *et al.* In utero pesticide exposure and childhood morbidity. *Environ Res* 2007; 103: 79–86.
- 35 Glynn A, Thuvander A, Aune M, *et al.* Immune cell counts and risks of respiratory infections among infants exposed pre- and postnatally to organochlorine compounds: a prospective study. *Environ Health* 2008; 7: 62.
- 36 Liu B, Jung KH, Horton MK, *et al.* Prenatal exposure to pesticide ingredient piperonyl butoxide and childhood cough in an urban cohort. *Environ Int* 2012; 48: 156–161.
- 37 Karmaus W, Kuehr J, Kruse H. Infections and atopic disorders in childhood and organochlorine exposure. *Arch Environ Health* 2001; 56: 485–492.
- 38 Karmaus W, Davis S, Chen Q, *et al.* Atopic manifestations, breast-feeding protection and the adverse effect of DDE. *Paediatr Perinat Epidemiol* 2003; 17: 212–220.
- 39 Salameh PR, Baldi I, Brochard P, *et al.* Respiratory symptoms in children and exposure to pesticides. *Eur Respir J* 2003; 22: 507–512.
- 40 Salam MT, Li YF, Langholz B, *et al.* Early-life environmental risk factors for asthma: findings from the Children's Health Study. *Environ Health Perspect* 2004; 112: 760–765.
- 41 Duramad P, Harley K, Lipssett M, *et al.* Early environmental exposures and intracellular Th1/Th2 cytokine profiles in 24-month-old children living in an agricultural area. *Environ Health Perspect* 2006; 114: 1916–1922.
- 42 Tagiyeva N, Devereux G, Semple S, *et al.* Parental occupation is a risk factor for childhood wheeze and asthma. *Eur Respir J* 2010; 35: 987–993.
- 43 Xu X, Nembhard WN, Kan H, *et al.* Residential pesticide use is associated with children's respiratory symptoms. *J Occup Environ Med* 2012; 54: 1281–1287.
- 44 Balluz LS, Philen RM, Brock J, *et al.* Health complaints related to pesticide stored at a public health clinic. *Environ Res* 2000; 82: 1–6.
- 45 Ames RG, Howd RA, Doherty L. Community exposure to a paraquat drift. *Arch Environ Health* 1993; 48: 47–52.
- 46 Karpati AM, Perrin MC, Matte T, *et al.* Pesticide spraying for West Nile virus control and emergency department asthma visits in New York City, 2000. *Environ Health Perspect* 2004; 112: 1183–1187.
- 47 O'Sullivan BC, Lafleur J, Fridal K, *et al.* The effect of pesticide spraying on the rate and severity of ED asthma. *Am J Emerg Med* 2005; 23: 463–467.
- 48 Zhang LX, Enarson DA, He GX, *et al.* Occupational and environmental risk factors for respiratory symptoms in rural Beijing, China. *Eur Respir J* 2002; 20: 1525–1531.
- 49 LeVan TD, Koh WP, Lee HP, *et al.* Vapor, dust, and smoke exposure in relation to adult-onset asthma and chronic respiratory symptoms: the Singapore Chinese Health Study. *Am J Epidemiol* 2006; 163: 1118–1128.
- 50 Gascon M, Morales E, Sunyer J, *et al.* Effects of persistent organic pollutants on the developing respiratory and immune systems: a systematic review. *Environ Int* 2013; 52: 51–65.

Annexe 3 : Liste globale des pesticides autorisés par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP)

Types de produits	N°	Spécialité commerciale	Classe OMS	Firmes	Matière (s) active (s)	Numéro et date d'expiration	Domaines d'utilisation
				Makhteshim Chemical Works Ltd	lambda-cyhalothrine (30 g/l) chlorpyrifos éthyl (400 g/l)	0435-A1/In,Ac/07-08/APV-SAHEL	Insecticide/ acaricide autorisé contre les chenilles phyllophages, carpophages et les acariens du cotonnier.
	10	NOVA 400 EC	II	Senefura Sahel	triazophos (400 g/l)	0535-A0/In,Ac/05-08/APV-SAHEL	Insecticide / acaricide autorisé contre les ravageurs du cotonnier
HERBICIDES	1	ACEPRONET 400 EC	III	DTE	acetochlore (250g/l)/ prométryne (150g/l)	0550-A0/He/06-10/APV-SAHEL Expire en Juin 2013	Herbicide autorisé en post semis pré-levée contre les adventices du cotonnier.
	2	ACTIVUS 500 EC	III	Agan Chemicals	pendiméthaline (500 g/l)	0509-A0/He/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Herbicide autorisé en prélevée contre les plantes adventices annuelles du cotonnier et du riz irrigué
	3	AGIL 100 EC	III	Makhteshim Chemical Works Ltd	propaquizafop (100 g/l)	0475-A1/He/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Herbicide de post levée autorisé contre les graminées annuelles et pérennes du cotonnier
	4	AKIZON 40 SC	III	Arysta LifeScience	nicosulfuron (40 g/l)	0497-A1/He/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Herbicide autorisé contre les graminées et les dicotylédones du maïs.
	5	ALLIGATOR	III	SCPA Sivex International	pendiméthaline (400 g/l)	0502-A1/He/05-10/APV-SAHEL Expire en Mai 2013	Herbicide autorisé contre les adventices en prélevée du maïs
	6	BACCARA	III	Arysta LifeScience	propanil (260 g/l) / 2.4-D (175 g/l)	0613-A0/He/11-10/APV-SAHEL Expire en Novembre 2013	Herbicide autorisé en post levée contre les adventices du riz
	7	CALLISTAR 250 EC	III	Arysta LifeScience	oxadiazon (250 g/l)	0615-A0/He/11-10/APV-SAHEL Expire en Novembre 2013	Herbicide sélectif autorisé contre les adventices du riz irrigué ou pluvial.
	8	CAMIX 500 SE	III	Syngenta	mésotrione (83.3g/l)/ s-métolachlore (416.75g/l)	0606-A0/He/06-10/APV-SAHEL Expire en Juin 2013	Herbicide autorisé en pré-levée ou post-levée précoce contre les adventices du maïs.
	9	CALLIFOR 500 SC	III	Arysta LifeScience	fluométuron (250 g/l) et prométryne (250 g/l)	0388-H0/He/05-08/HOM-SAHEL Expire en Mai 2013	Herbicide systémique du cotonnier utilisé en prélevée de la culture et des adventices
	10	CALLIFOR G	III	Arysta LifeScience	prométryne (250 g/l) fluométuron (250 g/l) glyphosate (60 g/l)	0408-H0/He/05-08/HOM-SAHEL Expire en Mai 2013	Herbicide systémique du cotonnier utilisé en prélevée de la culture et des adventices
	11	CODAL GOLD 412-5 DC	III	Syngenta	prométryne (250 g/l) et s-métolachlore (162 g/l)	0470-A1/He/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Herbicide autorisé en pré-levée contre les plantes adventices du cotonnier.
	12	COTONET 500 EC	III	DTE	métolachlore (333 g/l) / terbutryne (167 g/l)	0519-A0/He/11-10/APV-SAHEL Expire en Novembre 2013	Herbicide autorisé en post-semis et prélevée contre les mauvaises herbes du cotonnier
	13	DANGELE	III	Dow Agro Sciences	haloxyfop R-méthyl (104 g/l)	0414-H0/He/01-10/HOM-SAHEL Expire en Janvier 2015	Herbicide sélectif autorisé en post-levée cote les graminées du cotonnier.
	14	DANGOROBA	III	Dow Agro Sciences	glyphosate (360 g/l)	0382-H0/He/01-10/HOM-	Herbicide systémique non sélectif autorisé contre

						SAHEL	les graminées et dicotylédonées annuelles et pérennes.
						Expire en Janvier 2015	
15	DIURALM 80 WG	III	ALM International	diuron (800g/kg)		0473-A1/He/07-09/APV-SAHEL	Herbicide autorisé contre les adventices en pré-levée du cotonnier.
						Expire en Juillet 2012	
16	DIGA FAGALAN (FINISH)	III	Savana	glyphosate (360 g/l)		0480-A1/He/07-08/APV-SAHEL	Herbicide systémique non sélectif autorisé contre les mauvaises herbes annuelles et pérennes avant plantation / semis de toutes cultures.
						Expire en Juillet 2011	
17	DIURALM 80 WG	III	ALM International	diuron (800 g/kg)		0473-A0/He/07-06/APV-SAHEL	Herbicide autorisé pour le désherbage du cotonnier en prélevée de la culture et des adventices.
						Expire en Mai 2010	
18	MAMBA (DOMINATOR 360 SL)	III	Dow Agro Sciences	gyphosate (360 g/l)		0385-H0/He/07-09/HOM-SAHEL	Herbicide systémique non sélectif autorisé contre les graminées et dicotylédonées annuelles et pérennes
						Expire en Novembre 2013	
19	FOCUS ULTRA 100 EC	III	Tech Agro International	cycloxdim (100 g/l)		0515-A0/He/05-08/APV-SAHEL	Herbicide autorisé en postlevée contre les plantes adventices du cotonnier
						Expire en Mai 2011	
20	FUSILADE FORTE 150 EC	III	Syngenta	fluazifop-p-butyl (150 g/l)		0467-A1/He/07-09/APV-SAHEL	Herbicide autorisé en post-levée contre les graminées adventices du cotonnier
						Expire en Juillet 2012	
21	GALLANT SUPER	III	Dow AgroSciences	haloxyfop-R-méthyl (104 g/l)		0268-H0/He/01-10/HOM-SAHEL	Herbicide sélectif autorisé contre les graminées du cotonnier en pulvérisation foliaire.
						Expire en Janvier 2015	
22	GRANSTAR 75 WG	III	ALM International	tribénuron-méthyl (750 g/kg)		0574-A0/He/11-10/APV-SAHEL	Herbicide autorisé en post-levée contre les mauvaises herbes du blé.
						Expire en Novembre 2013	
23	GLYCEL 410 SL	II	Topex-Agro Elevage Dépt	glyphosate (410 g/l)		0484-A0/He/05-08/APV-SAHEL	Herbicide systémique non sélectif autorisé en post levée des adventices
						Expire en Mai 2011	
24	GLYPHADER 75	III	La Cigogne	glyphosate (950 g/l)		0579-A0/He/01-10/APV-SAHEL	Herbicide systémique non sélectif autorisé avant le semis contre les riz sauvages annuels et pérennes
						Expire en Janvier 2013	
25	GLYPHADER 360 SL	III	La Cigogne	glyphosate (360g/l)		0580-A0/He/06-10/APV-SAHEL	Herbicide systémique non sélectif autorisé contre les adventices en pré semis du cotonnier.
						Expire en Juin 2013	
26	GLYPHALM 360 SL	III	ALM International	glyphosate (360 g/l)		0504-A0/He/08-07/APV-SAHEL	Herbicide systématique non sélectif autorisé contre les mauvaises herbes annuelles et pérennes avant plantation / semis de toutes cultures.
						Expire en Août 2010	
27	GLYPHONET 360 SL	III	DTE MALI	glyphosate (360 g/l)		0440-H0/He/11-10/HOM-SAHEL	Herbicide systémique foliaire non sélectif autorisé contre les adventices annuelles et pérennes.
						Expire en Novembre 2015	
28	GLYPHALM 360 SL	III	ALM International	glyphosate(360g/l)		0580-A1/He/08-10/APV-SAHEL	Herbicide systémique non sélectif autorisé contre les adventices en pré semis des cultures.
						Expire en Août 2013	
29	HALONET 104 EC	III	DTE	haloxyfop-R méthyl (940g/l)		0520-A0/He/06-10/APV-SAHEL	Herbicide autorisé contre les graminées adventices en post-levée du cotonnier.
						Expire en Juin 2013	
30	HERBEXTRA 720 SL	II	La Cigogne	2,4-D (720 g/l)		0318-H0/He/01-10/HOM-SAHEL	Herbicide systémique autorisé en post-levée contre les mauvaises herbes dicotylédones du riz
						Expire en Janvier 2015	
31	HERBICOTON DF	III	SCPA International	fluméturon (440 g/l) et prométryne (440 g/l)		0439-A1/He/07-08/APV-SAHEL	Herbicide autorisé en prélevée contre les adventices du cotonnier.
						Expire en Juillet 2011	
32	HERBICOTON 500 SC	III	SCPA International	fluméturon (250 g/l) et prométryne (250 g/		0315-A1/He/07-08/APV-SAHEL	Herbicide autorisé en prélevée contre les adventices du cotonnier.
						Expire en Juillet 2011	

33	HERBOFIN 360 SL	III	Chimac-Agriphar SA	glyphosate (360 g/l)	0427-A1/He/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Herbicide systémique non sélectif autorisé contre les graminées et dicotylédones annuelles et pérennes
34	HEXARON 600 WG	III	Agan Chemical LTD	diuron (468 g/kg) et hexazinone (132 g/kg)	0578-A0/He/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Herbicide autorisé en prêt et post levée contre les plantes adventices de la canne à sucre
35	IKOKADIGNE	II	SCPA Sivex International	haloxyfop – R méthyl (104 g/l)	0558-A0/He/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Herbicide autorisé en post-levée contre les mauvaises herbes du cotonnier
36	KALACH 360 SL	III	Arysta LifeScience	glyphosate (360 g/l)	0219-H0/He/08-07/HOM-SAHEL Expire en Août 2012	Herbicide systématique non sélectif autorisé contre les mauvaises herbes annuelles et pérennes avant plantation / semis de toutes cultures.
37	KALACH EXTRA 70 SG	III	Arysta LifeScience	glyphosate (700 g/kg)	0533-A1/He/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Herbicide systémique foliaire non sélectif autorisé contre les plantes adventices annuelles et pérenne
38	KELION 50 WG	III	Savana	orthosulfamuron (500g/l)	0556-A0/In/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Herbicide autorisé contre les plantes adventices (graminées, dicotylées et cypéracées) du riz
39	KRISMAT 075 WG	III	Syngenta	amétryne (73 g/l) et trifloxysulfuron (3 g/l)	0416-A1/He/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Herbicide autorisé en post levée contre les plantes adventices annuelles et pérennes de la canne à sucre
40	LAGON 380 SC	III	Bayer CropScience	isoxaflutole (50 g/l) et aclonifen (333 g/l)	0521-A0/He/05-08/APV-SAHEL Expire en Mai 2011	Herbicide utilisé en prélevée contre les plantes adventices du maïs
41	LUMAX 537,5 SE	III	Syngenta	Mésotrione (37,5g/l)-métolachlor (375g/l) et terbuthylazine (125g/l)	0526-A0/He/06-10/APV-SAHEL Expire en Juin 2013	Herbicide autorisé en prélevée ou post-levée précoce contre les adventices du maïs.
42	MALIK 108 EC	III	Savana	haloxyfop-R-méthyl (108 g/l)	0501-A1/He/05-10/APV-SAHEL Expire en Mai 2013	Herbicide autorisé contre les graminées en post levée du cotonnier.
43	MALO BINFAGA	II	Savana	2,4-D (720 g/l)	0479-A1/He/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Herbicide systémique autorisé en post levée contre les dicotylédones du riz
44	NICOMAIS 40 SC	III	Savana	nicosulfuron (40 g/l)	0491-A1/He/05-10/APV-SAHEL Expire en mai 2013	Herbicide autorisé contre les adventices en post-levée du maïs
45	OXARIZ 250 EC	III	Savana	oxadiazon (250g/l)	0575-A0/He/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Herbicide autorisé en post-levée contre les plantes adventices (dicotylées et graminées annuelles) du riz
46	PACHA 25 EC	II	Savana	lambda-cyhalothrine (15g/l) / acétamipride (10g/l)	0549-A0/In/06-10/APV-SAHEL Expire en Juin 2013	Insecticide autorisé contre les chenilles, les mouches blanches et les pucerons des cultures maraichères.
47	RAINBOW 25 OD	III	AF-Chem Sofaco	penoxsulam (25g/l)	0603-A0/He/06-10/APV-SAHEL Expire en Juin 2013	Herbicide autorisé en post-levée contre les adventices en riziculture irriguée et de bas-fonds.
48	RICAL 345 EC	III	Arysta LifeScience	propanil (230 g/l) et thiobencarbe (115 g/l)	0412-H0/He/01-10/HOM-SAHEL Expire en Janvier 2015	Herbicide systémique sélectif autorisé en post-levée contre les adventices du riz
49	ROUNDUP BIOSEC 68 SG	III	La Cigogne	glyphosate (680 g/ kg)	0261-H0/He/11-10/HOM-SAHEL Expire en Novembre 2015	Herbicide systémique foliaire non sélectif autorisé contre les mauvaises herbes annuelles et pérennes avant semis de toutes cultures.
50	ROUNDUP 360 SL	III	SCPA Sivex International	glyphosate (360 g/l)	0201-H0/He/07-09/HOM-SAHEL Expire en Juillet 2014	Herbicide systémique non sélectif autorisé contre les plantes adventices annuelles et pérennes avant plantation ou semis de toutes cultures

