

ÉTUDES ET ENQUÊTES

ÉVALUATION DES EXPOSITIONS
PROFESSIONNELLES AUX PESTICIDES
UTILISÉS DANS LA CULTURE DE LA BANANE
AUX ANTILLES ET DESCRIPTION
DE LEURS EFFETS SANITAIRES

Projet Matphyto DOM

Évaluation des expositions professionnelles aux pesticides utilisés dans la culture de la banane aux Antilles et description de leurs effets sanitaires

Projet Matphyto DOM

Résumé

L'évaluation rétrospective des expositions aux pesticides des travailleurs agricoles est une démarche nécessaire pour comprendre et établir des liens entre leurs activités tout le long de leur carrière et la survenue potentielle de pathologies graves telles les cancers ou les maladies neurodégénératives en relation avec leur travail. Les outils fiables soutenus par une méthodologie précise et structurée pour dresser l'historique des expositions professionnelles sont peu nombreux.

La culture de la banane d'exportation ou banane dessert, l'une des plus répandues aux Antilles françaises, s'étale sur toute l'année et justifie l'emploi de nombreux produits phytopharmaceutiques (PPP) auxquels sont exposés les travailleurs agricoles. Aucune étude jusqu'alors n'a permis d'estimer le nombre de ces travailleurs, de caractériser leurs expositions aux PPP au cours du temps, ni d'identifier les effets sur la santé en lien avec ces expositions.

Nous avons utilisé trois outils dont deux construits en interne pour répondre à la question : quels sont les PPP qui ont été appliqués sur la culture de la banane au cours des dernières décennies et quels sont leurs effets sanitaires ?

Le premier outil est la construction d'une matrice culture-exposition (MCE) spécifique à la culture de la banane dessert aux Antilles grâce à laquelle nous avons identifié l'ensemble des PPP utilisés sur cette culture depuis les années 1960 ainsi que la fréquence et la probabilité de leur usage. Le second outil est l'élaboration de la base CipaTox ; elle a été établie pour recenser les effets sur la santé connus ou suspectés d'être associés à une exposition chronique aux substances actives (SA) des PPP homologués en France depuis 1961. Un focus a été fait sur la cancérogénicité, la mutagénicité et la reprotoxicité (CMR) ainsi que sur les potentiels effets de perturbation endocrinienne (PE). Enfin, le troisième outil, mis à disposition par le ministère de l'agriculture, sont les recensements agricoles (RA) de 1981, 1989, 2000 et 2010 qui ont permis d'identifier les caractéristiques sociodémographiques des travailleurs de la banane aux Antilles. En croisant ces trois sources de données, nous avons calculé des prévalences d'exposition professionnelle pour les quatre années du RA, aux PPP utilisés sur la banane aux Antilles, et identifier les effets sanitaires qu'ils peuvent engendrer. Nos travaux montrent que depuis 1981 et jusqu'en 2010, l'ensemble des travailleurs de la banane aux Antilles, dont le nombre est passé de 13 504 à 5 270 individus, a été exposé à au moins une substance néfaste pour la santé et considérée comme CMR ou PE. En 2015, la prévalence d'exposition à des CMR et PE des travailleurs de la banane aux Antilles reste de 100 %, toutes les exploitations utilisant au moins une substance active CMR ou PE. La spécificité de l'agriculture aux Antilles est à prendre en considération pour évaluer l'exposition des travailleurs aux PPP. En effet, le climat chaud et humide, d'une part, permet à la production de banane dessert d'être continue sur les douze mois de l'année et, d'autre part, favorise une pression importante des ravageurs, maladies et adventices nécessitant l'usage régulier des PPP afin de garantir une production de banane exportable.

Nos travaux permettent de guider la prévention vis-à-vis des professionnels de l'agriculture en leur permettant d'identifier les substances ayant des effets néfastes sur la santé. Ils poussent à mettre en place plusieurs actions dont la promotion des méthodes alternatives de production de la banane, la limitation de l'usage des PPP, la circonscription de l'utilisation des PPP dont la SA est CMR ou PE, la sensibilisation des travailleurs à ces risques à travers des campagnes de prévention et enfin l'information et la formation des médecins généralistes et la médecine du travail pour faciliter la reconnaissance en maladies professionnelles.

MOTS CLÉS : PESTICIDES, EXPOSITION PROFESSIONNELLE, AGRICULTURE, CHLORDÉCONE

Summary

Assessment of occupational exposures to pesticides used in banana cultivation in the French West Indies and description of their health effects Matphyto DOM Project

To establish links between agricultural workers activities throughout career and the potential occurrence of serious disease such as cancer or neurodegenerative diseases, retrospective pesticide exposures assessment is need. However, reliable database and methods are scarce in France.

Banana is one of the most widespread crops in the French West Indies. Plant protection products (PPP) are numerous and used all over the year. Consequently, agricultural workers are highly exposed to PPP. No studies have yet conducted to estimate the number of these workers, to characterize their PPPs exposure over time, or to identify the health effects related to these exposures.