51	ROUNDUP TURBO 450	III	Monsanto	glyphosate (450 g/l)	0506-A1/He/05-10/APV-SAHEL	Herbicide systémique non sélectif autorisé contre les plantes adventices annuelles et pérennes avant plantation ou semis de toutes cultures
					Expire en Mai 2013	
52	SAMORY	III	SCPA Sivex International	bensulfuron – méthyl (100 g/kg)	0514-A0/He/07-09/APV-SAHEL	Herbicide autorisé contre les plantes adventices (graminées, dicotylées et cypéracées) du riz
					Expire en Juillet 2012	
53	SELECT 120 EC	III	Arysta LifeScience	cléthodime (120 g/l)	0444-H0/He/01-10/HOM-SAHEL	Herbicide sélectif autorisé en post-levée contre les graminées du cotonnier.
					Expire en Janvier 2015	
54	SOLITO 320 EC	III	Syngenta	pyribenzoxim (20 g/l) et prétilachlore (300 g/l)	0541-A0/He/01-10/APV-SAHEL	Herbicide autorisé contre les mauvaises herbes du riz
					Expire en Janvier 2013	
55	STOMP 330 EC	II	Tech Agro International	pendiméthaline (330 g/l)	0517-A0/He/05-08/APV-SAHEL	Herbicide autorisé en prélevée contre les plantes adventices du cotonnier
					Expire en Mai 2011	
56	STOMP CS	III	BASF	pendiméthaline (455g/l)	0591-A0/He/06-10/APV-SAHEL	Herbicide autorisé contre les adventices en pré -levée du maïs.
					Expire en Juin 2013	
57	TOPRANIL 480 EC	III	Topex-Agro Elevage Développemen	propanil (480 g/l)	0529-A0/He/05-08/APV-SAHEL	Herbicide systémique sélectif autorisé en post-levée contre les adventices du riz.
					Expire en Mai 2011	
58	TOPSTAR 400 SC	III	Bayer CropScience	oxadiargyl (400g/l)	0332-H0/He/08-07/HOM-SAHEL	Herbicide autorisé contre les adventices du riz et des plaines inondables.
					Expire en Août 2012	
59	TOUCHDOWN FORTE 500 SL	III	Syngenta	glyphosate (500 g/l)	0469-A1/He/07-09/APV-SAHEL	Herbicide systémique non sélectif autorisé contre les mauvaises herbes annuelles et pérennes avant plantation ou semis de toutes cultures
					Expire en Juillet 2012	
60	CALRIZ	II	Arysta LifeScience	propanil (360 g/l) / triclopyr (72g/l)	0597-A0/He/05-11/APV-SAHEL	Herbicide autorisé contre les adventices en post-levée du riz.
					Expire en Mai 2014	
61	CONDOR 500 SC	II	Senchim	fluométuron (250g/l) / diuron (250 g/l)	0593-A0/He/05-11/APV-SAHEL	Herbicide autorisé pour lutter contre les graminées et les dicotylédones annuelles du cotonnier.
					Expire en Mai 2014	
62	FOCUS ULTRA 100 EC	III	BASF	cycloxdim (100g/l)	0515-A1/He/05-11/APV-SAHEL	Herbicide autorisé contre les plantes adventices en post-levée du cotonnier.
					Expire en Mai 2014	
63	FOURALAN 480 SL	III	Comptoir 2000	glyphosate (480 g/l)	0411-H0/He/05-11/HOM-SAHEL	Herbicide systémique non sélectif autorisé en post-levée contre les adventices annuelles et pérennes avant le semis de la culture
					Expire en Mai 2016	
64	GLYCEL 410 SL	II	Topex-Agro	glyphosate (410 g/l)	0484-A1/He/05-11/APV-SAHEL	Herbicide systémique non sélectif autorisé en post levée contre les adventices annuelles et pérennes avant semis des cultures
					Expire en Mai 2014	
65	HERBALM 720 SL	III	ALM International	2,4-D amine (720g/l)	0377-A0/He/05-11/APV-SAHEL	Herbicide sélectif autorisé contre les mauvaises herbes à feuilles larges du riz.
					Expire en Mai 2014	
66	LAGON 380 SC	III	Bayer	isoxaflutole (50 g/l) / aclonifen (333 g/l)	0521-A1/He/05-11/APV-SAHEL	Herbicide autorisé en prélevée contre les plantes adventices du maïs.
					Expire en Mai 2014	
67	ROUNDUP 360 K	III	La Cigogne	glyphosate (306 g/l)	0617-A0/He/05-11/APV-SAHEL	Herbicide autorisé en post-levée contre les mauvaises

						Expire en Mai 2014	herbes annuelles et pérennes avant semis des cultures
	68	ROUNDUP 450 TURBO K	III	La Cigogne	glyphosate (450 g/l)	0618-A0/He/05-11/APV-SAHEL	Herbicide autorisé en post-levée contre les mauvaises herbes annuelles et pérennes avant semis des cultures.
						Expire en Mai 2014	
	79	STOMP 330 EC	III	BASF	pendimethaline (330 g/l)	0517-A1/He/05-11/APV-SAHEL	Herbicide autorisé contre les adventices en pré -levée du maïs.
						Expire en Novembre 2015	
	70	TOPRANIL 480 EC	III	Topex-Agro Elevage Développement	propanil (480 g/l)	0529-A1/He/05-11/APV-SAHEL	Herbicide systémique sélectif autorisé en post-levée contre les adventices du riz.
						Expire en Mai 2014	

INSECTICIDES							
1	ACTARA 25 WG	III	Syngenta	thiamethoxam (250 g/kg)	0544-A0/In/05-08/APV-SAHEL Expire en Mai 2011	Insecticide autorisé contre la mouche blanche sur Haricot, Tomate et Gombo et sur cochenilles du manguiers.	
	2	ACTELLIC 50 EC	III	Syngenta	pirimiphos-méthyl (50g/l)	0167-A0/In/01-10/APV-SAHEL Expire en Janvier 2013	Insecticide autorisé en santé publique contre les insectes volants et les insectes rampants.
	3	AVAUNT 150 SC	III	MPC	indoxacarb (150g/l)	0233-H0/In/06-10/HOM-SAHEL Expire en Juin 2015	Insecticide autorisé contre les insectes phyllophages et carpophages du cotonnier.
	4	AMSAC 150 SC	II	Savana	indoxacarb (150 g/l)	0557-A0/In/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide autorisé contre les insactes phyllophages et carpophages du cotonnier
	5	ATTAKAN C 344 EC	II	Arysta LifeScience	cyperméthrine (144 g/l) et imidacloprid (200 g/l)	0496-A1/In/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2011	Insecticide autorisé contre les chenilles phyllophages, carpophages et les pucerons du cotonnier
	6	AVAUNT 150 EC	II	Arysta LifeScience	indoxacarb (150 g/l)	0609-A1/In/05-10/APV-SAHEL Expire en Mai 2013	Insecticide autorisé contre les chenilles carpophages et phyllophages du cotonnier
	7	BATIK	III	Arysta LifeScience	<i>Bacillus thuringiensis</i> (120 g/l)	0595-A0/In/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide biologique autorisé contre <i>Plutella</i> et autres chenilles ravageurs du chou
	8	BATIK WG	III	Arysta LifeScience	<i>bacillus thuringiensis</i> (32.000 UI/mg)	0614-A0/In/11-10/APV-SAHEL Expire en Novembre 2013	Insecticide autorisé contre les chenilles du chou.
	9	BISTAR 10 WP	II	Arysta LifeScience	bifenthrine (100 g/l)	0503-A1/In/05-10/APV-SAHEL Expire en Mai 2013	Insecticide autorisé contre les moustiques vecteurs de malaria
	10	CALTHIO C 50 WS	II	Arysta LifeScience	thirame (250g/l) / chlorpyrifos éthyl (250 g/l)	0551-A0/In/11-10/APV-SAHEL Expire en Novembre 2013	Insecticide autorisé contre les insectes phyllophages, carpophages et piqueurs suceurs du cotonnier
	11	CALFOS 500 EC	II	Arysta LifeScience	profenofos (500 g/l)	0340-H0/In,Ac/05-08/HOM-SAHEL Expire en Mai 2013	Insecticide contre les chenilles phyllophages, carpophages, les piqueurs suceurs et les acariens du cotonnier
	12	CALIFE 500 EC	II	Savana	profénofos (500 g/l)	0478-A1/In/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide autorisé contre les chenilles phyllophages et carpophages du cotonnier
	13	CAPT 88 EC	II	ALM International	acétamipride (16 g/l) et cyperméthrine (62 g/l)	0415-H0/In/11-10/HOM-SAHEL Expire en Novembre 2015	Insecticide contre les chenilles et les piqueurs-suceurs du cotonnier.
	14	CAPT 96 EC	II	ALM International	acétamipride (24 g/l) / cyperméthrine (72 g/l)	0510-A0/In,Ac/11-10/APV-SAHEL Expire en Novembre 2013	Insecticide autorisé contre les insectes et les mouches blanches.

15	CONQUEST C 88 EC	II	Arysta LifeScience	acétamipride (16g/l) et cyperméthrine (80g/l)	0240-H0/In/07-09/HOM-SAHEL Expire en Juillet 2014	Insecticide autorisé contre les chenilles phylophages, carpophages et les pucerons du cotonnier
16	CONQUEST C 176 EC	II	Arysta LifeScience	acétamipride (32 g/l) et cyperméthrine (144 g/l)	0493-A1/In/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide autorisé contre les chenilles phylophages, carpophages et les acariens du cotonnier
17	CRUISER 350 FS	III	Syngenta	thiamethoxam (350g/l)	0296-H0/In/11-10/HOM-SAHEL Expire en Novembre 2015	Insecticide autorisé en traitement de semences contre les insectes du sol en culture du cotonnier.
18	CYPERCAL P 690 EC	II	Arysta LifeScience	cyperméthrine (90g/l) et profénofos (600g/l)	0598-A0/In/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide autorisé contre les chenilles phylophages, carpophages et les insectes piqueurs-suceurs du cotonnier
19	CYPERCAL 50 EC	III	MPC	cyperméthrine (50g/l)	0216-H0/In/06-10/HOM-SAHEL Expire en Juin 2015	Insecticide autorisé contre les insectes ravageurs de la tomate.
20	DECIS 25 EC	II	Bayer CropScience	deltamethrine (25 g/l)	0451-A0/In/05-08/APV-SAHEL Expire en Mai 2011	Insecticide autorisé contre <i>Helicoverpa</i> sur tomate et haricot vert et les coléoptères du gombo
21	DETIA GAS EX-B	Ib	Detia Degesch Gmbh	phosphure d'aluminium (570 g/kg)	0498-H0/In/01-10/HOM-SAHEL Expire en Janvier 2015	Insecticide autorisé contre les ravageurs des denrées stockées (<u>Usage strictement professionnel</u>)
22	DIMILIN GR-2	III	Chemtura	difflubenzuron (200 g/kg)	0582-A0/In/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide autorisé contre les larves des moustiques dans les gîtes larvaires
23	DIMILIN OF 6	II	Uniroyal Chemical	difflubenzuron (60 g/l)	0058-H2/In/07-15/HOM-SAHEL Expire en Novembre 2015	Insecticide autorisé contre les locustes.
24	DIMILIN TB-2	III	Chemtura	difflubenzuron (200 g/kg)	0581-A0/In/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide autorisé contre les larves des moustiques dans les gîtes larvaires
25	DIMILIN WP-25	III	Chemtura (250 g/kg)	difflubenzuron (250 g/kg)	0583-A0/In/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide autorisé contre les larves des moustiques dans les gîtes larvaires
26	DOUBLE ACTION ORO	III	Oro	tétramétrine(2g/l)/ perméthrine(2.5g/l)/d-fénotrène (1g/l)	0448-A0/In/06-10/APV-SAHEL Expire en Juin 2013	Insecticide autorisé en usage domestique contre les insectes volants et rampants.
27	DURSBAN 4 EC	II	Dow Agro Sciences	chlorpyrifos-ethyl (480 g/l)	0011-H2/In/07-07/HOM-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide autorisé contre les ravageurs des agrumes, du caféier, du cotonnier, et des cultures maraichères.
28	DURSBAN 5% DP	III	Dow Agro Sciences	chlorpyrifos-éthyl (50 g/kg)	0002-H2/In/07-07/HOM-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide autorisé contre les sautériaux, les fourmis et les termites

29	DURSBAN 5 G	III	Dow Agro Sciences	chlorpyrifos-éthyl (50 g/kg)	0003-H2/In/07-07/HOM-SAHEL	Insecticide autorisé contre les termites, les noctuelles, les tampins, les vers blancs sur maïs et sorgho.
					Expire en Juillet 2012	
30	DURSBAN 450 ULV	II	Dow Agro Sciences	chlorpyrifos-éthyl (450 g/l)	0001-H2/In/07-07/HOM-SAHEL	Insecticide autorisé contre les locustes et sautériaux en traitement foliaire.
					Expire en Juillet 2012	
31	DURSBAN 24 ULV	II	Dow Agro Sciences	chlorpyrifos-éthyl (240 g/l)	0004-H2/In/07-07/HOM-SAHEL	Insecticides autorisé contre les sautériaux et le criquet pèlerin.
					Expire en Juillet 2012	
32	EFORIA 045 ZC	II	Syngenta	thiamethoxam (30g/l)/ et lambda-cyhalothrine (15g/l)	0608-A0/In/06-10/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les insectes piqueurs suceurs, les phylophages et carpophages du cotonnier.
					Expire en Juin 2013	
33	EMACOT 019 EC	II	Savana	emamectine benzoate (19 g/l)	0619-A0/In/11-10/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les insectes phylophages, carpophages et les piqueurs suceurs du cotonnier
					Expire en Novembre 2013	
34	EMIR 88 EC	II	Savana	cyperméthrine (72 g/l) et acétamipride (16 g/l)	0476-A1/In/07-08/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les chenilles et les insectes piqueurs suceurs du cotonnier.
					Expire en Juillet 2011	
35	FANGA 500 EC	II	ALM International	profénofos (500 g/l)	0410-H0/In/11-10/HOM-SAHEL	Insecticide autorisé contre les insectes phylophages et carpophages du cotonnier.
					Expire en Novembre 2013	
36	FENICAL 3 DP	III	Arysta LifeScience	fenitrothion (3 g/kg)	0455-A1/In/07-08/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les acridiens.
					Expire en Juillet 2011	
37	FENICAL400 UL	III	Arysta LifeScience	fenitrothion (400 g/l)	0456-A1/In/07-08/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les acridiens
					Expire en Juillet 2011	
38	FYFANON 880 EC	III	Cheminova	malathion (880 g/l)	0495-A1/In/07-09/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les chenilles phylophages et carpophages du cotonnier.
					Expire en Juillet 2012	
39	FYFANON 925 UL	III	Cheminova	malathion (925 g/l)	0447-A1/In/07-08/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les locustes et les sautériaux.
					Expire en Juillet 2011	
40	GREEN MUSCLE	III	Fondation Agir	métrarhizium flavoviride anisoplae (5.10 ¹⁰ spores/g)	0243-H0/In/01-10/HOM-SAHEL	Insecticide biologique autorisé contre les locustes et les sautériaux.
					Expire en Janvier 2015	
41	ICON 10 CS	III	Syngenta	lambda-cyhalothrine (100g/l)	0518-A0/In/01-10/APV-SAHEL	Insecticide autorisé en santé publique contre les moustiques vecteurs du paludisme et de la malaria.
					Expire en Janvier 2013	
42	KARATÉ MAX 2,5 WG	III	Syngenta	lambda-cyhalothrine (25 g/l)	0417-A1/In/07-08/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les insectes des cultures vivrières et maraîchères.
					Expire en juillet 2011	
43	KART 500 SP	II	La Cigogne	cartap (500 g/kg)	0585-A0/In/01-10/APV-	Insecticide autorisé contre les insectes ravageurs du

					SAHEL	chou
					Expire en Janvier 2013	
44	K- OPTIMAL	II	La Cigogne	lambda-cyhalothrine (15 g/l) et acétamipride (20 g/l)	0586-A0/In/01-10/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les insectes ravageurs du chou
					Expire en Janvier 2013	
45	K-OTHRINE 250 WG	III	Bayer PTY	deltaméthrine (250g/kg)	0590-A0/In/07-09/APV-SAHEL	Insecticide autorisé en santé publique contre les insectes volants et rampants
					Expire en Juillet 2012	
46	LAMANET 46 EC	II	DTE	lambda-cyhalothrine (30 g/l) / acétamipride (16 g/l)	0564-A0/In/11-10/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les insectes phylophages et carpophages du cotonnier.
					Expire en Novembre 2013	
47	LAMBACAL P 636 EC	II	Arysta LifeScience	lambda-cyhalothrine (36 g/l) et profénofos (600 g/l)	0599-A0/In/07-09/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les chenilles phylophages, carpophages et les insectes piqueurs-suceurs du cotonnier
					Expire en Juillet 2012	
48	LAMBACAL P 212 EC	II	Arysta LifeScience	lambda-cyhalothrine (12 g/l) et profénofos (200 g/l)	0421-A1/In/05-07/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les insectes phylophages et carpophages du cotonnier
					Expire en mai 2010	
49	LAMPRIDE 46 EC	II	Senchim AG	lambda-cyhalothrine (30 g/l) et acétamipride (16 g/l)	0500-A0/In/05-07/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les chenilles phylophages, carpophages et les insectes piqueurs suceurs du cotonnier.
					Expire en Mai 2010	
50	LASER 480 SC	III	Dow AgroSciences	spinosad (480 g/l)	0265-X0/In/05-08/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre <i>Helicoverpa</i> sur Tomate et Haricot vert
					Expire en Mai 2011	
51	NOMOLT 150 SC	III	BASF	téflubenzuron (150 g/l)	0611-A0/In/11-10/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les insectes phylophages et carpophages du cotonnier.
					Expire en Novembre 2013	
52	PACHA 25 EC	II	Savana	lambda-cyhalothrine (15g/l) / acétamipride (10g/l)	0549-A0/In/06-10/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les chenilles, les mouches blanches et les pucerons des cultures maraichères.
					Expire en Juin 2013	
53	PHOENIX 88 EC	II	Senchim AG	cyperméthrine (72 g/l) acétamipride (16 g/l)	0505-A1/In/08-10/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les chenilles carpophages du cotonnier.
					Expire en Août 2013	
54	PHOSFINON 570 GE	Ib	STEP C	phosphore d'aluminium (570 g/l)	0314-A0/In/05-08/APV-SAHEL	Insecticide autorisé en fumigation contre les insectes des denrées stockées.
					Expire en Mai 2011	
55	PROFENET 500 EC	II	DTE	Profénofos (500 g/l)	0554-A0/In/06-10/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les insectes phylophages et carpophages du cotonnier.
					Expire en Juin 2013	
56	PYCHLOREX 480 SC	II	Agriphar	chlorpyrifos-ethyl (480 g/l)	0523-A0/In/05-08/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les termites et les cochenilles du manguier
					Expire en Mai 2011	
57	PYRICAL 5 DP	II	Arysta LifeScience	chlorpyrifos-ethyl (5 g/l)	0454-A1/In/07-08/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les acridiens.

	58	PYRICAL 240 UL	II	Arysta LifeScience	chlorpyrifos-ethyl (240 g/l)	Expire en Juillet 2011 0453-A1/In/07-08/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les acridiens.
	59	PYRICAL 480 UL	II	Arysta LifeScience	chlorpyrifos-ethyl (240 g/l)	Expire en Juillet 2011 0452-A1/In/07-08/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les acridiens.
	60	RELDAN 40 EC	III	Dow AgroSciences	chlorpyrifos-méthyl (400 g/l)	0381-H0/In/11-10/HOM-SAHEL Expire en Novembre 2015	Insecticide autorisé contre les insectes des cultures vivrières en maraichères.
	61	SHEDID B 375 SC	II	Savana	thiodicarbe (375 g/l)	0576-A0/In/01-09/APV-SAHEL Expire en Janvier 2012	Insecticide autorisé contre les chenilles carpophages phyllophages du cotonnier.
	62	SPINTOR POUDRE	III	Dow Agro Sciences	spinosad (125g/kg)	0489-A0/In/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide autorisé contre les insectes ravageurs des grains stockés pour la consommation humaine
	63	SUCSESS APPAT 0.24 CB	III	Dow Agro Sciences	spinosad (2.4 g/l)	0527-A0/In/05-08/APV-SAHEL Expire en Mai 2011	Insecticide autorisé contre la mouche des fruits du mangoier
	64	SUNEEM 1% EC	III	Senchim	azadirachtine (10 g/l)	0607-A0/In/01-10/APV-SAHEL Expire en Janvier 2013	Insecticide biologique autorisé contre les insectes du cotonnier
	65	TENOR 500 EC	II	Senchim AG	profenofos (500 g/l)	0325-H0/In/05-08/HOM-SAHEL Expire en Mai 2013	Insecticide autorisé contre les chenilles phyllophages et carpophages du cotonnier.
	66	TIHAN 175 O- TEQ	III	Bayer CropSciences	flubendiamide (100g/l) et spirotétramate (75g/l)	0552-A0/In/01-09/APV-SAHEL Expire en Janvier 2012	Insecticide autorisé contre les lépidoptères et les insectes piqueurs suceurs du cotonnier.
	67	THUNDER 145 O-TEQ	II	Bayer CropSciences	bétacyfluthrine (45 g/l) et imidaclopride (100 g/l)	0492-A0/In/05-07/APV-SAHEL Expire en Mai 2010	Insecticide autorisé contre les chenilles carpophages, phyllophages et les piqueurs suceurs du cotonnier.
	68	TRACKER 16,5 UL	III	Arysta LifeScience	tralométrine (16,5g/l)	0129-H0/In/08-07/HOM-SAHEL Expire en Août 2012	Insecticide autorisé contre les locustes et contre les insectes du cotonnier et des cultures maraichères.
	69	TRICEL 480 EC	III	Topex-Agro Elevage Dévelop	chlorpyrifos-ethyl (480 g/l)	0483-A0/In/05-08/APV-SAHEL Expire en Mai 2011	Insecticide contre les insectes phyllophages et carpophages du cotonnier.
	70	ACTARA 25 WG	III	Syngenta	thiaméthoxam (250 g/kg)	0544-A1/In/05-11/APV-SAHEL Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre la mouche blanche sur Haricot, Tomate et Gombo et sur cochenilles du mangoier.
	71	ACTELIC SUPER DUST	III	Arysta LifeScience	perméthrine (3g/kg) / pirimiphos-méthyl (16g/kg)	0649-A0/In/05-11/APV-SAHEL Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre les insectes ravageurs des denrées stockées.
	72	COBRA 120 EC	II	Arysta LifeScience	acétamipride (64 g/l) / spinétoram (56 g/l)	0647-A0/In/05-11/APV-SAHEL	Insecticide autorisé contre les chenilles phyllophages et carpophages et contre les insectes piqueurs-suceurs du

						Expire en Mai 2014	cotonnier.
73	CYPERANET 88 EC	II	D T E	acétamipride (16 g/l) / cyperméthrine (72 g/l)	0563-A0/In/05-11/APV- SAHEL	Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre les chenilles phyllophages et carpophages du cotonnier.
74	DECIS 25 EC	II	Bayer	deltaméthrine (25 g/l)	0451-A1/In/05-11/APV- SAHEL	Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre <i>Helicoverpa</i> sur tomate et haricot vert et les coléoptères du gombo.
75	DEL TACAL 12,5 EC	II	Arysta LifeScience	deltaméthrine (12.5 g/l)	0650-A0/In/05-11/APV- SAHEL	Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre <i>Helicoverpa</i> sur haricot vert.
76	DJIGIKAN 800 EC	III	ALM International	malathion (800 g/l)	0644-A0/In/05-11/APV- SAHEL	Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre les chenilles phyllophages et carpophages du cotonnier.
77	EMACOT 050 WG	II	Savana	emamectine benzoate (50 g/kg)	0620-A0/In/05-11/APV- SAHEL	Expire en Mai 2014	Insecticide autorise contre les chenilles carpophages et phyllophages du cotonnier.
78	LAMPRIDE 46 EC	II	Senchim	Lambda-cyhalothrine (30 g/l) / acétamipride (16 g/l)	0500-A1/In/05-10/APV- SAHEL	Expire en Mai 2013	Insecticide autorisé contre les chenilles phyllophages, carpophages et les insectes piqueurs suceurs du cotonnier.
79	LASER 480 SC	III	Dow AgroSciences	spinosad (480 g/l)	0265-X1/In/05-11/APV- SAHEL	Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre <i>Helicoverpa</i> sur Tomate et Haricot vert.
80	NOMAX 150 SC	III	BASF	alpha-cyperméthrine (75 g/l)/ téflubenzuron (75 g/l)	0610-A0/In/05-11/APV- SAHEL	Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre les insectes phyllophages et carpophages du cotonnier.
81	PHOSPHINON 570 GE	Ib	La Cigogne	phosphure d'aluminium (570 g/l)	0314-A1/In/05-11/APV- SAHEL	Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé en fumigation contre les insectes des denrées stockées.
82	PYCHLOREX 480 EC	II	Agriphar	chlorpyrifos-ethy (480 g/l)	0523-A1/In/05-11/APV- SAHEL	Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre les termites et les cochenilles du manguier.
83	PYRICAL 5 G	II	Arysta LifeScience	chlorpyrifos-éthyl (50g/ kg)	0652-A0/In/05-11/APV- SAHEL	Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre les insectes du sol.
84	PYRICAL 480 EC	II	Arysta LifeScience	chlorpyrifos-éthyl (480g/l)	0651-A0/In/05-11/APV- SAHEL	Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre les chenilles d' <i>Helicoverpa</i> sur tomate.
85	SUCCESS APPAT	III	Dow AgroSciences	spinosad (2.4 g/l)	0527-A1/In/05-11/APV- SAHEL	Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre la mouche des fruits du manguier.

	86	STEWARD 150 EC	III	Du Pont	indoxacarb (150g/l)	0609-A1/In/05-10/APV-SAHEL Expire en Mai 2013	Insecticide autorisé contre les insectes phyllophages et carpophages du cotonnier.
	87	TITAN 25 EC	II	Arysta LifeScience	acétamipride (25g/l)	0605-A0/In/05-11/APV-SAHEL Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre les insectes piqueurs-suceurs des cultures maraîchères.
	88	TRICEL 48%EC	III	Topex-Agro ElevageDéveloppement	chlorpyrifos-ethyl (480 g/l)	0483-A1/In/05-11/APV-SAHEL Expire en Mai 2014	Insecticide contre les insectes phyllophages et carpophages du cotonnier.
	89	VIPER 46 EC	II	Arysta LifeScience	indoxacarbe (30 g/l) / acétamipride (16 g/l)	0648-A0/In/05-11/APV-SAHEL Expire en Mai 2014	Insecticide autorisé contre les lépidoptères et autres insectes piqueurs-suceurs de la tomate
INSECTICIDE/ ACARICIDE	1	CALIFE B 250 EC	II	Savana	profénofos (250 g/l)	0507-A0/In/01-09/APV-SAHEL Expire en Janvier 2012	Insecticide / acaricide contre les chenilles carpophages phyllophages, les piqueurs sueurs et les acariens du cotonnier.
	2	CAPORAL 500 EC	II	STEPC	profenofos (500 g/l)	0313-A1/In,Ac/09-07/APV-SAHEL Expire en Septembre 2010	Insecticide/acaricide autorisé contre les chenilles phyllophages et carpophages, les piqueurs suceurs et les acariens du cotonnier
	3	CAPT FORTE 184 WG	II	ALM International	lambda cyhalothrine et (120g/l) acétamipride (64 g/l)	0511-A0/In,Ac/01-09/APV-SAHEL Expire en Janvier 2012	Insecticide / acaricide contre les chenilles carpophages phyllophages, les piqueurs sueurs et les acariens du cotonnier.
	4	CURACRON 500 EC	III	Syngenta	profénofos (500 g/l)	0263-H0/In,Ac/01-09/HOM-SAHEL Expire en Janvier 2014	Insecticide / acaricide autorisé contre les principales espèces phyllophages et carpophages et les acariens du cotonnier.
	5	CYPERCAL P 230 EC	II	Arysta LifeScience	cyperméthrine (30g/l) et profénofos (200g/l)	0227-H0/In,Ac/07-09/HOM-SAHEL Expire en Juillet 2014	Insecticide/acaricide autorisé contre les chenilles phyllophages, carpophages et les acariens du cotonnier
	6	CYPERCAL P 720 EC	II	Arysta LifeScience	cypermthrine (120 g/l) et profenofos (600 g/l)	0364-H0/In,Ac/11-10/HOM-SAHEL Expire en Novembre 2015	Insecticide /acaricide autorisé contre les principaux insectes carpophages et phyllophages du cotonnier et contre les acariens.
	7	FURY P 212 EC	II	FMC	zéta-cyperméthrine (12 g/l) et profénfos (200 g/l)	0257-H0/In,Ac/05-08/HOM-SAHEL Expire en Mai 2013	Insecticide / acaricide autorisé contre les principales espèces phyllophages et carpophages et les acariens du cotonnier.
	8	LAMDEX 165 EC	II	Makhteshim Chemical Works Ltd	lambda-cyhalothrine (15 g/l) chlorpyrifos éthyl (150 g/l)	0433-A1/In,Ac/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide/ acaricide autorisé contre les chenilles phyllophages, carpophages et les acariens du cotonnier.
	9	LAMDEX 430 EC	II	Makhteshim Chemical Works Ltd	lambda-cyhalothrine (30 g/l) chlorpyrifos éthyl (400 g/l)	0435-A1/In,Ac/07-08/APV-SAHEL Expire en Juillet 2011	Insecticide/ acaricide autorisé contre les chenilles phyllophages, carpophages et les acariens du cotonnier.
	10	NOVA 400 EC	II	Senefura Sahel	triazophos (400 g/l)	0535-A0/In,Ac/05-08/APV-SAHEL Expire en Mai 2011	Insecticide / acaricide autorisé contre les ravageurs du cotonnier

INSECTICIDE/FONGICIDE	1	APRON STAR 42 WS	III	Syngenta	thiamethoxam (200 g/kg) ; mefenoxam (200 g/g) difenoconazole et (20 g/kg)	0297-H0/In,Fo/01-10/HOM-SAHEL Expire en Janvier 2015	Insecticide / fongicide autorisé contre les insectes et maladies du sol en traitement de semences des cultures
	2	CAIMAN ROUGE P	II	La Cigogne	perméthrine (25 g/kg) / thirame (250 g/kg)	0636-A0/In,Fo/11-10/APV-SAHEL Expire en Novembre 2013	Insecticide/fongicide autorisé contre les insectes et les champignons pathogènes en traitement de semences
	3	IMIDALM T 450 WS	III	ALM International	imidacloprid (350 g/kg) et thirame (100 g/kg)	0513-A0/In,Fo/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Insecticide/fongicide autorisé en traitement de semences contre les insectes du sol et les maladies du cotonnier
	4	MOMTAZ 45 WS	III	Savana	Imidacloprid (250g/kg) et thirame (200g/kg)	0559-A0/In,Fo/01-09/APV-SAHEL Expire en Janvier 2012	Insecticide / fongicide autorisé en traitement de semences contre les insectes champignons pathogènes du sol.
	5	MOMTAZ 45 WS	III	Savana	Imidacloprid (250g/kg) et thirame (200g/kg)	0559-A0/In, Fo/01-09/APV-SAHEL Expire en Janvier 2012	Insecticide / fongicide autorisé en traitement de semences contre les insectes champignons pathogènes du sol.
FONGICIDES	1	DITHANE M 45	III	Dow Agro Sciences	mancozeb (800g/kg)	0466-A0/Fo/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Fongicide à large spectre autorisé contre les maladies des cultures maraichères
	2	IPPON 500 SC	II	Agriphar	iprodione (500 g/l)	0524-A0/Fo/05-08/APV-SAHEL Expire en Mai 2011	Fongicide utilisé contre <i>Alternaria</i> sur tomate et <i>Rizoctonia</i> sur Haricot vert
	3	SYSTHANE 240 EC	III	Dow Agro Sciences	miclobutanil (240 g/l)	0449-A0/Fo/07-09/APV-SAHEL Expire en Juillet 2012	Fongicide autorisé contre les maladies des cultures maraichères
	4	IPPON 500 SC	II	Agriphar	iprodione (500g/l)	0524-A1/Fo/05-11/APV-SAHEL Expire en Mai 2014	Fongicide autorisé contre <i>Alternaria</i> sur tomate et <i>Rizoctonia</i> sur Haricot vert.
ROTONICIDE	1	COMMANDO	Ib	Topex-Agro développement Elevage	Phosphide de zinc	0485-A0/R0/05607/APV-SAHEL Expire en mai 2010	Rodenticide autorisée comme appât contre les rats et les souris

Annexe 4 : QUESTIONNAIRES PHYTORIV

QUESTIONNAIRE FOYER PHYTORIV'

• Identifiant foyer

(1^{ère} lettre de la commune suivi d'un numéro d'ordre à 3 chiffres)

IDF							
------------	--	--	--	--	--	--	--

Etiquette à coller avec **identifiant foyer + adresse à partir de la base de publipostage**