Through the construction of a specific crop-exposure matrix (CEM) for dessert bananas in the French West Indies, we have identified all the PPPs used on this crop since the 1960s. For each PPP, 3 quantitative indicators are indicated: the probability, the frequency and the intensity. The list of the main health effects known or suspected to be associated with chronic exposure to all of each PPP registered in France since 1961 is provides by our CipaTox database. For this study, we focus on four health effects as carcinogenicity, mutagenicity and reproductive toxicity (CMR) as well as the potential effects of endocrine disruption (ED). To identify socio-demographic characteristics of banana workers in the West Indies, we used a third database: the agricultural censuses (AC) of 1981, 1989, 2000 and 2010. By merging this three database, we calculated prevalences of exposure for each PPP used, for each years of the AC and we identified the health effects they can cause. Our results show that, since 1981 and until 2010, all banana workers in the French West Indies are exposed to at least one CMR or ED active substance. The number of workers exposed has increased from 13,504 to 5,270. In 2015, the prevalence remains 100%: all farms used at least one CMR or PE active substance. Agriculture in the French West Indies is different from the metropolitan France. Indeed, the hot and humid climate, on the one hand, allows the production of dessert banana to be continuous over the twelve months of the year and, on the other hand, promotes a significant pressure of pests, diseases and weeds. Therefore, PPP are regularly used in this area and for this crop.

Our study helps to guide prevention towards agricultural workers. We recommend: to promote alternative methods of banana production by limiting the use of PPPs, to circumscribe the use of PPPs whose active substance is CMR or ED, to make workers aware of health risks of chemical origin through prevention campaigns, and finally to enlighten and train more general practitioners and occupational physicians to facilitate recognition of occupational diseases.

KEY WORDS: PESTICIDES, OCCUPATIONAL EXPOSURE, AGRICULTURE, CHLORDECONE

Citation suggérée : *Évaluation des expositions professionnelles aux pesticides utilisés dans la culture de la banane aux Antilles et description de leurs effets sanitaires. Projet Matphyto DOM.* Saint-Maurice : Santé publique France, 2018. 56 p. Disponible à partir de l'URL : www.santepubliquefrance.fr

ISBN-NET : 979-10-289-0484-5 - RÉALISÉ PAR LA DIRECTION DE LA COMMUNICATION, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE - DÉPÔT LÉGAL : OCTOBRE 2018

Auteurs

Céline Gentil

Santé publique France, direction santé travail, Saint-Maurice, France

Johan Spinosi

Santé publique France, direction Santé Travail,
Équipe associée à l'Umrestte / Université Claude Bernard Lyon 1,
Saint-Maurice, France

Lisa Cahour

Santé publique France, direction appui, traitements et analyses des données, Saint-Maurice, France

Laura Chaperon

Santé publique France, direction Santé Travail,
Équipe associée à l'Umrestte / Université Claude Bernard Lyon 1,
Saint-Maurice, France

Mounia El Yamani

Santé publique France, direction santé travail, Saint-Maurice, France

Remerciements

Cette étude :

- a été menée grâce à la participation de nombreux organismes du secteur privé et public, et également des agriculteurs de Guadeloupe et Martinique.
Nous les remercions pour leur appui, collaboration et validation des données ;
- a utilisé des données en accédant au CASD.
Le CASD a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence nationale de la recherche au titre du programme Investissements d'avenir portant la référence ANR-10-EQPX-17 (Centre d'accès sécurisé aux données - CASD) ;
- a été financée dans le cadre du plan Écophyto, axe « Santé et protection des utilisateurs ». Cet axe est piloté par le ministère chargé de l'Agriculture, avec l'appui financier de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Écophyto.

Abréviations

ATSDR	Agence fédérale américaine des substances toxiques et du registre des maladies
BDD	Base de données
CASD	Centre d'accès sécurisé aux données
Cipa	Compilation des index phytosanitaires Acta
Circ	Centre international de recherche sur le cancer
CLP	Classification et étiquetage des produits
CMR	Cancérogène, mutagène et reprotoxique
Cuma	Coopérative d'utilisation du matériel agricole
DOM	Départements d'outre-mer
EPI	Équipement de protection individuelle
ETA	Établissement Technique Agricole
FAO	Food and Agriculture Organization
GDP	Guadeloupe
MCE	Matrice culture-exposition
MOF	Main d'œuvre familiale
MOO	Main d'œuvre occasionnelle
MOS	Main d'œuvre salariée non familiale
MTN	Martinique
OMS	Organisation mondiale de la santé
PE	Perturbateur endocrinien
PPP	Produits phytopharmaceutiques
RA	Recensement agricole
SA	Substance active
UE	Union européenne
US-EPA	United States Environmental Protection Agency
VTR	Valeur toxicologique de référence

Sommaire

1. INTRODUCTION	7
2. MÉTHODE	9
2.1 La population d'étude : utilisation des données du recensement agricole	9
2.2 L'évaluation des expositions aux produits phytopharmaceutiques : la matrice culture- exposition banane	10
2.3 L'étude des effets sanitaires liés aux expositions chroniques aux PPP : utilisation des données de la base CipaTox.....	11
2.3.1 Effets cancérogènes	13
2.3.2 Effets mutagènes-génotoxiques et reprotoxiques	14
2.3.3 Perturbation endocrinienne.....	14
2.4 Calculs des prévalences d'exposition	15
3. RÉSULTATS	16
3.1 Les caractéristiques de la main d'œuvre familiale et de la main d'œuvre salariée des exploitations de banane export	16
3.2 Les expositions aux produits phytopharmaceutiques dans les bananeraies antillaises : la MCE banane.....	19
3.2.1 Les traitements fongicides	20
3.2.2 Les traitements herbicides	22
3.2.3 Les traitements insecticides.....	23
3.3 Étude des effets sanitaires des substances actives utilisées	24
3.3.1 Généralités sur les effets sanitaires dans l'ensemble de la MCE banane	24
3.3.2 Effets sanitaires des substances actives utilisées en bananeraies lors des quatre recensements agricoles	26
3.3.3 Focus sur le recensement agricole de 2010	28
3.4 Synthèse des expositions et des risques sanitaires associés	29
3.4.1 L'exposition aux produits phytopharmaceutiques aux Antilles	29
3.4.2 Principaux résultats sur l'exposition des travailleurs de la banane en 1981, 1989, 2000 et 2010.....	29
3.4.3 L'exposition spécifique au chlordécone de 1972 à 1993.....	31
4. DISCUSSION – CONCLUSION	33
Ressources bibliographiques	37
Annexes	40
Annexe 1. Utilisation des recensements agricoles de La Réunion, Guadeloupe et Martinique pour le croisement avec les matrices cultures expositions Matphyto : quelles données populationnelles disponibles ?.....	40
Annexe 2 : Utilisation des recensements agricoles des DOM pour le croisement avec les matrices cultures expositions Matphyto : comment identifier les exploitations agricoles cultivant de la banane dessert destinée à l'exportation aux Antilles ?	48