Téléphone domicile

/ / / / / / / / / / / / / / / /

Téléphone portable

/ / / / / / / / / / / / / / / /

Accord **Refus**

Si refus

Age / ___ / **Sexe** F M **Profession** :

Raison Refus :

Manque temps Pb confidentialité Pas concerné problématique
 Absent pendant période d'étude personne âgée
 Autres :

CONTACT TELEPHONIQUE

- **Date** : / ___ / ___ / 2010 **Initiales enquêteur** : / ___ / ___ /
- **Nom et prénom de la personne répondante** :
- **Position dans le ménage** : père mère enfant autres, préciser :
- **(F1) Nombre de personnes vivant dans le foyer** :
- **Statuts et âges des personnes du foyer (dont répondant)** :

F1 / ___ /

Statuts (père, mère, enfants...)	Ages	Inclusion

Calendrier prévisionnel des absences / congés								
Mois	Semaine	L	M	M	J	V	S	D
juin	24	14	15	16	17	18	19	20
juin	25	21	22	23	24	25	26	27
juin/juillet	26	28	29	30	1er	2	3	4
Juillet	27	5	6	7	8	9	10	11
Juillet	28	12	13	14	15	16	17	18
Juillet	29	19	20	21	22	23	24	25
Juillet	30	26	27	28	29	30	31	1er
Août	31	2	3	4	5	6	7	8
Août	32	9	10	11	12	13	14	15
Août	33	16	17	18	19	20	21	22

- **(F2) Nombre de personnes du foyer incluses dans l'enquête** : / ___ /
- **Semaines de suivi** : du / ___ / ___ / 2010 au / ___ / ___ / 2010
- **Disponibilités pour visite domicile:**
Semaine (s) n°..... **Jour(s)** : L – M – M – J – V – S **Plage(s) horaire(s)** : matin midi soir
Date prévisionnelle : / ___ / ___ / 2010 **heure** :

F2 / ___ /

• **Date de visite de l'enquêteur** : / ___ / ___ / 2010 **heure** :

(A remplir fin juin après rappel foyer et en fonction du planning)

ENQUETE DOMICILE	Initiales enquêteur : _____	Enquêteur /__/_/											
<p>• (F3) Date de l'enquête : /__/_/__/_/ 2010 <small>J J M M</small></p> <p>• (F4) Type de logement : <input type="checkbox"/> appartement (1) <input type="checkbox"/> maison individuelle (2)</p> <p>• (F5) Année de construction du logement : /__/_/__/_/</p> <p>- (F5.1) Période de construction : <input type="checkbox"/> avant 1950 (1) <input type="checkbox"/> entre 1950 et 1970 (2) <input type="checkbox"/> entre 1970 et 1990 (3) <input type="checkbox"/> après 1990 (4) <input type="checkbox"/> NSP (5)</p> <p>• (F6) Résidez-vous sur une exploitation agricole (y compris forestière) ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>Si oui,</p> <p>- (F.6.1) Cultures principales de l'exploitation :</p> <p>- (F.6.2) Surface (en HA) :</p> <p>Si non,</p> <p>A quelle distance se trouve la plus proche zone cultivée (y compris forestière)?</p> <p>- (F6.3) Estimation distance par la personne : (mètres)</p> <p>- (F6.4) Estimation distance par l'enquêteur :</p> <p>- (F6.5) Positionnement GPS : X :Y :</p> <p>- (F6.6) Nature de la culture :</p> <p>• (F7) Votre logement a-t-il eu un traitement contre les termites? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>Si oui,</p> <p>- (F7.1) Année du dernier traitement : /__/_/__/_/</p> <p>- (F7.2) Type de traitement : <input type="checkbox"/> barrière chimique par injections (1) <input type="checkbox"/> appâts (2) <input type="checkbox"/> pulvérisations (3) <input type="checkbox"/> NSP (4) <input type="checkbox"/> autres (5), préciser (F7.2P) :</p> <p>• (F8) Votre logement a-t-il eu un traitement contre les xylophages (charpentes, volets,...)? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>Si oui,</p> <p>- (F8.1) Année du dernier traitement : /__/_/__/_/</p> <p>- (F8.2) Type de traitement : <input type="checkbox"/> barrière chimique par injections (1) <input type="checkbox"/> appâts (2) <input type="checkbox"/> pulvérisations (3) <input type="checkbox"/> NSP (4) <input type="checkbox"/> autres (5), préciser (F8.2P) :</p> <p>• (F9) Possédez-vous un jardin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>Si oui,</p> <p>- (F9.1) Disposez-vous d'arbres fruitiers ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (F9.1.1) Si oui, sont-ils traités avec des pesticides (lutte contre les insectes, maladies des plantes, désherbages...) ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (F9.1.1.1) Si oui, date des derniers traitements : <input type="checkbox"/> il y a moins d'1 mois (1) <input type="checkbox"/> > 1mois (2)</p> <p>- (F9.1.1.1.1) Si réalisé il y a moins d'1 mois par qui ce traitement a-été réalisé? <input type="checkbox"/> tierce personne (1), <input type="checkbox"/> membre du foyer (2), <input type="checkbox"/> autres (3), préciser (F9.1.1.1.1P) :</p> <p>- (F9.1.1.1.2) Si réalisé il y a moins d'1 mois, préciser le(s) produits utilisés, leur marque, leur forme (spray, granule, piège, poudre...) et la date précise :</p> <table border="1" data-bbox="199 1720 1117 1870"> <thead> <tr> <th>Nom (usage, type)</th> <th>Forme</th> <th>Date</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>- /__/_/2010</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>- /__/_/2010</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>- /__/_/2010</td> </tr> </tbody> </table> <p>Si oui,</p> <p>- (F9.2) Disposez-vous d'un potager ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (F9.2.1) Si oui, est-il traité avec des pesticides ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (F9.2.1.1) Si oui, date des derniers traitements : <input type="checkbox"/> il y a moins d'1 mois (1) <input type="checkbox"/> > 1mois (2)</p> <p>- (F9.2.1.1.1) Si réalisé il y a moins d'1 mois par qui ce traitement a-été réalisé? <input type="checkbox"/> tierce personne (1), <input type="checkbox"/> membre du foyer (2), <input type="checkbox"/> autres (3), préciser (F9.2.1.1.1P) :</p>	Nom (usage, type)	Forme	Date	-	-	- /__/_/2010	-	-	- /__/_/2010	-	-	- /__/_/2010	<p>F3/____/____/____/ 2010</p> <p>F4/____/</p> <p>F5/____/____/____/</p> <p>F5.1/____/</p> <p>F6/____/</p> <p>F 6.1/____/ (thésaurus)</p> <p>F 6.2..... ha</p> <p>F6.3..... m</p> <p>F6.4..... m</p> <p>F6.5/X/____/Y/____/</p> <p>F6.6/____/ (thésaurus)</p> <p>F7 /____/</p> <p>F7.1 /____/____/____/</p> <p>F7.2/____/</p> <p>F7.2P.....</p> <p>F8 /____/</p> <p>F8.1 /____/____/____/</p> <p>F8.2 /____/</p> <p>F8.2P</p> <p>F9 /____/</p> <p>F9.1 /____/</p> <p>F9.1.1 /____/</p> <p>F9.1.1.1 /____/</p> <p>F9.1.1.1.1 /____/</p> <p>F9.1.1.1.1P</p> <p>F9.1.1.1.2 /____/ (nb)</p> <p>F9.1.1.1.2a/____/____/____/</p> <p>F9.1.1.1.2b/____/____/____/</p> <p>F9.1.1.1.2c/____/____/____/</p> <p>F9.2 /____/</p> <p>F9.2.1 /____/</p> <p>F9.2.1.1 /____/</p> <p>F9.2.1.1.1 /____/</p> <p>F9.2.1.1.1P</p>
Nom (usage, type)	Forme	Date											
-	-	- /__/_/2010											
-	-	- /__/_/2010											
-	-	- /__/_/2010											

- (F9.2.1.1.2) Si réalisé il ya moins d'1 mois, préciser le(s) produits utilisés, leur marque, leur forme (spray, granule, piège, poudre...) et la date précise

F9.2.1.1.2 /___/ (nb)

Nom (usage, type)

Forme

Date

-- /___/___/2010
-- /___/___/2010
-- /___/___/2010

F9.2.1.1.2a/___/___/___/

F9.2.1.1.2b/___/___/___/

F9.2.1.1.2c/___/___/___/

• (F10) Possédez-vous des plantes extérieures en jardin ou en balcon (arbres, arbustes d'ornement, massifs, fleurs, pelouses) ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

F10 /___/

Si oui,

- (F10.1), Sont-elles traitées avec des pesticides ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

F10.1 /___/

F10.1.1 /___/

F10.1.1.1 /___/

F10.1.1.1P

F10.1.1.2 /___/ (nb)

F10.1.1.2a/___/___/___/

F10.1.1.2b/___/___/___/

F10.1.1.2c/___/___/___/

- (F10.1.1) Si oui, date des derniers traitements : il y a moins d'1 mois (1) > 1mois (2)

- (F10.1.1.1) Si réalisé il y a moins d'1 mois par qui ce traitement a-été réalisé?

tierce personne (1), membre du foyer (2), autres (3), préciser (F10.1.1.1P) :

- (F10.1.1.2) Si réalisé il ya moins d'1 mois, préciser le(s) produits utilisés, leur marque, leur forme (spray, granule, piège, poudre...) et la date précise

Nom (usage, type)

Forme

Date

-- /___/___/2010
-- /___/___/2010
-- /___/___/2010

• (F11) Possédez-vous des plantes d'intérieur ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

F11 /___/

Si oui,

- (F11.1) Sont-elles traitées avec des pesticides ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

F11.1 /___/

F11.1.1 /___/

F11.1.1.1 /___/

F11.1.1.1P

F11.1.1.2 /___/ (nb)

F11.1.1.2a/___/___/___/

F11.1.1.2b/___/___/___/

F11.1.1.2c/___/___/___/

- (F11.1.1) Si oui, date des derniers traitements : il y a moins d'1 mois (1) > 1mois (2)

- (F11.1.1.1) Si réalisé il y a moins d'1 mois, par qui ce traitement a été réalisé?

tierce personne (1), membre du foyer (2), autres (3), préciser (F11.1.1.1P) :

- (F11.1.1.2) Si réalisé il y a moins d'1 mois, préciser le(s) produits utilisés, leur marque, leur forme (spray, granule, piège, poudre...) et la date précise

Nom (usage, type)

Forme

Date

-- /___/___/2010
-- /___/___/2010
-- /___/___/2010

• (F12) Vous arrive- t'il d'utiliser des insecticides contre les cafards et autres insectes rampants (fourmis, araignées, larves...) ? Oui(1) Non(0) NSP(2)

F12 /___/

Si oui,

- (F12.1) Date des derniers traitements : il y a moins d'1 mois (1) > 1mois (2)

F12.1 /___/

F12.1.1 /___/

F12.1.1P

F12.1.2 /___/ (nb)

- (F12.1.1) Si réalisé il y a moins d'1 mois, par qui ce traitement a-été réalisé?

tierce personne (1), membre du foyer (2), autres (3), préciser (F12.1.1P) :

- (F12.1.2) Si réalisé il y a moins d'1 mois, préciser le(s) produits utilisés, leur marque, leur forme (spray, granule, piège, poudre...) et la date précise

Nom (usage, type)

Forme

Date

-- /___/___/2010
-- /___/___/2010
-- /___/___/2010

F12.1.2a/___/___/___/

F12.1.2b/___/___/___/

F12.1.2c/___/___/___/

• (F13) Vous arrive- t'il d'utiliser des insecticides contre les insectes volants (mouches, moustiques, guêpes...) ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

F13 /___/

Si oui,

- (F13.1) Date des derniers traitements : il y a moins d'1 mois (1) > 1mois (2)

F13.1 /___/

F13.1.1 /___/

F13.1.1P

- (F13.1.1) Si réalisé il y a moins d'1 mois, par qui ce traitement a-été réalisé?

tierce personne (1), membre du foyer(2), autres (3), préciser (F13.1.1P) :

- (F13.1.2) Si réalisé il y a moins d'1 mois, préciser le(s) produits utilisés, leur marque, leur forme (spray, granule, piège, poudre...) et la date précise

F13.1.2 /___/ (nb)

Nom (usage, type)

Forme

Date

-- /___/___/2010
-- /___/___/2010
-- /___/___/2010

F13.1.2a/___/___/___/

F13.1.2b/___/___/___/

F13.1.2c/___/___/___/

• (F14) Vous arrive-t'il d'utiliser des produits anti-mites ? Oui(1) Non(0) NSP(2)

F14 /___/

Si oui,

- (F14.1) Date des derniers traitements : il y a moins d'1 mois (1) > 1mois (2)

F14.1 /___/

- (F14.1.1) Si réalisé il y a moins d'1 mois, par qui ce traitement a été réalisé?

F14.1.1 /___/

tierce personne (1), membre du foyer (2), autres (3), préciser (F14.1.1P) :

F14.1.1P

- (F14.1.2) Si réalisé il y a moins d'1 mois, préciser le(s) produits utilisés, leur marque, leur forme (spray, granule, piège, poudre...) et la date précise

F14.1.2 /___/ (nb)

Nom (usage, type)

Forme

Date

-- /___/___/2010
-- /___/___/2010
-- /___/___/2010

F14.1.2a/___/___/___/

F14.1.2b/___/___/___/

F14.1.2c/___/___/___/

• (F15) Avez-vous des animaux de compagnie ? Oui(1) Non(0) NSP(2)

F15 /___/

Si oui,

- (F15.1) Préciser lesquels et combien : Animal (Chien (1), Chat (2),...) Nombre

-/___/___/

F15.1a/___/___/___/

-/___/___/

F15.1b/___/___/___/

-/___/___/

F15.1c/___/___/___/

- (F15.2) Vous arrive-t'il d'utiliser des traitements anti-puces/tiques pour vos animaux de compagnie ?

F15.2/___/

Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (F15.2.1) Si oui, date des derniers traitements : il y a moins d'1 mois (1) > 1mois (2)

F15.2.1 /___/

- (F15.2.1.1) Si réalisé il y a moins d'1 mois, par qui ce traitement a-t-il été réalisé?

F15.2.1.1 /___/

tierce personne (1), membre du foyer (2), autres (3), préciser (F15.2.1.1P) :

F15.2.1.1P

- (F15.2.1.2) Si réalisé il y a moins d'1 mois, préciser le(s) produits utilisés, leur marque, leur forme (spray, shampoing, poudre, pipette, collier...) et la date précise de traitement ou de mise en place

F15.2.1.2 /___/ (nb)

Nom (usage, type)

Forme

Date

-- /___/___/2010
-- /___/___/2010
-- /___/___/2010

F15.2.1.2a/___/___/___/

F15.2.1.2b/___/___/___/

F15.2.1.2c/___/___/___/

• (F16) Utilisez vous des produits insecticides pour traiter l'environnement de votre logement (acariens, puces de plancher, punaises, poux, ...)? Oui(1) Non(0) NSP(2)

F16/___/

Si oui,

- (F16.1) Date des derniers traitements : il y a moins d'1 mois (1) > 1mois (2)

F16.1/___/

- (F16.1.1) Si réalisé il y a moins d'1 mois, par qui ce traitement a-t-il été réalisé?