1. INTRODUCTION

Les Antilles, se situent dans une zone de climat tropical. Les pluies fréquentes et une température moyenne de 26°C favorisent l'apparition de nombreux ravageurs et maladies des végétaux, mais également un développement important des plantes adventices¹ (1). Toutes ces raisons font que l'usage des produits phytopharmaceutiques (PPP) dans cette région est important, tout au long de l'année, pour sécuriser les productions en limitant la compétition des adventices et en luttant contre les ravageurs et les maladies des cultures. Par ailleurs, le climat rendant difficile le port d'équipement de protection individuelle (EPI) par les travailleurs agricoles, ces derniers sont particulièrement vulnérables à des expositions importantes aux PPP. Cela est particulièrement vrai pour les PPP utilisés sur la banane d'exportation, une culture prédominante qui occupe près du quart des surfaces agricoles utiles (2) aux Antilles et qui est une production semi-pérenne, présente plusieurs années sur une même parcelle.

L'expertise collective de l'Inserm de 2013 (3) a mis en évidence la présomption d'une association positive entre les expositions professionnelles aux PPP et le développement de certaines maladies chroniques (cancers, maladies neurodégénératives etc.). Cependant, de manière générale, peu d'études permettent l'identification et l'imputabilité d'une substance ou famille de substances actives (SA) utilisées sur la banane vis-à-vis d'une pathologie précise. Pour la population des Antilles françaises, une étude de Multigner *et al.* (4) a exploré des anomalies de la reproduction et la qualité du sperme des travailleurs exposés aux PPP dans les bananeraies. Dans cette étude transversale, aucune différence significative dans les caractéristiques des spermatozoïdes et des niveaux d'hormones n'a été trouvée entre travailleurs exposés et non exposés aux PPP utilisés en bananeraie. Sans pour autant cibler une population de travailleurs agricoles, la même équipe (5) a montré qu'une exposition prénatale de la mère au chlordécone (un insecticide organochloré utilisé pour contrôler le charançon du bananier), mesurée dans le sang du cordon, affectait la croissance du fœtus, en particulier lorsque la mère avait un gain de poids gestationnel important.

Par ailleurs, plusieurs études en Amérique latine sur les travailleurs de la banane, fortement exposés aux PPP et avec des SA parfois interdites depuis longtemps par l'Union européenne, ont mis en évidence, au-delà des atteintes cutanées (6) déjà connues, des risques accrus de cancer. Pour les travailleuses agricoles de la banane, c'est un risque significatif de cancer du col de l'utérus et de leucémie qui a été retrouvé (7). Au Costa Rica, les risques de cancer dans les populations des comtés ruraux à forte utilisation de pesticides notamment sur la banane ont tendance à être plus élevés que ceux des populations rurales ne cultivant pas de la banane, à la fois pour le risque global de cancer et pour certains cancers, en particulier les cancers hormono-dépendants chez les femmes (8). Enfin, des effets génotoxiques ont été mis en évidence sur des cellules prélevées chez les travailleuses des usines de conditionnement de la banane et chez les travailleurs agricoles masculins de la banane (9). Les résultats de ces publications issues de travaux en Amérique latine ne peuvent être appliqués aux travailleurs des Antilles. En effet, la réglementation des PPP dans ces pays est différente et permet l'usage d'un plus grand nombre de SA à des fréquences de traitements plus importantes qu'aux Antilles Françaises.

L'établissement par des méthodes épidémiologiques d'un lien entre des altérations de la santé et des expositions professionnelles aux PPP en bananeraies antillaises est rendue complexe du fait du nombre élevé de SA utilisées, de la non spécificité de leurs effets sur la santé et du caractère très parcellaire des données disponibles sur la santé et les expositions des travailleurs agricoles antillais.

¹ Se dit d'une plante qui pousse spontanément dans une culture et dont la présence est plus ou moins nocive à celle-ci. (La nocivité des plantes adventices s'explique par des effets de compétition avec la plante cultivée, vis-à-vis de l'eau, de la lumière et des éléments minéraux contenus dans le sol).

Ainsi, deux expertises collectives récentes (3,10) pointent du doigt que l'évaluation fine des expositions professionnelles agricoles aux PPP est une des limites majeures dans les études épidémiologiques pour permettre d'établir une relation entre exposition et pathologies. Un recueil organisé et historisé des pratiques phytosanitaires est un premier pas nécessaire pour documenter l'exposition rétrospective des travailleurs agricoles aux pesticides.

Le projet Matphyto, par l'élaboration de matrices cultures-expositions (MCE), produit des données permettant l'évaluation rétrospective des expositions aux PPP depuis 1960 (11). Déployé sur toute la France, ce projet s'intéresse aux départements d'Outremer dont les Antilles, où la première matrice développée concerne la culture de banane dessert en Guadeloupe et Martinique. Cette matrice culture-exposition s'intéresse uniquement aux exploitations agricoles produisant de la banane destinée à l'exportation ; cette production de bananes dessert emploie la très grande majorité de la main d'œuvre locale et occupe la plupart des surfaces cultivées en banane aux Antilles. Il est également admis qu'une exploitation produisant de la banane dessert avec un objectif d'exportation (besoin de garantir la qualité gustative et visuelle après le transport) aura recours de manière plus importante aux PPP qu'une exploitation produisant de la banane pour le marché local. La MCE banane renseigne les expositions aux produits phytopharmaceutiques des travailleurs de la banane de 1960 à 2015.

L'objet de ce document est de présenter la MCE banane aux Antilles ainsi que les résultats de son croisement avec les données populationnelles des recensements agricoles (RA) permettant de produire une évaluation des prévalences d'exposition aux PPP et des effectifs correspondants chez les travailleurs de la banane en Martinique et en Guadeloupe. Les principaux effets sur la santé connus ou suspectés chez l'homme des substances actives auxquelles sont exposés les travailleurs agricoles de la banane dessert ont été répertoriés en exploitant CipaTox, une base développée par Santé publique France à partir des données et des monographies des organismes nationaux et internationaux en charge d'évaluer les risques sanitaires en lien avec les substances chimiques ; l'étude a été limitée aux effets cancérigènes, mutagènes, reprotoxiques et à la perturbation endocrinienne.

2. MÉTHODE

Notre méthode permettant d'évaluer l'exposition aux PPP et de qualifier les dangers sanitaires associés à ces expositions consiste à croiser plusieurs bases de données (BDD) que nous avons élaborées et/ou utilisées. Pour identifier les travailleurs de la banane, nous avons exploité les recensements agricoles (RA) réalisés par le ministère de l'Agriculture. Pour décrire les expositions aux produits phytopharmaceutiques (PPP), nous avons développé une matrice culture exposition (MCE) spécifique à la culture de la banane aux Antilles et enfin nous avons construit puis utilisé la base CipaTox, qui recense et organise les informations disponibles sur les effets sur la santé de toutes les substances actives (SA). Ces trois bases sont décrites plus finement ci-dessous.

2.1 La population d'étude : utilisation des données populationnelles du recensement agricole

Nous invitons le lecteur à consulter l'Annexe 1 détaillant le recensement agricole dans les DOM et l'Annexe 2 détaillant la méthode de sélection des exploitations de bananes dessert exportées dans le recensement agricole.

Le recensement agricole (RA), qui est spécifiquement dédié aux exploitations agricoles en France, à leur main d'œuvre et à leur assolement (cultures agricoles), est une enquête décennale mise en œuvre par le ministère chargé de l'agriculture pour connaître la structure des exploitations agricoles françaises. C'est un recensement exhaustif et obligatoire pour toutes les exploitations agricoles répondant à certains critères : avoir une activité agricole, atteindre ou dépasser une certaine dimension en termes de superficie, nombre d'animaux ou production, être soumise à une gestion courante indépendante, etc. Toutes les tailles d'exploitations sont recensées, même les plus petites tant qu'elles répondent aux critères ci-dessus. L'unité statistique de ce recensement est l'exploitation agricole. Le recensement est déclaratif et repose sur l'interrogation du chef d'exploitation.

Le recensement agricole, mis en place depuis 1973 en Guadeloupe et Martinique, renseigne toute exploitation agricole déclarant produire de la banane dessert quelle que soit l'utilisation finale de la culture : production professionnelle pour l'exportation, pour le marché local ou pour l'autoconsommation. Les données des RA de Guadeloupe et Martinique de 1981, 1989, 2000 et 2010 sont informatisées et disponibles par le Centre d'accès sécurisé aux données (CASD). Le RA de 1973 n'a pas été informatisé et de ce fait a été exclu de nos analyses.

Les principales données recueillies sont : les cultures et superficies cultivées, l'élevage et le cheptel, l'équipement des exploitations, la diversification des activités (tourisme vert, etc.), la commercialisation des produits (AOC, vente directe etc.), l'emploi (saliariat, emploi familial etc.), le niveau de formation de la main d'œuvre familiale, et la gestion de l'exploitation.

Le recensement décrit également les personnes vivant et/ou travaillant sur l'exploitation à travers quatre sous-populations : la main d'œuvre familiale (MOF), la main d'œuvre salariée non familiale (MOS), la main d'œuvre occasionnelle (MOO) et la main d'œuvre appartenant au personnel d'Établissement technique agricole (ETA) ou de Coopérative d'utilisation du matériel agricole (Cuma). Il est à noter que la qualité des données sociodémographiques de ces différentes sous-populations est très hétérogène entre le premier recensement informatisé de 1981 et celui de 2010. Pour cette étude, seule la main d'œuvre permanente est prise en compte, soit la MOF et la MOS. La main d'œuvre occasionnelle, et la main d'œuvre appartenant au personnel d'ETA ou de Cuma, n'ont pas été considérées en raison d'un grand manque d'informations sur ces populations dans les RA (comptabilisation en jours et non en personnes dans la plupart des RA).

De plus, il est essentiel de distinguer au sein des RA les exploitations cultivant la banane dessert destinée à l'exportation parmi l'ensemble des exploitations déclarant une surface en banane dessert. Pour cela, il est nécessaire de mettre en place une méthode de sélection à partir des variables disponibles informatiquement dans les différents RA mis à disposition. Cette méthode de sélection est détaillée dans l'Annexe 2 détaillant la méthode de sélection des exploitations de bananes dessert exportées dans le recensement agricole.