F16.1.1/___/

tierce personne (1), membre du foyer (2), autres (3), préciser (F16.1.1P) :

F16.1.1P

- (F16.1.2) Si réalisé il y a moins d'1 mois, préciser le(s) produits utilisés, leur marque, leur forme (spray, poudre, piège...) et la date précise de traitement ou de mise en place

F16.1.2 /___/ (nb)

Nom (usage, type)

Forme

Date

-- /___/___/2010
-- /___/___/2010
-- /___/___/2010

F16.1.2a/___/___/___/

F16.1.2b/___/___/___/

F16.1.2c/___/___/___/

Questionnaire d'enquête individuel PHYTORIV'

• Identifiant individu	(identifiant foyer suivi du numéro de suivi allant de 1à5)	IdI					
• (S1) Date de naissance : /__/__/__/_/	<small>J J M M AAAA</small>	S1	/	/	/	/	/
- (S1.1) Lieu de naissance (code postal 5 chiffres) :	/__/__/__/_/	S1.1	/	/	/	/	/
• (S2) Sexe : F <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		S2	/	/			
1 - Budget espace temps au cours de la période de suivi (voir auto-questionnaire)							
• (S3) Date de début de suivi : /__/__/__/_/2010		S3	/	/	/	/	2010
• (S4) Date de fin de suivi : /__/__/__/_/2010		S4	/	/	/	/	2010
• (S5) Durée totale du suivi en jour : /__/___/		S5	/	/	/	/	
• (S6) Nombre d'absences de 24 h sur la période de suivi : /___/		S6	/	/	/	/	
• (S7) Nombre d'absences de + de 3 jours consécutifs : /___/		S7	/	/	/	/	
- Si absent de + de 3 jours, préciser la (les) période(s) :							
(S7.1a) du /__/__/__/_/2010 au (S7.1b) /__/__/__/_/2010		S7.1a	/	/	/	/	S7.1b /
(S7.2a) du /__/__/__/_/2010 au (S7.3b) /__/__/__/_/2010		S7.2a	/	/	/	/	S7.2b /
(S7.3a) du /__/__/__/_/2010 au (S7.3b) /__/__/__/_/2010		S7.3a	/	/	/	/	S7.3b /
• (S8) Nombre d'absences de la commune (de 7 à 12 h/ jour) pendant la période de suivi : /___/___/		S8	/	/	/	/	/
• (S9) Estimation de la présence totale dans la commune sur la période de suivi (h) : /___/___/		S9	/	/	/	/	/
2- Evènements sanitaires aigus au cours des semaines de suivi							
Au cours de la période de suivi avez-vous présenté les symptômes suivants (voir auto-questionnaire) :							
1. Affections ORL (nez, gorge, oreilles)							
• (S10) Toux : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)		S10	/	/	/	/	
Si oui,							
- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes (auto-questionnaire):		S10.1	/	/	/	/	
- (S10.1) Duau.....2010		S10.2	/	/	/	/	
- (S10.2) Duau.....2010		S10.3	/	/	/	/	
- (S10.3) Duau.....2010							
- (S10.4) S'agissait-il de : <input type="checkbox"/> une toux grasse (1) <input type="checkbox"/> une toux sèche / quinteuse (2) <input type="checkbox"/> les deux (3)		S10.4	/	/	/	/	
<input type="checkbox"/> NSP(4)							
- (S10.5) Avez-vous consulté un médecin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)		S10.5	/	/	/	/	
- (S10.5.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :		S10.5.1	/	/	/	/	(thesaurus)
- (S10.6) La toux était-elle accompagnée de fièvre ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)		S10.6	/	/	/	/	
- (S10.6.1) Si oui préciser température :		S10.6.1	/	/	/	/	
- (S10.7) Avez-vous pris des médicaments ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)		S10.7	/	/	/	/	
- (S10.7.1) si oui, préciser :		S10.7.1	/	/	/	/	

Si oui ou non,

- (S10.8) Au cours des 12 derniers mois avez-vous eu de la toux ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S10.8/___/

- Si oui,

(S10.8.1) S'agissait-il de : une toux grasse (1) une toux sèche / quinteuse (2)

S10.8.1/___/

les deux (3) NSP(4)

- A quelle période ? - (S10.8.2) ce printemps : Oui (1) Non (0) NSP (2)

S10.8.2/___/

- (S10.8.3) cet hiver : Oui (1) Non (0) NSP (2)

S10.8.3/___/

- (S10.8.4) cet automne : Oui (1) Non (0) NSP (2)

S10.8.4/___/

- (S10.8.5) l'été dernier : Oui (1) Non (0) NSP (2)

S10.8.5/___/

• (S11) Maux de gorge : Oui (1) Non (0) NSP(2)

S11/___/

Si oui,

- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes

(autoquestionnaire):

- (S11.1) Duau2010

S11.1/___/___/

- (S11.2) Duau.....2010

S11.2/___/___/

- (S11.3) Duau.....2010

S11.3/___/___/

- (S11.4) Avez-vous consulté un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S11.4/___/

- (S11.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :

S11.4.1/___/___/(thesaurus)

- (S11.5) Les maux de gorge étaient-ils accompagnés de fièvre ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S11.5/___/

- (S11.5.1) Si oui, préciser température :

S11.5.1/___/___/___/

- (S11.6) Avez-vous pris des médicaments ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S11.6/___/

- (S11.6.1) si oui préciser :

S11.6.1.....

• (S12) Nez bouché : Oui (1) Non (0) NSP(2)

S12/___/

Si oui,

- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes

(autoquestionnaire):

- (S12.1) Duau2010

S12.1/___/___/

- (S12.2) Duau.....2010

S12.2/___/___/

- (S12.3) Duau.....2010

S12.3/___/___/

- (S12.4) Avez-vous consulté un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S12.4/___/

- (S12.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :

S12.4.1/___/___/(thesaurus)

- (S12.5) Le nez bouché était-il accompagné de fièvre ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S12.5/___/

- (S12.5.1) Si oui préciser la température:

S12.5.1/___/___/___/

- (S12.6) Avez-vous pris des médicaments ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S12.6/___/

- (S12.6.1) si oui préciser :

S12.6.1.....

• (S13) Nez qui coule : Oui (1) Non (0) NSP(2)

S13/___/

Si oui,

- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes

(autoquestionnaire):

- (S13.1) Duau2010

S13.1/___/___/

- (S13.2) Duau.....2010

S13.2/___/___/

- (S13.3) Duau.....2010

S13.3/___/___/

- (S13.4) Avez-vous consulté un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S13.4/___/

- (S13.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :

S13.4.1/___/___/(thesaurus)

- (S13.5) Le nez qui coule était-il accompagné de fièvre ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S13.5/___/

- (S13.5.1) Si oui préciser la température:

S13.5.1/___/___/___/

- (S13.6) Avez-vous pris des médicaments ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S13.6/___/

- (S13.6.1) si oui préciser :

S13.6.1.....

• (S14) Eternuements : Oui (1) Non (0) NSP(2)

S14/___/

Si oui,

- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes

(autoquestionnaire):

- (S14.1) Duau2010

S14.1/___/___/

- (S14.2) Duau.....2010

S14.2/___/___/

- (S14.3) Duau.....2010

S14.3/___/___/

- (S14.4) Avez-vous consulté un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S14.4/___/

- (S14.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :

S14.4.1/___/___/(thesaurus)

- (S14.5) Les éternuements étaient-ils accompagnés de fièvre ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S14.5/___/

- (S14.5.1) Si oui préciser la température:

S14.5.1/___/___/___/

- (S14.6) Avez-vous pris des médicaments ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S14.6/___/

- (S14.6.1) si oui préciser :

S14.6.1.....

• (S15) Au cours des 12 derniers mois avez-vous eu des affections ORL ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S15/___/

- Si oui remplir tableau

Symptômes	Périodes.....
-----------	---------------

- (S15.M) Maux de gorge Oui (1) Non(0) NSP(2)

S15.M/___/

- Si oui, (S15.M.1) ce printemps : Oui (1) Non(0) NSP(2)

S15.M.1/___/

(S15.M.2) cet hiver : Oui (1) Non(0) NSP(2)

S15.M.2/___/

(S15.M.3) cet automne : Oui (1) Non(0) NSP(2)

S15.M.3/___/

(S15.M.4) l'été dernier : Oui (1) Non(0) NSP(2)

S15.M.4/___/

- (S15.B) Nez bouché Oui (1) Non(0) NSP(2)

S15.B/___/

- Si oui, (S15.B.1) ce printemps : Oui (1) Non(0) NSP(2)

S15.B.1/___/

(S15.B.2) cet hiver : Oui (1) Non(0) NSP(2)

S15.B.2/___/

(S15.B.3) cet automne : Oui (1) Non(0) NSP(2)

S15.B.3/___/

(S15.B.4) l'été dernier : Oui (1) Non(0) NSP(2)

S15.B.4/___/

<p>- (S15.C) Nez qui coule <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- Si oui,</p> <p>- (S15.C.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S15.C.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S15.C.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)</p> <p>- (S15.C.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p>	<p>S15.C/___/</p> <p>S15.C.1/___/</p> <p>S15.C.2/___/</p> <p>S15.C.3/___/</p> <p>S15.C.4/___/</p>
<p>- (S15.E) Eternuements <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- Si oui,</p> <p>- (S15.E.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S15.E.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S15.E.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)</p> <p>- (S15.E.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p>	<p>S15.E/___/</p> <p>S15.E.1/___/</p> <p>S15.E.2/___/</p> <p>S15.E.3/___/</p> <p>S15.E.4/___/</p>
<p>• (S16) Maux d'oreilles : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p>	<p>S16/___/</p>
<p>Si oui,</p> <p>- Veillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes (autoquestionnaire):</p>	
<p>- (S16.1) Duau2010</p>	<p>S16.1/___/___/</p>
<p>- (S16.2) Duau.....2010</p>	<p>S16.2/___/___/</p>
<p>- (S16.3) Duau.....2010</p>	<p>S16.3/___/___/</p>
<p>- (S16.4) Avez-vous consulté un médecin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p>	<p>S16.4/___/</p>
<p>- (S16.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :</p>	<p>S16.4.1/___/___/(thesaurus)</p>
<p>- (S16.5) Les maux d'oreilles étaient-ils accompagnés de fièvre ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p>	<p>S16.5/___/</p>
<p>- (S16.5.1) Si oui préciser la température:</p>	<p>S16.5.1/___/___/___/</p>
<p>- (S16.6) Avez-vous pris des médicaments ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p>	<p>S16.6/___/</p>
<p>- (S16.6.1) si oui préciser :</p>	<p>S16.6.1.....</p>
<p>Si oui ou non,</p>	
<p>- (S16.7) Au cours des 12 derniers mois avez-vous eu des maux d'oreilles ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>(2)</p>	<p>S16.7/___/</p>
<p>- Si oui, à quelle période ?</p>	
<p>- (S16.7.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p>	<p>S16.7.1/___/</p>
<p>- (S16.7.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p>	<p>S16.7.2/___/</p>
<p>- (S16.7.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p>	<p>S16.7.3/___/</p>
<p>- (S16.7.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p>	<p>S16.7.4/___/</p>
<p>2. Affections ophtalmologiques</p>	
<p>• (S17) Irritations oculaires ou larmoiements : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p>	<p>S17/___/</p>
<p>Si oui,</p>	
<p>- Veillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes (a:</p>	
<p>- (S17.1) Duau2010</p>	<p>S17.1/___/___/</p>
<p>- (S17.2) Duau.....2010</p>	<p>S17.2/___/___/</p>
<p>- (S17.3) Duau.....2010</p>	<p>S17.3/___/___/</p>

<p>- (S17.4) Avez-vous consulté un médecin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S17.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :</p> <p>- (S17.5) Les irritations oculaires étaient-elles accompagnées de fièvre ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S17.5.1) Si oui préciser la température:</p> <p>- (S17.6) Avez-vous pris des médicaments ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S17.6.1) Si oui préciser :</p>	<p>S17.4/___/</p> <p>S17.4.1/___/___/(thesaurus)</p> <p>S17.5/___/</p> <p>S17.5.1/___/___/___/</p> <p>S17.6/___/</p> <p>S17.6.1.....</p>
<p>Si oui ou non,</p> <p>- (S17.7) Au cours des 12 derniers mois avez-vous eu des irritations / affections oculaires ?</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- Si oui, à quelle période ?</p> <p>- (S17.7.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S17.7.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S17.7.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S17.7.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p>	<p>S17.7/___/</p> <p>S17.7.1/___/</p> <p>S17.7.2/___/</p> <p>S17.7.3/___/</p> <p>S17.7.4/___/</p>
<p><u>3. Affections respiratoires</u></p>	
<p>• (S18) Difficulté à respirer, essoufflement : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>Si oui,</p> <p>- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes (autoquestionnaire):</p> <p>- (S18.1) Duau2010</p> <p>- (S18.2) Duau.....2010</p> <p>- (S18.3) Duau.....2010</p> <p>- (S18.4) Avez-vous consulté un médecin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S18.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :</p> <p>- (S18.5) Les difficultés à respirer étaient-elles accompagnées de fièvre ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S18.5.1) Si oui préciser la température:</p> <p>- (S18.6) Avez-vous pris des médicaments ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S18.6.1) si oui préciser :</p>	<p>S18/___/</p> <p>S18.1/___/___/</p> <p>S18.2/___/___/</p> <p>S18.3/___/___/</p> <p>S18.4/___/</p> <p>S18.4.1/___/___/(thesaurus)</p> <p>S18.5/___/</p> <p>S18.5.1/___/___/___/</p> <p>S18.6/___/</p> <p>S18.6.1.....</p>
<p>• (S19) Sifflements (respiration sifflante) : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>Si oui,</p> <p>- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes (autoquestionnaire):</p> <p>- (S19.1) Duau2010</p> <p>- (S19.2) Duau.....2010</p> <p>- (S19.3) Duau.....2010</p>	<p>S19/___/</p> <p>S19.1/___/___/</p> <p>S19.2/___/___/</p> <p>S19.3/___/___/</p>

<p>- (S19.4) Avez-vous consulté un médecin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S19.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :</p> <p>- (S19.5) Les sifflements étaient-ils accompagnés de fièvre ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S19.5.1) Si oui préciser la température:</p> <p>- (S19.6) Avez-vous pris des médicaments ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S19.6.1) si oui préciser :</p>	<p>S19.4/___/</p> <p>S19.4.1/___/___/(thesaurus)</p> <p>S19.5/___/</p> <p>S19.5.1/___/___/___/</p> <p>S19.6/___/</p> <p>S19.6.1.....</p> <p>S20/___/</p>		
<p>• (S20) Crise d'asthme : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>Si oui,</p> <p>- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes (autoquestionnaire):</p> <p>- (S20.1) Duau2010</p> <p>- (S20.2) Duau.....2010</p> <p>- (S20.3) Duau.....2010</p> <p>- (S20.4) Avez-vous consulté un médecin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S20.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :</p> <p>- (S20.5) Les sifflements étaient-ils accompagnés de fièvre ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S20.5.1) Si oui préciser la température:</p> <p>- (S20.6) Avez-vous pris des médicaments ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S20.6.1) si oui préciser :</p>	<p>S20.1/___/___/</p> <p>S20.2/___/___/</p> <p>S20.3/___/___/</p> <p>S20.4/___/</p> <p>S20.4.1/___/___/(thesaurus)</p> <p>S20.5/___/</p> <p>S20.5.1/___/___/___/</p> <p>S20.6/___/</p> <p>S20.6.1.....</p>		
<p>• (S21) Au cours des 12 derniers mois avez-vous eu des affections respiratoires (dont l'asthme) ??</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- Si oui remplir tableau</p> <table border="1" data-bbox="71 1355 1189 1400"> <thead> <tr> <th>Symptômes</th> <th>Périodes.....</th> </tr> </thead> </table> <p>- (S21.D) Dif. respiratoire <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- Si oui,</p> <p>- (S21.D.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S21.D.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S21.D.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)</p> <p>- (S21.D.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S21.S) Sifflement <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- Si oui,</p> <p>- (S21.S.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S21.S.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S21.S.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)</p> <p>- (S21.S.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S21.A) Crise d'asthme <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- Si oui,</p> <p>- (S21.A.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S21.A.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S21.A.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)</p> <p>- (S21.A.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p>	Symptômes	Périodes.....	<p>S21/___/</p> <p>S21.D/___/</p> <p>S21.D.1/___/</p> <p>S21.D.2/___/</p> <p>S21.D.3/___/</p> <p>S21.D.4/___/</p> <p>S21.S/___/</p> <p>S21.S.1/___/</p> <p>S21.S.2/___/</p> <p>S21.S.3/___/</p> <p>S21.S.4/___/</p> <p>S21.A/___/</p> <p>S21.A.1/___/</p> <p>S21.A.2/___/</p> <p>S21.A.3/___/</p> <p>S21.A.4/___/</p>
Symptômes	Périodes.....		

4. Affections cutanées

• **(S22) Irritations cutanées** : Oui (1) Non (0) NSP(2)

S22/___/

Si oui,

- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes

(autoquestionnaire):

- (S22.1) Duau2010

S22.1/___/___/

- (S22.2) Duau.....2010

S22.2/___/___/

- (S22.3) Duau.....2010

S22.3/___/___/

- (S22.4) Avez-vous consulté un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S22.4/___/

- (S22.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :

S22.4.1/___/___/(thesaurus)

- (S22.5) Les irritations étaient-elles accompagnées de fièvre ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S22.5/___/

- (S22.5.1) Si oui préciser la température:

S22.5.1/___/___/___/

- (S22.6) Avez-vous pris des médicaments ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S22.6/___/

- (S22.6.1) si oui préciser :

S22.6.1.....

• **(S23) Eruptions cutanées** : Oui (1) Non (0) NSP(2)

S23/___/

Si oui,

- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes

(autoquestionnaire):

- (S23.1) Duau2010

S23.1/___/___/

- (S23.2) Duau.....2010

S23.2/___/___/

- (S23.3) Duau.....2010

S23.3/___/___/

- (S23.4) Avez-vous consulté un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S23.4/___/

- (S23.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :

S23.4.1/___/___/(thesaurus)

- (S23.5) Les éruptions étaient-elles accompagnées de fièvre ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S23.5/___/

- (S23.5.1) Si oui préciser la température:

S23.5.1/___/___/___/

- (S23.6) Avez-vous pris des médicaments ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S23.6/___/

- (S23.6.1) si oui préciser :

S23.6.1.....