2.2 L'évaluation des expositions aux produits phytopharmaceutiques : la matrice culture-exposition banane

Nous invitons le lecteur à consulter le document présentant la méthode générale d'élaboration des matrices cultures-expositions (11) ainsi que le guide technique présentant la MCE banane aux Antilles (12).

Les MCE permettent d'évaluer rétrospectivement les expositions aux PPP à partir de la simple connaissance de la culture agricole sur laquelle les individus ont travaillé. Elles pallient ainsi la difficulté des personnes à se remémorer l'ensemble des PPP qu'ils ont pu utiliser au cours du temps. Elles permettent de calculer des indicateurs d'expositions professionnelles à partir de grandes bases de données populationnelles. La MCE banane a exigé un important travail de recherche bibliographique (y compris de littérature grise), et un temps d'échanges avec de nombreux partenaires locaux et spécialistes de la production bananière. Ces acteurs de la filière ont participé à la phase d'élaboration et de validation de la MCE.

La MCE banane détaille les usages des PPP en listant les grands groupes de produits (herbicides, fongicides, insecticides), les familles chimiques (organochlorés, triazoles, etc.) et les SA (fosthiazate, propiconazole, bénomyl, etc.). Pour chaque territoire (Guadeloupe et Martinique), pour chaque période chronologique et pour chaque SA, des indicateurs d'exposition (probabilité, fréquence et intensité d'utilisation) ont été quantifiés. La probabilité d'utilisation correspond à la proportion annuelle des exploitations sur lesquelles a pu être utilisée une famille chimique ou une SA ; il s'agit du rapport entre le nombre d'exploitations de banane dessert ayant utilisé au cours de l'année la SA et le nombre total d'exploitations de banane dessert. La fréquence d'utilisation permet de caractériser le nombre moyen de traitements effectués chaque année sur la banane pour la famille chimique ou la SA considérée. L'intensité d'utilisation indique la quantité moyenne de SA appliquée à l'hectare en un traitement ; elle est exprimée en grammes de SA par hectare. Cet indicateur d'intensité est déterminé de manière théorique à partir des doses homologuées ou à partir de données récoltées dans les exploitations mais avec une forte imprécision. Seules la probabilité et la fréquence d'utilisation sont étudiées dans ce document, l'intensité ayant été écartée de l'analyse.

La MCE banane s'intéresse aux usages des fongicides, herbicides et insecticides en production bananière en Guadeloupe d'une part et en Martinique d'autre part, sans distinction géographique au sein-même de chacune des deux îles.

La MCE banane a été croisée avec les données populationnelles issues des recensements agricoles de 1981, 1989, 2000 et 2010. Il est à noter que les expositions des travailleurs au sein des exploitations agricoles sont très hétérogènes, tant en ce qui concerne les niveaux d'exposition que les tâches au cours desquelles a lieu l'exposition (13). Pourtant, il n'est pas possible de déterminer précisément ces tâches et niveaux d'exposition chez les différents types de travailleurs (exploitants, ouvriers, etc.) des exploitations de banane dessert aux Antilles depuis 1981 en l'absence d'un recueil de tâches historiques. Les études de métrologie menées dans différents milieux agricoles montrent que les personnes exposées ne sont pas seulement les personnes appliquant les traitements (14). Il peut s'agir aussi des personnes

manipulant les préparations commerciales (achat, stockage, etc.), préparant les bouillies (remplissage des pulvérisateurs avec les préparations commerciales et les adjuvants), appliquant les traitements (avec du matériel qui peut être très varié), se déplaçant dans les parcelles déjà traitées (phénomène de « réentrée ») ou bien encore manipulant les récoltes (et réalisant des traitements post-récolte) (3,15). L'ensemble de ces éléments – ainsi que le fait que pour une même tâche les niveaux d'exposition peuvent varier très fortement d'un individu à l'autre et que le port des EPI adaptés est rarement parfaitement respectés dans les conditions climatiques difficiles des Antilles – nous amène à approcher la prévalence d'exposition aux PPP chez l'ensemble des travailleurs agricoles par la probabilité d'usage des PPP dans les exploitations agricoles indiquée par la MCE.

2.3 L'étude des effets sanitaires liés aux expositions chroniques aux PPP : utilisation des données de la base CipaTox

Nous invitons le lecteur à consulter le document présentant la méthode de réalisation de la base Cipa (16) ainsi que le mémoire d'étude sur la caractérisation d'effets toxicologiques des produits phytopharmaceutiques (17).

Afin d'étudier les effets sanitaires des PPP répandus sur la banane sur la population professionnelle agricole exposée, les BDD Cipa (Compilation des Index phytosanitaires Acta) et son volet toxicologique (CipaTox), élaborées toutes deux par notre équipe ont été utilisées comme référence. Cipa² est une compilation de tous les index phytosanitaires Acta publiés depuis 1961 ; y sont renseignées toutes les SA phytopharmaceutiques homologuées en France depuis cette date. CipaTox, a été élaborée dans l'objectif de documenter pour chaque PPP homologué en France depuis 1961 les effets connus ou suspectés qu'il produit sur la santé humaine.