• **(S24) Démangeaisons** : Oui (1) Non (0) NSP(2)

S24/___/

Si oui,

- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes

(autoquestionnaire):

- (S24.1) Duau2010

S24.1/___/___/

- (S24.2) Duau.....2010

S24.2/___/___/

- (S24.3) Duau.....2010

S24.3/___/___/

- (S24.4) Avez-vous consulté un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S24.4/___/

- (S24.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :

S24.4.1/___/___/(thesaurus)

<p>- (S24.5) Les démangeaisons étaient-elles accompagnées de fièvre ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S24.5.1) Si oui préciser la température:</p> <p>- (S24.6) Avez-vous pris des médicaments ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S24.6.1) si oui préciser :</p>	<p>S24.5/___/</p> <p>S24.5.1/___/___/___/</p> <p>S24.6/___/</p> <p>S24.6.1.....</p>
<p>• (S25) Au cours des 12 derniers mois avez-vous eu des affections cutanées ?</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p>	<p>S25/___/</p>
<p>- Si oui remplir tableau</p>	
<p>- Symptômes Périodes.....</p>	
<p>- (S25.I) Irritations <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- Si oui,</p> <p>- (S25.I.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S25.I.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S25.I.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)</p> <p>- (S25.I.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p>	<p>S25.I/___/</p> <p>S25.I.1/___/</p> <p>S25.I.2/___/</p> <p>S25.I.3/___/</p> <p>S25.I.4/___/</p>
<p>- (S25.E) Eruptions <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- Si oui,</p> <p>- (S25.E.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S25.E.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S25.E.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)</p> <p>- (S25.E.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p>	<p>S25.E/___/</p> <p>S25.E.1/___/</p> <p>S25.E.2/___/</p> <p>S25.E.3/___/</p> <p>S25.E.4/___/</p>
<p>- (S25.D) Démangeaisons <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- Si oui,</p> <p>- (S25.D.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S25.D.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S25.D.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)</p> <p>- (S25.D.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p>	<p>S25.D/___/</p> <p>S25.D.1/___/</p> <p>S25.D.2/___/</p> <p>S25.D.3/___/</p> <p>S25.D.4/___/</p>
<p>5- Autres affections :</p>	
<p>• (S26) Maux de tête : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p>	<p>S26/___/</p>
<p>Si oui,</p>	
<p>- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes (autoquestionnaire):</p>	
<p>- (S26.1) Duau2010</p>	<p>S26.1/___/___/</p>
<p>- (S26.2) Duau.....2010</p>	<p>S26.2/___/___/</p>
<p>- (S26.3) Duau.....2010</p>	<p>S26.3/___/___/</p>
<p>- (S26.4) Avez-vous consulté un médecin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p>	<p>S26.4/___/</p>
<p>- (S26.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :</p>	<p>S26.4.1/___/___/(thesaurus)</p>
<p>- (S26.5) Les maux de tête étaient-ils accompagnés de fièvre ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p>	<p>S26.5/___/</p>
<p>- (S26.5.1) Si oui préciser la température:</p>	<p>S26.5.1/___/___/___/</p>
<p>- (S26.6) Avez-vous pris des médicaments ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p>	<p>S26.6/___/</p>
<p>- (S26.6.1) si oui préciser :</p>	<p>S26.6.1.....</p>

• **(S27) Nausées et vomissements :** Oui (1) Non (0) NSP(2)

S27/___/

Si oui,

- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes

(autoquestionnaire):

- (S27.1) Duau2010

S27.1/___/___/

- (S27.2) Duau.....2010

S27.2/___/___/

- (S27.3) Duau.....2010

S27.3/___/___/

- (S27.4) Avez-vous consulté un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S27.4/___/

- (S27.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :

S27.4.1/___/___/(thesaurus)

- (S27.5) Les nausées/vom. étaient-elles accompagnées de fièvre ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S27.5/___/

- (S27.5.1) Si oui préciser la température:

S27.5.1/___/___/___/

- (S27.6) Avez-vous pris des médicaments ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S27.6/___/

- (S27.6.1) si oui préciser :

S27.6.1.....

• **(S28) Fatigue générale :** Oui (1) Non (0) NSP(2)

S28/___/

Si oui,

- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes

(autoquestionnaire):

- (S28.1) Duau2010

S28.1/___/___/

- (S28.2) Duau.....2010

S28.2/___/___/

- (S28.3) Duau.....2010

S28.3/___/___/

- (S28.4) Avez-vous consulté un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S28.4/___/

- (S28.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :

S28.4.1/___/___/(thesaurus)

- (S28.5) La fatigue générale était-elle accompagnée de fièvre ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S28.5/___/

- (S28.5.1) Si oui préciser la température:

S28.5.1/___/___/___/

- (S28.6) Avez-vous pris des médicaments ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S28.6/___/

- (S28.6.1) si oui préciser :

S28.6.1.....

• **(S29) Palpitations cardiaques :** Oui (1) Non (0) NSP(2)

S29/___/

Si oui,

- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes

(autoquestionnaire):

- (S29.1) Duau2010

S29.1/___/___/

- (S29.2) Duau.....2010

S29.2/___/___/

- (S29.3) Duau.....2010

S29.3/___/___/

- (S29.4) Avez-vous consulté un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S29.4/___/

- (S29.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :

S29.4.1/___/___/(thesaurus)

- (S29.5) Les palpitations cardiaques étaient-elles accompagnées de fièvre ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S29.5/___/
- (S29.5.1) Si oui préciser la température:	S29.5.1/___/___/___/
- (S29.6) Avez-vous pris des médicaments ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)	S29.6/___/
- (S29.6.1) si oui préciser :	S29.6.1.....
• (S30) Mal de dos : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S30/___/
Si oui,	
- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes (autoquestionnaire):	
- (S30.1) Duau2010	S30.1/___/___/
- (S30.2) Duau.....2010	S30.2/___/___/
- (S30.3) Duau.....2010	S30.3/___/___/
- (S30.4) Avez-vous consulté un médecin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)	S30.4/___/
- (S30.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :	S30.4.1/___/___/(thesaurus)
- (S30.5) Les maux de dos étaient-ils accompagnés de fièvre ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)	S30.5/___/
- (S30.5.1) Si oui préciser la température:	S30.5.1/___/___/___/
- (S30.6) Avez-vous pris des médicaments ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)	S30.6/___/
- (S30.6.1) si oui préciser :	S30.6.1.....
• (S31) Au cours des 12 derniers mois avez-vous eu ces dernières affections ? <input type="checkbox"/> Oui(1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31/___/
- Si oui remplir tableau	
-	
Symptômes	Périodes.....
- (S31.T) Maux tête <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.T/___/
- Si oui,	
- (S31.T.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.T.1/___/
- (S31.T.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.T.2/___/
- (S31.T.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)	S31.T.3/___/
- (S31.T.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.T.4/___/
- (S31.N) Nausées/vom. <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.N/___/
- Si oui,	
- (S31.N.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.N.1/___/
- (S31.N.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.N.2/___/
- (S31.N.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)	S31.N.3/___/
- (S31.N.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.N.4/___/
- (S31.F) Fatigue gen. <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.F/___/
- Si oui,	
- (S31.F.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.F.1/___/
- (S31.F.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.F.2/___/
- (S31.F.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)	S31.F.3/___/
- (S31.F.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.F.4/___/
- (S31.P) Palpitations <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.P/___/
- Si oui,	
- (S31.P.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.P.1/___/
- (S31.P.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.P.2/___/
- (S31.P.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)	S31.P.3/___/
- (S31.P.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.P.4/___/
- (S31.D) Mal dos. <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.D/___/
- Si oui,	
- (S31.D.1) ce printemps : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.D.1/___/
- (S31.D.2) cet hiver : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.D.2/___/
- (S31.D.3) cet automne : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) NSP(2)	S31.D.3/___/
- (S29.D.4) l'été dernier : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non(0) <input type="checkbox"/> NSP(2)	S31.D.4/___/

(S32) Autres symptômes : Oui (1) Non (0) NSP(2)

S32/___/

Si oui,

- Veuillez préciser le(s) date(s) de début et date(s) de fin de survenue des symptômes

(autoquestionnaire):

- (S32.1) Duau2010

S32.1/___/___/

- (S32.2) Duau.....2010

S32.2/___/___/

- (S32.3) Duau.....2010

S32.3/___/___/

- (S32.4) Avez-vous consulté un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S32.4/___/

- (S32.4.1) Si oui, a-t-il précisé le diagnostic :

S32.4.1/___/___/(thesaurus)

- (S32.5) Avez-vous pris des médicaments ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S32.5/___/

- (S32.5.1) si oui préciser :

S32.5.1/___/___/___/

3 - Antécédents médicaux

•(S33) Avez vous déjà eu de l'asthme : Oui (1) Non (0) NSP(2)

S33/___/

Si oui,

- (S33.1) A-t-il été diagnostiqué par un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S33.1/___/

- (S33.2) Depuis quel âge ? /___/___/

S33.2/___/___/

- (S33.3) Est-ce un asthme allergique : Oui (1) Non (0) NSP (2)

S33.3/___/

- (S33.4) Combien avez-vous eu de crises au cours des 12 derniers mois ?

S33.4/___/___/

A quelle période :

- (S33.4.1) ce printemps : Oui (1) Non (0) NSP (2)

S33.4.1/___/

- (S33.4.2) cet hiver : Oui (1) Non (0) NSP (2)

S33.4.2/___/

- (S33.4.3) cet automne : Oui (1) Non (0) NSP (2)

S33.4.3/___/

- (S33.4.4) l'été dernier : Oui (1) Non (0) NSP (2)

S33.4.4/___/

- (S33.5) Suivez-vous actuellement un traitement pour votre asthme (depuis les 12 derniers mois) ?

S33.5/___/

Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (S33.5.1) Si oui, précisez :

S33.5.1.....

- (S33.5.2), Si non êtes vous toujours asthmatique : Oui (1) Non (0) NSP (2)

S33.5.2/___/

• (S34) Avez vous déjà eu un rhume des foins (rhinite allergique) ? : Oui (1) Non (0) NSP(2)

S34/___/

Si oui,

- (S34.1) A-t-il été diagnostiqué par un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S34.1/___/

- (S34.2) Depuis quel âge :

S34.2/___/___/

- (S34.3) Au cours des 12 derniers mois avez-vous pris un traitement pour votre rhume des foins ?

S34.3/___/

Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (S34.4) Combien avez-vous eu de rhume des foins au cours des 12 derniers mois ?

S34.4/___/

A quelle période :

-(S34.4.1) ce printemps : Oui (1) Non (0) NSP (2)

-(S34.4.2) cet hiver : Oui (1) Non (0) NSP (2)

-(S34.4.3) cet automne : Oui (1) Non (0) NSP (2)

-(S34.4.4) l'été dernier : Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (S34.5) Suivez-vous actuellement un traitement pour votre rhume des foins (depuis les 12 derniers mois) Oui (1) Non (0) NSP (2)

-(S34.5.1) Si oui, précisez :

• (S35) Avez vous déjà eu une conjonctivite allergique ? : Oui (1) Non (0) NSP(2)

Si oui,

- (S35.1) A-t-elle été diagnostiquée par un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (S35.2) Depuis quel âge :

- (S35.3) Combien avez-vous eu de conjonctivite allergique au cours des 12 derniers mois ? /__/_/

A quelle période :

- (S35.3.1) ce printemps : Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (S35.3.2) cet hiver : Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (S35.3.3) cet automne : Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (S35.3.4) l'été dernier : Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (S35.4) Suivez-vous actuellement un traitement pour votre conjonctivite allergique (depuis les 12 derniers mois) ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

-(S35.4.1) Si oui, précisez :

• (S36) Avez vous déjà eu de l'eczéma ? : Oui (1) Non (0) NSP(2)

Si oui,

(S36.1) A-t-elle été diagnostiquée par un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

(S36.2) Depuis quel âge :

(S36.3) Combien avez-vous eu d'eczéma au cours des 12 derniers mois ?

A quelle période :

- (S36.3.1) ce printemps : Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (S36.3.1) cet hiver : Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (S36.3.1) cet automne : Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (S36.3.1) l'été dernier : Oui (1) Non (0) NSP (2)

- (S36.4) Suivez-vous actuellement un traitement pour votre eczéma (depuis les 12 derniers mois) Oui (1) Non (0) NSP (2)

-(S36.4.1) Si oui, précisez :

S34.4.1/___/

S34.4.2/___/

S34.4.3/___/

S34.4.4/___/

S34.5/___/

S34.5.1.....

S35/___/

S35.1/___/

S35.2/___/___/

S35.3/___/___/

S35.3.1/___/

S35.3.2/___/

S35.3.3/___/

S35.3.4/___/

S35.4/___/

S35.4.1.....

S36/___/

S36.1/___/

S36.2/___/___/

S36.3/___/___/

S36.3.1/___/

S36.3.2/___/

S36.3.3/___/

S36.3.4/___/

S36.4/___/

S36.4.1.....

• (S37) Avez vous déjà eu une allergie alimentaire ? : Oui (1) Non (0) NSP(2)

S37/___/

Si oui,

- (S37.1) A-t-elle été diagnostiquée par un médecin ? Oui (1) Non (0) NSP (2)

S37.1/___/

- (S37.2) Depuis quel âge :

S37.2/___/___/

- (S37.3) Combien avez-vous eu d'allergie alimentaire au cours des 12 derniers mois ?

S37.3/___/___/

- (S37.4) Suivez-vous actuellement un traitement pour l'allergie alimentaire (depuis les 12 derniers mois) ?

S37.4/___/

Oui (1) Non (0) NSP (2)

S37.4.1.....

- (S37.4.1) Si oui, précisez :

• (S38) Avez vous déjà eu une autre allergie ? : Oui (1) Non (0) NSP(2)

S38/___/

Si oui remplir tableau :

Type d'allergie	Diagnostic médical	Age survenue	Nb manifestations cette année	Période survenue.....
- (S38.1) Animaux	(S38.1.1)	(S38.1.2)	(S38.1.3)	
<input type="checkbox"/> O(1) <input type="checkbox"/> N(0) <input type="checkbox"/> Nsp(2)	<input type="checkbox"/> O(1) <input type="checkbox"/> N(0) <input type="checkbox"/> Nsp(2)	/___/	/___/	-(S381P) printemps : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S381H) hiver : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S381A) automne: <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S381E) été : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2)
				S38.1 /___/ S38.1.1 /___/ S38.1.2 /___/ S38.1.3 /___/ S38.1P /___/ S38.1H/___/ S38.1A/___/ S38.1E/___/
- (S38.2) Pollens	(S38.2.1)	(S38.2.2)	(S38.2.3)	
<input type="checkbox"/> O(1) <input type="checkbox"/> N(0) <input type="checkbox"/> Nsp(2)	<input type="checkbox"/> O(1) <input type="checkbox"/> N(0) <input type="checkbox"/> Nsp(2)	/___/	/___/	-(S382P) printemps : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S382H) hiver : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S382A) automne: <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S382E) été : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2)
				S38.2 /___/ S38.2.1 /___/ S38.2.2 /___/ S38.2.3 /___/ S38.2P /___/ S38.2H/___/ S38.2A/___/ S38.2E/___/
(S38.3) Acariens	(S38.3.1)	(S38.3.2)	(S38.3.3)	
<input type="checkbox"/> O(1) <input type="checkbox"/> N(0) <input type="checkbox"/> Nsp(2)	<input type="checkbox"/> O(1) <input type="checkbox"/> N(0) <input type="checkbox"/> Nsp(2)	/___/	/___/	-(S383P) printemps : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S383H) hiver : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S3831A) automne: <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S383E) été : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2)
				S38.3 /___/ S38.3.1 /___/ S38.3.2 /___/ S38.3.3 /___/ S38.3P /___/ S38.3H/___/ S38.3A/___/ S38.3E/___/
- (S37.4) Moisissures	(S37.4.1)	(S37.4.2)	(S37.4.3)	
<input type="checkbox"/> O(1) <input type="checkbox"/> N(0) <input type="checkbox"/> Nsp(2)	<input type="checkbox"/> O(1) <input type="checkbox"/> N(0) <input type="checkbox"/> Nsp(2)	/___/	/___/	-(S384P) printemps : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S384H) hiver : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S384A) automne: <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S384E) été : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2)
				S38.4 /___/ S38.4.1 /___/ S38.4.2 /___/ S38.4.3 /___/ S38.43P /___/ S38.43H/___/ S38.4A/___/ S38.4E/___/
- (S38.5) Autres	(S38.5.1)	(S38.5.2)	(S38.5.3)	
<input type="checkbox"/> O(1) <input type="checkbox"/> N(0) <input type="checkbox"/> Nsp(2)	<input type="checkbox"/> O(1) <input type="checkbox"/> N(0) <input type="checkbox"/> Nsp(2)	/___/	/___/	-(S385P) printemps : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S385H) hiver : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S385A) automne: <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2) -(S385E) été : <input type="checkbox"/> O(1) N (0) Nsp(2)
				S38.5 /___/ S38.5.1 /___/ S38.5.2 /___/ S38.5.3 /___/ S38.5P /___/ S38.5H/___/ S38.5A/___/ S38.5E/___/