La méthode retenue pour constituer la BDD CipaTox repose sur une recherche documentaire pour chaque SA afin d'identifier un seuil de danger appelé valeur toxicologique de référence (VTR). La VTR est un indice toxicologique qui permet, par comparaison avec l'exposition, de qualifier ou de quantifier un risque pour la santé humaine (18). C'est la concentration d'un polluant en dessous de laquelle n'apparaissent pas d'effets sur la santé. L'effet sanitaire renseigné dans la base de données CipaTox est celui duquel protège la VTR, c'est-à-dire le premier effet sanitaire qui apparaît à une concentration immédiatement supérieure à la VTR. Cela ne signifie pas l'absence d'autres effets sanitaires à une concentration plus élevée (potentiellement existantes chez les travailleurs agricoles). Nous avons fait le choix de prendre en compte dans la base CipaTox une VTR long terme et ce quelle que soit la voie d'exposition. Or, beaucoup de VTR ont été établies pour la voie orale pour des protocoles de validation des seuils de résidus de PPP présents dans les aliments. Cette voie d'exposition n'est pas la plus pertinente pour le travailleur principalement exposé à de plus fortes doses par voie cutanée et par inhalation. Cependant, cette approximation reste valable du fait que les effets considérés sont systémiques et non locaux c'est-à-dire qu'ils surviennent à un endroit éloigné du point de contact initial ; ils sont produits après une exposition répétée à la substance et son passage dans la circulation sanguine. Ainsi, seule la toxicité chronique a été investie dans CipaTox, c'est-à-dire celle résultant de l'exposition prolongée à plus ou moins faible dose à un xénobiotique toxique dont les effets néfastes ne se feront sentir que quelques mois à quelques années voire dizaines d'années plus tard. Pour les effets sans seuil comme le cancer, CipaTox s'est basée sur les classements réglementaires de l'Union Européenne ainsi que ceux du Circ et de l'US-EPA. Pour les effets perturbateurs endocriniens, la même démarche basée sur l'existence d'une VTR a été suivie, elle a de plus été additionnée de la prise en compte d'une liste de substances prioritaires établie au niveau Européen pour leur forte suspicion d'agir sur le système hormonal (19,20). Il est à noter qu'une substance peut avoir plusieurs effets

² <http://matphyto.acta-informatique.fr/Accueil>

toxiques documentés dans la BDD. Ainsi, CipaTox décrit les effets cancérogènes, mutagènes-génotoxiques, reprotoxiques (CMR), respiratoires, immunotoxiques, neurotoxiques, cardiotoxiques, hépatotoxiques, néphrotoxiques, hématotoxiques et de perturbations endocriniennes (PE). Dans cette étude, nous avons fait le choix de limiter notre analyse aux effets CMR et PE.

Les informations sont issues d'une recherche bibliographique pour identifier les monographies publiées par des organismes connus et reconnus. Ce sont :

- des organismes français (Anses, INRS) ;
- des organismes européens (Journal officiel de la Communauté européenne, Agence européenne des substances chimiques - ECHA),
- des organismes internationaux (Centre international de recherche sur le cancer - Circ/OMS, Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization - FAO), Agence américaine de protection de l'environnement (US EPA), Agency for Toxic Substances and Disease Registry (USA-ATSDR), National Institute of Public Health and the Environment (RIVM - Pays-Bas), Santé Canada, l'Office of Environmental Health Hazard Assessment - OEHHA), etc.

2.3.1 Effets cancérogènes

Le lien entre exposition à une SA et la survenue éventuelle d'un cancer est documenté partir de trois sources : l'UE, le Circ et l'US-EPA. Chacune de ces organisations propose sa propre classification, avec parfois plusieurs dénominations coexistantes. Le Tableau 1 fait la synthèse de ces trois différentes classifications et leur correspondance selon les différents niveaux de preuve. Dans notre étude, seuls les effets cancérogènes classés comme avérés, supposés ou suspectés sont considérés. Nous les avons regroupés dans une catégorie appelée « cancérogènes probables », dénomination que nous utiliserons dans la suite de ce document. En cas de discordance entre les classements des trois organisations, pour la même substance, nous avons appliqué un principe du pire cas (*worst case*), c'est-à-dire qu'il suffit qu'une des sources classe une SA en « cancérogène avéré/supposé/suspecté » pour qu'il soit considéré dans notre étude comme cancérogène probable.

I TABLEAU 1 I

Correspondance entre les trois classes de cancérogénicité de la base CipaTox et les classements de l'UE, du Circ et de l'US-EPA

Classification utilisée dans notre étude	Classification des effets cancérogènes selon le niveau de preuve	Classification de l'UE	Classification du Circ	Classification de l'US EPA
Cancérogènes probables	Avérés	Catégorie 1A : substances dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est avéré	Groupe 1 : agent cancérogène (parfois appelé cancérogène avéré ou cancérogène certain).	<i>À partir de 2005</i> : Carcinogenic to humans <i>Avant 2005</i> : Catégorie A : cancérogène humain
	Supposés	Catégorie 1B : substances dont le potentiel cancérone pour l'être humain est supposé	Groupe 2A : agent probablement cancérone	<i>À partir de 2005</i> : Likely to be carcinogenic to humans <i>Avant 2005</i> : Catégorie B : cancérone humain probable Catégorie B1 : les preuves apportées par les données épidémiologiques sont limitées. Catégorie B2 : les preuves apportées par les données épidémiologiques sont inadéquates ou inexistantes. Cependant, les preuves apportées par les études chez l'animal sont suffisantes
	Suspectés	Catégorie 2 : substances suspectées d'être cancérone pour l'homme	Groupe 2B : agent peut-être cancérone (parfois appelé cancérone possible)	<i>À partir de 2005</i> : Suggestive evidence of carcinogenic potential <i>Avant 2005</i> : Catégorie C : cancérone humain possible
Cancérone peu probables	Peu probables	-	Groupe 3 : agent inclassable quant à sa cancérone Groupe 4 : agent probablement pas cancérone	<i>À partir de 2005</i> : Inadequate information to assess carcinogenicpotential / not likely to be carcinogenic to humans <i>Avant 2005</i> : Catégorie D : inclassable concernant la cancérone humaine / Catégorie E : non cancérone pour l'humain
Néant	Non évalués	-	-	-

2.3.2 Effets mutagènes-génotoxiques et reprotoxiques

Ces effets sont renseignés selon le classement réglementaire de l'UE (règlement CLP, CE n°1272/2008) en vigueur depuis 2008 en remplacement des directives 67/548/CEE et 1999/45/CE modifiées. Des éléments d'explications du règlement CLP sont fournis dans le Tableau 2. Par ailleurs, les effets reprotoxiques peuvent également être renseignés si une VTR les concernant est retrouvée. Ces différentes sources sont compilées afin d'obtenir une classification en « oui » ou en « néant » en appliquant le principe du pire cas possible. Une substance est classée « oui » à partir du moment où elle est classée 1 (A ou B) et/ou quand une VTR avec un effet critique mutagène-génotoxique ou reprotoxique est retrouvée. La catégorie « néant » concerne les molécules pour lesquelles on ne peut pas conclure sur les propriétés mutagènes-génotoxiques ou reprotoxiques car elles n'ont fait l'objet d'aucune classification par les sources de données utilisées. Notons que l'effet mutagène-génotoxique ne fait pas l'objet de VTR.

I TABLEAU 2 I

Classification des substances mutagènes-génotoxiques et reprotoxiques selon la directive CE n°1272/2008

Groupe		Effets mutagènes-génotoxiques	Effets reprotoxiques
1A	Description	Mutagène avéré pour l'être humain	Reprotoxique avéré
	Bases scientifiques	Études épidémiologiques humaines	Études humaines
1B	Description	Mutagène considéré pour l'être humain	Reprotoxique présumé
	Bases scientifiques	Essais <i>in vivo</i> sur cellules germinales mammifères	Études animales transposables à l'homme
2	Description	Mutagène suspecté pour l'être humain	Reprotoxique suspecté
	Bases scientifiques	Essais <i>in vivo</i> sur cellules somatiques/essais <i>in vitro</i>	Études humaines et/ou animales non probantes

2.3.3 Perturbation endocrinienne

La définition la plus communément admise des perturbateurs endocriniens est celle élaborée par l'OMS (21) en 2002 : « les perturbateurs endocriniens sont des substances chimiques d'origine naturelle ou artificielle étrangères à l'organisme qui peuvent interférer avec le fonctionnement du système endocrinien et induire ainsi des effets délétères sur cet organisme ou sur ses descendants ».

À l'heure actuelle, les perturbateurs endocriniens ne font l'objet d'aucune classification réglementaire, seule une liste non exhaustive a été établie par l'UE. Il s'agit d'une première étape de priorisation. La liste UE regroupe les « substances dont le rôle en tant que perturbateurs endocriniens est à évaluer prioritairement » (18), d'après divers organismes et/ou la littérature scientifique ; les critères de sélection sont notamment : la persistante dans l'environnement et la production en grand volume (> 1000 tonnes par an). Pour compléter cette liste européenne, nous avons recherché l'existence d'une VTR pour l'effet perturbateur endocrinien auprès de différentes bases de données toxicologiques (Furetox, Toxnet). Ces deux sources (liste européenne et existence de VTR dans les bases de toxicologie) ont été compilées et un classement en « oui » ou en « néant » a été effectué pour l'ensemble des substances actives, en appliquant également, en cas de discordance, le principe du pire cas possible. Cette compilation des données ne correspond pas à une expertise collective (au sens de la charte de l'expertise), mais est une organisation des connaissances et informations disponibles nous permettant de répondre à nos problématiques de surveillance des expositions des travailleurs agricoles et de leur santé. Ces données n'ont pas de valeurs réglementaires.

2.4 Calculs des prévalences d'exposition

Les probabilités d'usage des PPP dans les exploitations de bananes exportées sont renseignées par la MCE banane aux Antilles ; elles sont considérées comme une approximation des prévalences d'exposition aux PPP des personnes travaillant au sein de ces exploitations bananières. Ainsi, si 20% des exploitations de bananes exportées utilisent un PPP à un temps donné (d'après la MCE) nous considérons que la prévalence de l'exposition à ce PPP parmi la population des travailleurs agricoles des exploitations de bananes exportées est de 20%.

Pour calculer les effectifs d'exposés aux PPP correspondants, nous avons multiplié les prévalences (approchées par les probabilités d'usage des PPP) par les effectifs des deux populations de travailleurs agricoles de la banane exportée pour lesquelles nous disposons de données sociodémographiques robustes dans le recensement agricole : la MOF et la MOS. La méthode de calcul des effectifs exposés (EE-x) aux différents PPP au sein des exploitations de bananes exportées est la suivante :

$$EE-x = ET-banane-x * PU-banane-x$$

EE-x = effectif des travailleurs exposés présents au sein des exploitations de bananes exportées l'année X

ET-banane-x = effectif total des travailleurs des exploitations de bananes exportées l'année X (d'après le RA)

PU-banane-x = probabilité d'usage des PPP dans les exploitations de bananes exportées l'année X (d'après la MCE)

3. RÉSULTATS

Cette partie présente les résultats de l'exploitation des trois BDD utilisées : le RA, la MCE banane et CipaTox. La dernière partie décrira l'intérêt de combiner ces trois bases, pour arriver à des résultats innovants décrivant le continuum entre la population exposée, les SA utilisées et leurs toxicités.