<p>- (S38.6) Suivez-vous actuellement un traitement pour cette allergie (depuis les 12 derniers mois) ?</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S38.6.1) Si oui, précisez :</p>	<p>S38.6/___/</p> <p>S38.6.1.....</p>
<p>• (S39) Avez-vous des migraines ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S39.1) Ont-elles été diagnostiquées par un médecin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S39.2) Prenez vous des médicaments de manière régulière pour votre migraine ?</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S39.2.1) Si oui, précisez :</p>	<p>S39/___/</p> <p>S39.1/___/</p> <p>S39.2/___/</p> <p>S39.2.1.....</p>
<p>• (S40) Avez-vous une maladie cardiovasculaire ? : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S40.1) Si oui, précisez :</p> <p>- (S40.2) A-t-il été diagnostiqué par un médecin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S40.3) Prenez vous des médicaments de manière régulière pour cette maladie cardiovasculaire ?</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S40.3.1) Si oui, précisez :</p>	<p>S40/___/</p> <p>S40.1/___/</p> <p>S40.2/___/</p> <p>S40.3 /___/</p> <p>S40.3.1.....</p>
<p>• (S41) Avez-vous une maladie respiratoire autre que l'asthme ? : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S41.1) Si oui, précisez :</p> <p>- (S41.2) A-t-il été diagnostiqué par un médecin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S41.3) Prenez vous des médicaments de manière régulière pour cette maladie respiratoire ?</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S41.3.1) Si oui, précisez :</p>	<p>S41/___/</p> <p>S41.1/___/</p> <p>S41.2/___/</p> <p>S41.3 /___/</p> <p>S41.3.1.....</p>
<p>• (S42) Avez-vous d'autre(s) problème(s) de santé ? : <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S42.1) Si oui, précisez :</p> <p>- (S42.2) A-t-il été diagnostiqué par un médecin ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S42.3) Prenez vous des médicaments de manière régulière pour cette autre maladie ?</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>- (S42.3.1) Si oui, précisez :</p>	<p>S42/___/</p> <p>S42.1/___/</p> <p>S42.2/___/</p> <p>S42.3 /___/</p> <p>S42.3.1.....</p>
<p>• (S43) Etes-vous fumeur actuellement ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>Si oui</p> <p>- (S43.1) Année de début : ___/___/___/</p> <p>- (S43.2) Nombre de cigarettes par jour: ___/___/</p> <p>- (S43.3) Estimation du nb de paquet-année (par l'enquêteur): ___/___/</p> <p>(1paquet /j pendant 20 ans = 20 paquets année : ½ paquet/j pendant 20 ans =10 paquets année ; 2 paquets/j pendant 20 ans= 41 paquets année, 5 cigarettes/ jour pendant 20 ans= 5 paquets-année)</p>	<p>S43/___/</p> <p>S43.1/___/___/___/</p> <p>S43.2/___/___/</p> <p>S43.3 /___/___/</p>

<p>• (S44) Si non, êtes vous un ancien fumeur ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP (2)</p> <p>Si oui,</p> <p>- (S44.1) Année de début /___/___/___/</p> <p>- (S44.2) Année d'arrêt définitif : /___/___/___/</p> <p>- (S44.3) Nombre de cigarettes par jour : /___/___/</p> <p>- (S44.4) Estimation du nombre de paquets-année : /___/___/</p> <p>• (S45) Avez-vous interrompu votre consommation de tabac à un moment ou à un autre ?</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S45.1) Si oui, combien d'années d'interruption :</p> <p>• (S46) Etes vous régulièrement entouré de personnes fumeuses à la maison, au travail, à l'école ou sur le lieu de garde ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>• (S47) Avez eu un traitement anti-poux au cours de l'année ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2)</p> <p>- (S47.1) Si oui, date du dernier traitement : <input type="checkbox"/> il y a moins d'1 mois <input type="checkbox"/> > 1mois</p> <p>- (S47.1.1) Si il y a moins d'un mois préciser :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Produits</th> <th>Marque</th> <th>Forme</th> <th>Date</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>/___/___/2010</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>/___/___/2010</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>/___/___/2010</td> </tr> </tbody> </table>	Produits	Marque	Forme	Date	-	-	-	/___/___/2010	-	-	-	/___/___/2010	-	-	-	/___/___/2010	<p>S44/___/</p> <p>S44.1/___/___/___/</p> <p>S44.2/___/___/___/</p> <p>S44.3 /___/___/</p> <p>S44.4 /___/___/</p> <p>S45/___/</p> <p>S45.1/___/___/</p> <p>S46/___/</p> <p>S47/___/</p> <p>S47.1/___/</p> <p>(S47.1.1) /___/ (nb)</p> <p>(S47.1.1a) /___/___/___/</p> <p>(S47.1.1b) /___/___/___/</p> <p>(S47.1.1c) /___/___/___/</p>
Produits	Marque	Forme	Date														
-	-	-	/___/___/2010														
-	-	-	/___/___/2010														
-	-	-	/___/___/2010														
<p>4A - Pour les enfants de 3 ans à 16 ans</p> <p>• (S48) Etes-vous scolarisé ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0)</p> <p>- (S48.1) Si oui, adresse de l'école:(code géo)</p> <p>- (S48.2) Si non, adresse ou réside généralement l'enfant pendant la journée :.....(code géo)</p>	<p>S48/___/</p> <p>S48.1/___/___/___/</p> <p>S48.2/___/___/___/</p>																
<p>4B - Pour les enfants de moins de 3 ans</p> <p>• (S49) Quel est son mode de garde ?</p> <p><input type="checkbox"/> Crèche (1) <input type="checkbox"/> Assistante maternelle (2) <input type="checkbox"/> Intrafamiliale (parents, grands-parents...) (3)</p> <p><input type="checkbox"/> autres (4), préciser (S49.P) :.....</p> <p>- (S49.1) Adresse du mode de garde :.....(code géo)</p>	<p>S49/___/</p> <p>S49.P.....</p> <p>S49.1/___/___/___/</p>																
<p>4C - Pour les adultes</p> <p>• (S50) Etat matrimonial : <input type="checkbox"/> célibataire (1) <input type="checkbox"/> vie maritale (2) <input type="checkbox"/> veuf/veuve (3) <input type="checkbox"/> divorcée (4)</p> <p>• (S51) Quelle est le diplôme le plus élevé que vous avez obtenu ?</p> <p><input type="checkbox"/> aucun (1) <input type="checkbox"/> certificat d'études (2) <input type="checkbox"/> CAP (3) <input type="checkbox"/> BEP (4) <input type="checkbox"/> Brevet des collèges, BEPC (5) <input type="checkbox"/> Baccalauréat (6)</p> <p><input type="checkbox"/> Etudes supérieures (7), <input type="checkbox"/> autres (8) : préciser (S51.P).....</p> <p>• (S52) Quelle est votre situation principale ?</p> <p><input type="checkbox"/> actif (1) <input type="checkbox"/> en apprentissage (2) <input type="checkbox"/> étudiant (3) <input type="checkbox"/> au chômage (4) <input type="checkbox"/> retraité (5) <input type="checkbox"/> sans emploi (6)</p> <p><input type="checkbox"/> congé parental (7) <input type="checkbox"/> congé maladie (8) <input type="checkbox"/> autres (9), préciser (S52.P) :</p>	<p>S50/___/</p> <p>S51/___/</p> <p>S51.P.....</p> <p>S52/___/</p> <p>S52.P.....</p>																

<p>• (S53) Pour tous, veuillez préciser de manière explicite l'emploi exercé actuellement ou le dernier emploi (ex. ; secrétaire dans une société de négoce de fruits et légumes à Targon) :</p> <p>- (S53.1) L'intitulé de l'emploi : (code Naf)</p> <p>- (S53.2) Le secteur d'activité :(code PCS)</p> <p>- (S53.3) L'adresse de l'entreprise :</p> <p>- (S53.4) Commune :(code géo 5 chiffres)</p>	<p>S53/___/</p> <p>S53.1/___/___/___/</p> <p>S53.2/___/___/___/</p> <p>S53.3.....</p> <p>S53.4/___/___/___/</p>
5- Questions filtres activité professionnelle et para-professionnelle	
<p>• (QF1) Pendant ou en dehors de votre temps de travail, travaillez-vous ou avez-vous travaillé sur une exploitation agricole ? (Y compris hors emploi (aide sur une exploitation familiale par ex), tâches saisonnières comme les vendanges, emplois tertiaires, services à la personne (ménage))</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2) Si oui, se référer au « questionnaire pro filtres 1»</p> <p>• (QF2) Pendant ou en dehors de votre temps de travail, êtes-vous ou avez-vous été au contact de produits de cultures, fruits/légumes/flowers traitées pour le tri, le conditionnement, la pesée, la vente ?</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2) Si oui, se référer au « questionnaire pro filtres 2»</p> <p>• (QF3) En dehors d'activités de loisirs êtes vous ou avez-vous été amené à travailler sur une exploitation forestière, dans une scierie, une menuiserie, au contact du bois, de charpentes, de menuiseries, de meubles en bois, autres objets en bois... Y compris traverses de chemin de fer</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2) Si oui, se référer au « questionnaire pro filtres 3»</p> <p>• (QF4) Etes-vous ou avez-vous été amené à entretenir des espaces verts, des voiries, des aires de sport, des espaces publics (jardins, parcs, bords de route, stades, cimetières,...) dans votre activité professionnelle ou en dehors de vos emplois A l'exclusion des activités de jardinage dans votre jardin personnel</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2) Si oui, se référer au « questionnaire pro filtres 4»</p> <p>• (QF5) Etes-vous ou avez-vous été amené à désinsectiser/dératiser des lieux pour des raisons d'hygiène ou de santé publique (locaux de stockage, locaux commerciaux, logements...) y compris nid de guêpes (pompier...) dans votre activité professionnelle ou en dehors de vos emplois hors usages domestiques et de jardinage)</p> <p><input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2) Si oui, se référer au « questionnaire pro filtres 5»</p> <p>• (QF6) Etes-vous ou avez-vous été amené à manipuler des pesticides pour une autre raison dans votre activité professionnelle ? <input type="checkbox"/> Oui (1) <input type="checkbox"/> Non (0) <input type="checkbox"/> NSP(2) Si oui, se référer au « questionnaire pro filtres 6»</p>	<p>QF1/___/</p> <p>QF2/___/</p> <p>QF3/___/</p> <p>QF4/___/</p> <p>QF5/___/</p> <p>QF6/___/</p>

Annexe 5 : QUESTIONNAIRES PHYTONIGER

Caractéristique du foyer

Depuis combien d'années vivez-vous dans votre logement actuel ? |_|_|

Quelle est la meilleure définition du bâtiment où vous vivez:

- case maison pour une famille, mitoyenne
 maison famille, non mitoyenne maison pour deux familles

Qualité générale de l'habitat

- maison unique maisons séparées

Chambre (pour le

nombre occupants) Trop petites Grandes Spacieuses

Quelles sources d'énergie utilisez-vous pour vous éclairer ?

- électricité bougies
 pétrole Autres :.....

Utilisez-vous ? Non : 0 ; Souvent : 1 ; régulièrement : 2

- encens diffuseurs de parfums (commerce)
 brûlées plantes aromatiques

La cuisine est située :

dans la maison oui |_| non |_| à l'extérieur de la maison principale oui |_| non |_|
 comporte une fenêtre (ventilation) oui |_| non |_|

Quel type de combustible utilisez-vous le plus souvent ?

- bois gaz charbon
 pétrole électrique autre (préciser):.....

Qui prépare les repas ?

- N° |_| |_|_|_| |_|_|
 N° |_| |_|_|_| |_|_|

Les expositions

Résidez-vous sur une exploitation agricole ? oui |_| non |_|

Si oui, Préciser les Cultures :

Avez-vous eu des problèmes avec les ennemis de cultures ? oui |_| non |_|

Si « oui » préciser

Le type d'ennemis	Date de traitement	Produits de traitements ?	Par qui ?	Par quoi ?
.....	_/ _/ _
.....	_/ _/ _
.....	_/ _/ _
.....	_/ _/ _
.....	_/ _/ _

Vous arrive- t'il d'utiliser des insecticides contre les cafards et autres insectes dans votre maison ? oui |_| non |_|

Si « oui » Date des derniers traitements : |_| il y a moins d'1 mois |_| > 1mois |_| toute l'année

Préciser le(s) produits utilisés

Nom (marque, famille chimique)	Usage	Forme	Date
.....	_/ _/ _
.....	_/ _/ _
.....	_/ _/ _
.....	_/ _/ _

Tabagisme

Des personnes de votre famille fument-elles dans la maison ? |_|oui |_| non

Si « OUI » Combien de fumeurs ? |_|_|

D'autres personnes viennent-elles fumer dans la maison ? |_|oui |_| non

Si « OUI » Combien de fumeurs ? |_|_|

Combien de cigarettes fument-elles en moyenne chaque jour dans la maison ?

F1 _ _	F2 _ _	F3 _ _
F4 _ _	F5 _ _	F6 _ _

Données démographique

Numéro d'identification	_ _ _ _ _ _ _	
Date de l'entretien	_ _ _ _ 2013	
Nom de l'enquêteur	
Langue utilisée pendant l'entretien	<input type="checkbox"/> Français <input type="checkbox"/> Haoussa, <input type="checkbox"/> Djerma,	
Sexe	masculin <input type="checkbox"/> féminin <input type="checkbox"/>	
Date de naissance	_ _ _ _ _ _ _ _	
Lieu de naissance /Pays	
Situation de famille	<input type="checkbox"/> Célibataire <input type="checkbox"/> Marié(e) <input type="checkbox"/> Divorcé(e) <input type="checkbox"/> Veuf(ve)	
Le sujet sait-il lire et écrire ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	
Niveau d'étude le plus élevé	<input type="checkbox"/> jamais scolarisé(e) <input type="checkbox"/> primaire <input type="checkbox"/> secondaire <input type="checkbox"/> universitaire	
Actuellement le sujet est-il ?	<input type="checkbox"/> en activité <input type="checkbox"/> sans activité /au chômage <input type="checkbox"/> à la retraite <input type="checkbox"/> mère au foyer	
Profession actuelle (ou dernière profession si n'a plus d'activité)	<input type="checkbox"/> Sans <input type="checkbox"/> Agriculteur <input type="checkbox"/> Ouvrier <input type="checkbox"/> Employé de bureau, enseignant, infirmier	<input type="checkbox"/> Artisan <input type="checkbox"/> Commerçant <input type="checkbox"/> Armée, police <input type="checkbox"/> Non précisée
Avez-vous eu la tuberculose ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	
Avez-vous été absent hors du district durant cette saison des pluies ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	
Si « OUI »	_ _ jours	
	_ _ semaines	
	_ _ mois	
Mesures	Taille _ _ _ cm Poids _ _ _ , _ kg	
Mesure souffle	VEMS _ _ DEM 25 _ _ DEM 75 _ _ CVF _ _ DEM 50 _ _ DEM 25-75 _ _	

Exposition tabagique

Etes-vous fumeur actuellement ?		<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
A quel âge avez-vous commencé à fumer ?		_ _	
Que fumez-vous ?		Combien fumez-vous par jour ?	
<input type="checkbox"/> cigarettes avec filtre, marque.....		_ _	
<input type="checkbox"/> cigarettes sans filtre, marque.....		_ _	
<input type="checkbox"/> cigare		_ _	
<input type="checkbox"/> chicha		_ _	
<input type="checkbox"/> pipe		_ _	
<input type="checkbox"/> autre :.....		_ _	
Etes-vous un ancien fumeur ?		<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Si « OUI »			
A quel âge avez-vous commencé à fumer ?		_ _	
A quel âge avez-vous arrêté à fumer ?		_ _	
Que fumez-vous ?		Combien fumez-vous par jour ?	
Préciser :.....		_ _	
Pourquoi avez-vous arrêté de fumer ?			
<input type="checkbox"/> pour préserver votre santé		<input type="checkbox"/> pour des raisons financières	
<input type="checkbox"/> parce que vous étiez déjà malade		<input type="checkbox"/> Autre raison :.....	
Avez-vous interrompu votre consommation de tabac à un moment ou à un autre ?		<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Si « OUI » combien d'années d'interruption		_ _	

Questionnaire médical

N°:

Toussez-vous la plupart des jours depuis plus de 2 ans ?		<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Crachez-vous la plupart des jours depuis plus de 2 ans ?		<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Etes-vous essoufflé(e) à l'effort ?		<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Si « OUI »	à la montée de côtes ou d'escaliers ?	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	à la marche avec des personnes de même âge ?	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	à la marche en terrain plat ?	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Avez-vous déjà eu des sifflements dans la poitrine alors que vous n'étiez pas enrhumé(e) ?		<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Si « OUI »	Au cours de la saison des pluies	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	Au cours de la saison chaude	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	Au cours de la saison fraîche	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Avez-vous déjà eu des sensations d'étouffement au repos avec des sifflements dans la poitrine ?		<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Si « OUI »	Au cours de la saison des pluies	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	Au cours de la saison chaude	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	Au cours de la saison fraîche	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Avez-vous déjà été réveillé(e) par une crise d'étouffement ou de toux ?		<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Si « OUI »	Au cours de la saison des pluies	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	Au cours de la saison chaude	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	Au cours de la saison fraîche	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Avez-vous déjà eu de l'asthme ?		<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Le diagnostic a-t-il été confirmé par un médecin ou un autre professionnel de santé ?		<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Avez-vous reçu des médicaments pour sifflements, étouffement, toux, asthme ?		<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Si « OUI » préciser :	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Toussez-vous habituellement alors que vous n'êtes pas enrhumé(e) ? |_|oui |_|non

Si « OUI » Au cours de la saison des pluies |_|oui |_|non
 Au cours de la saison chaude |_|oui |_|non
 Au cours de la saison fraîche |_|oui |_|non

Avez-vous habituellement le nez qui coule ou bouché, alors que vous n'êtes pas enrhumé(e) ? |_|oui |_|non

Si « OUI » Au cours de la saison des pluies |_|oui |_|non
 Au cours de la saison chaude |_|oui |_|non
 Au cours de la saison fraîche |_|oui |_|non

Avez-vous habituellement les yeux qui brûlent ou qui larmoient ? |_|oui |_|non

Si « OUI » Au cours de la saison des pluies |_|oui |_|non
 Au cours de la saison chaude |_|oui |_|non
 Au cours de la saison fraîche |_|oui |_|non

Lorsque vous respirez la fumée en faisant la cuisine, avez-vous eu les symptômes suivants :

Toux ou irritation de la gorge ? |_|oui |_|non
 Mal de tête ? |_|oui |_|non
 Irritation des yeux ? |_|oui |_|non

Avez-vous eu une crise de paludisme |_|oui |_|non

A quand la dernière crise? Il y a : |_|_| jrs ou |_|_| sem ou |_|_| mois

Préciser la fréquence : |_|_| fois/mois |_|_| fois/an.

Avez-vous pris des médicaments ? |_|oui |_|non

si oui préciser : |_|_| |_|_| date
 : |_|_| |_|_| date
 : |_|_| |_|_| date

Données démographique

N°: |_| |_|_|_| |_|_|

Numéro d'identification |_| |_|_|_| |_|_|

 Personne répondante : |_| mère |_| père
 |_| enfant |_| autres :

Date de l'entretien |_|_| |_|_| 2013

Lieu de l'enquête

Nom de l'enquêteur

 Langue utilisée pendant l'entretien
 |_| Français
 |_| Haoussa,
 |_| Djerma,

Sexe masculin |_| féminin |_|

Date de naissance |_|_| |_|_| |_|_|_|_|

Lieu de naissance

Pays

Enfant scolarisé |_|oui |_| non

Mesure Taille |_|_|_| cm

Poids |_|_|_|, |_| kg

Votre enfant a-t-il été absent hors du district durant cette saison des pluies ? |_|oui |_| non

 Si « OUI » |_|_| jours
 |_|_| semaines
 |_|_| mois

.....

Questionnaire médical

 Votre enfant tousse-t-il la plupart des jours? |_|oui |_| non

 Votre enfant a-t-il déjà eu des sifflements dans la poitrine alors qu'il n'était pas enrhumé ? |_|oui |_| non

Si « OUI »

Au cours de la saison des pluies |_|oui |_| non

Au cours de la saison chaude |_|oui |_| non

Au cours de la saison fraîche |_|oui |_| non

 Votre enfant a-t-il déjà eu des sensations d'étouffement au repos avec des sifflements dans la poitrine ? |_|oui |_| non

Si « OUI »

Au cours de la saison des pluies |_|oui |_| non

Au cours de la saison chaude |_|oui |_| non

Au cours de la saison fraîche |_|oui |_| non

 Votre enfant a-t-il été déjà réveillé par une crise d'étouffement ou de toux ? |_|oui |_| non

Si « OUI »

Au cours de la saison des pluies |_|oui |_| non

Au cours de la saison chaude |_|oui |_| non

Au cours de la saison fraîche |_|oui |_| non

 Votre enfant a-t-il déjà eu de l'asthme ? |_|oui |_| non

Le diagnostic a-t-il été confirmé par un médecin ou un autre professionnel de santé ? |_|oui |_| non

 A-t-il reçu des médicaments pour sifflements, étouffement, toux, asthme ? |_|oui |_| non

Si « OUI » préciser :..... |_|_| |_|_|

:..... |_|_| |_|_|

:..... |_|_| |_|_|

Votre enfant a-t-il déjà eu un étouffement, de la toux ou une respiration sifflante pendant ou après un effort physique ? |_|oui |_| non

Si « OUI »

Au cours de la saison des pluies |_|oui |_| non

Au cours de la saison chaude |_|oui |_| non

Au cours de la saison fraîche |_|oui |_| non

Votre enfant tousse-t-il habituellement alors qu'il n'est pas enrhumé ? |_|oui |_| non

Si « OUI »

Au cours de la saison des pluies |_|oui |_| non

Au cours de la saison chaude |_|oui |_| non

Au cours de la saison fraîche |_|oui |_| non

Votre enfant a-t-il habituellement le nez bouché ou le nez qui coule, alors qu'il n'est pas enrhumé ? |_|oui |_| non

Si « OUI »

Au cours de la saison des pluies |_|oui |_| non

Au cours de la saison chaude |_|oui |_| non

Au cours de la saison fraîche |_|oui |_| non

Votre enfant a-t-il habituellement les yeux qui brûlent ou qui larmoient ? |_|oui |_| non

Si « OUI »

Au cours de la saison des pluies |_|oui |_| non

Au cours de la saison chaude |_|oui |_| non

Au cours de la saison fraîche |_|oui |_| non

Annexe 6. Le cadre de l'étude Phytoniger

1. L'étude en zone agropastorale (Filingué)



Photo 1. Cultures en zone agropastorale



Photo 2. Habitation paysanne en zone agropastorale



Photo 3. Foyer extérieur pour la cuisine dans un habitat rural en zone agropastorale



Photo 4. Formation des enquêteurs en zone agropastorale

2. L'étude en zone agricole (Gaya)



Photo 5. Cultures en zone agricole



Photo 6. Habitation paysanne en zone agricole



Photo 7. Fumée le soir contre les moustiques et autres insectes volants, zone agricole

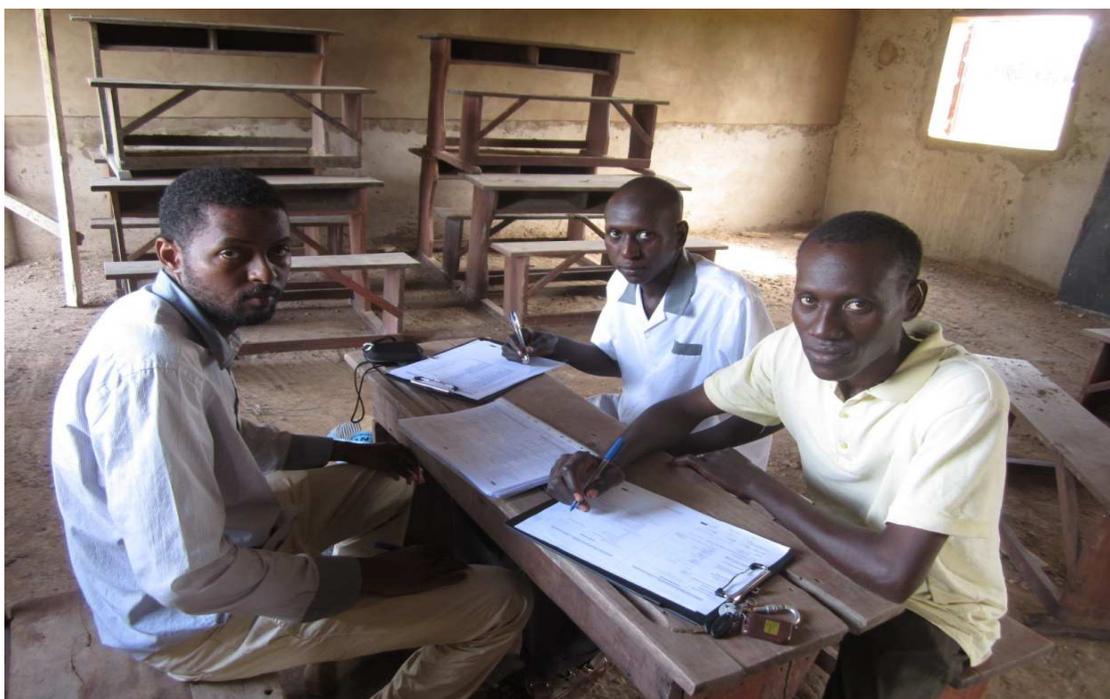


Photo 8. Formation des enquêteurs en zone agricole

3. Recueil des données

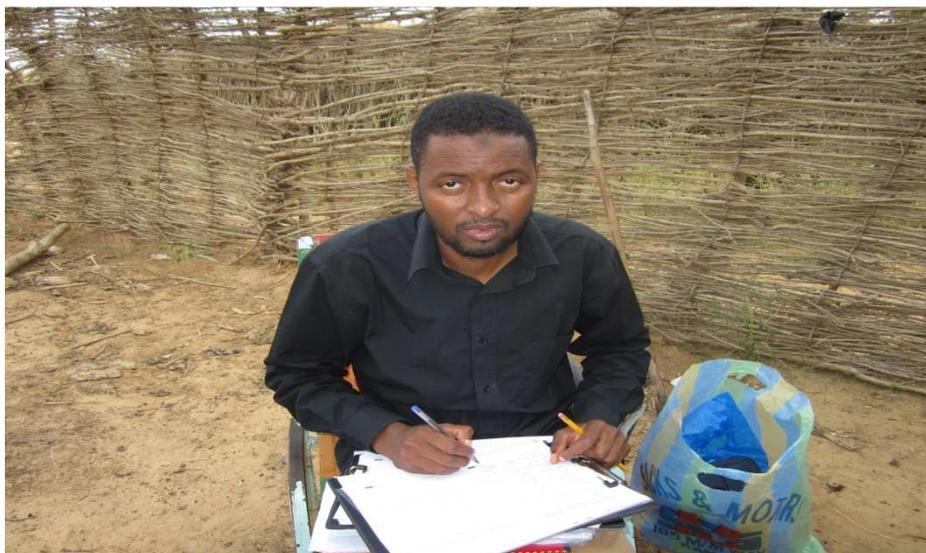


Photo 9. Recueil des données entretien face à face avec les sujets

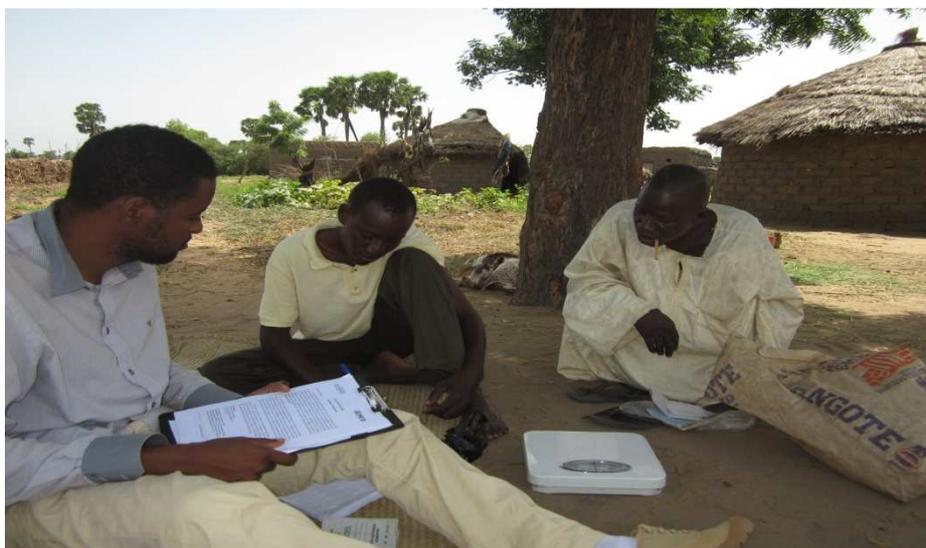


Photo 10. Recueil des données entretien face à face avec les sujets



Photo 11. Recueil des données anthropométriques : poids mesuré



Photo 12. Recueil des données anthropométriques : Taille mesurée



Photo 13. Taille mesurée à l'aide d'une toise



Photo 14. Infirmier chef zone agropastorale

Résumé:

L'utilisation des pesticides peut être à l'origine de graves nuisances pour la santé humaine, comme l'ont montré les études en milieu professionnel agricole.

L'objectif de cette thèse était d'étudier les manifestations, principalement respiratoires et survenant à court terme, dans la population générale exposée aux pesticides utilisés en agriculture.

Les résultats de deux études épidémiologiques, Phytoriv, menée en Gironde et Phytoniger, plus exploratoire, sont présentés, toutes deux menées au sein de population d'adultes et d'enfants vivant en milieu rural.

L'étude Phytoriv a mis en évidence la présence de concentrations faibles mais plus élevées de pesticides dans l'air ambiant à proximité de zones viticoles traitées et a permis de recueillir sur une période de une à trois semaines les symptômes ressentis par les riverains de manière journalière. L'absence d'effet majeur de l'exposition sur la santé respiratoire chez les riverains observée dans cette étude demande à être confirmée, en améliorant notamment l'estimation temporelle et spatiale de l'exposition.

L'étude Phytoniger a permis de démontrer la faisabilité d'une étude de santé environnementale dans un pays en développement. L'utilisation de pesticides non autorisés et potentiellement dangereux, pour des usages agricoles mais également domestiques, est importante au Niger et pose la question de leur impact sur la santé des populations. Certains symptômes respiratoires étaient plus fréquemment observés en zone agricole humide, où les usages de pesticides, mais également les feux de démolition, sont plus importants qu'en zone sahélienne agropastorale.

Enfin, dans les deux études Phytoriv et Phytoniger, des risques plus élevés de symptômes respiratoires étaient observés, notamment chez les enfants, en lien avec l'utilisation domestique de pesticides.

A l'avenir, une caractérisation plus précise des sources, niveaux et déterminants d'exposition de la population générale permettrait d'améliorer les connaissances sur le lien avec la survenue de symptômes et pathologies respiratoires et d'identifier les axes d'intervention les plus pertinents.

Mots clés : pesticides, riverains, exposition environnementale, effets de santé, étude épidémiologique

Abstract:

Pesticides are widely used in agriculture worldwide. However, it is now recognised that occupational pesticide exposure, especially in agriculture, can pose serious health concerns. We aimed to study short term respiratory symptoms in general populations exposed to pesticides used in agriculture.

Here we present results of two epidemiological studies, Phytoriv, performed in Bordeaux area, France, and Phytoniger, performed in a Sahelian African country, both among rural adult and children populations.

Higher pesticide levels in ambient air were observed in the surrounding of vineyards in Phytoriv. However, no major effect was observed on resident's respiratory health. This need to be confirmed by studies with improved temporal and spatial exposure assessment.

Phytoniger allowed us to show the feasibility of environmental health studies in a developing country. Unauthorized and hazardous pesticides are widely used in Niger, for agricultural as well as for residential purposes, and concerns are growing on their potential health effects. Some of the short term respiratory symptoms were more frequent in the agricultural wetland area, compared to the Sahelian agro-pastoral area. Pesticides are more susceptible to be used in the first area, but it is also more subject to mosquito control fires.

Finally in both surveys, higher risks of respiratory symptoms have been observed for people living in houses treated with indoor pesticides, and especially in children.

All these results warrants further studies to improve assessment of sources, exposure levels and determinants of pesticide exposure in the general population, in order to improve knowledge on its respiratory and short term health effects. Thus, relevant public health interventions could be performed.

Keywords : pesticides, residents, environmental exposure, health effects, epidemiological study

Laboratoire Santé Travail Environnement (LSTE)
Centre de recherche INSERM U 897 Epidémiologie-Biostatistique
ISPED Institut de Santé Publique, d'Epidémiologie et de Développement
Université de Bordeaux, 146 rue Léo Saignat- 33076 BORDEAUX