Tous les résultats présentés, sauf mention contraire, concernent les exploitations cultivant de la banane dessert pour l'exportation sélectionnées selon notre méthode. Elles représentent 60 % de l'ensemble des exploitations déclarant cultiver des bananes dessert et 96 % de la surface cultivée en banane dessert.

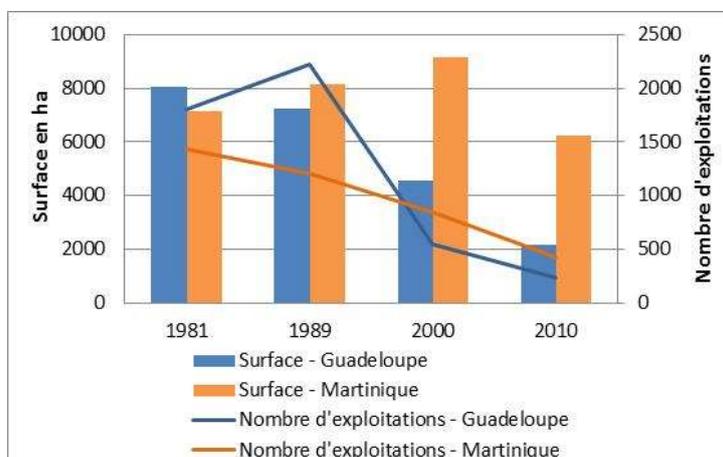
3.1 Les caractéristiques de la main d'œuvre familiale et de la main d'œuvre salariée des exploitations de banane export

En Guadeloupe, le nombre d'exploitations cultivant de la banane export a fortement diminué entre 1989 et 2010 (-89 %), tandis que les surfaces cultivées de banane ont diminué progressivement dès 1981 : -73 % (Figure 1). En Martinique, la baisse du nombre d'exploitations est progressive et continue entre 1981 et 2010 (-70 %), et la diminution des surfaces cultivées de banane n'apparaît qu'à partir de 2000 (-32 % entre 2000 et 2010). Parallèlement, pour les deux îles, les surfaces moyennes de banane par exploitation ont augmenté passant de 4,46 ha/4,97 ha (Guadeloupe/Martinique) en 1981 à 9,19 ha/14,52 ha en 2010. Par ailleurs, en moyenne sur les quatre RA, la part de la surface de banane représente 81 % de la surface agricole utilisée (SAU) de ces exploitations.

La diminution du nombre d'exploitations cultivant de la banane et de leur surface entre 1981 et 2010 suit le schéma de la totalité des exploitations recensées aux Antilles puisque le nombre total d'exploitations recensées a diminué de 70 % entre 1981 et 2010 (de 37 176 exploitations à 11 074), et les surfaces agricoles utilisées ont diminué de 42 % (de 98 737 ha à 56 776 ha).

I FIGURE 1 I

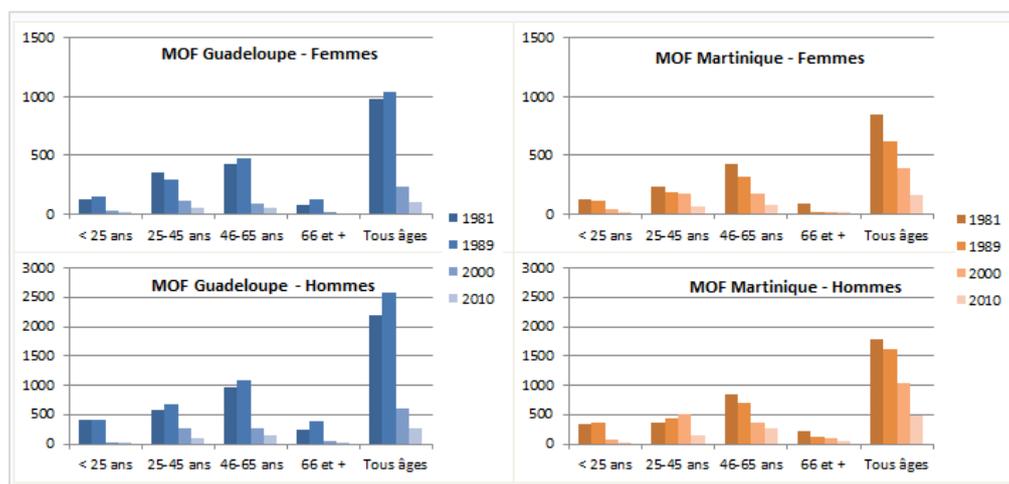
Nombre d'exploitations de banane export et surfaces de banane en hectares, en Guadeloupe et en Martinique, en 1981, 1989, 2000 et 2010
(Source : Agreste et données bibliographiques, cf. Annexe 2)



Concernant la main d'œuvre familiale (MOF) (Figure 2) travaillant dans les exploitations bananières et donc potentiellement exposée aux PPP utilisés sur cette culture, soit les chefs d'exploitations et les membres de leur famille travaillant sur l'exploitation, les effectifs ont fortement diminué aux Antilles entre 1981 et 2010, passant de 5 785 à 1 018 personnes (-82 %). Cette évolution des effectifs suit celle du nombre d'exploitations. Ainsi, en Guadeloupe, après une augmentation entre 1981 et 1989 (+15 %), les effectifs ont été en nette baisse quel que soit le sexe (-90 %) entre 1989 et 2010. Concernant la Martinique, la diminution est progressive entre 1981 et 2010 quel que soit le sexe (-75 %). La pyramide des âges s'est recentrée : les moins de 25 ans et les plus de 66 ans ne sont presque plus représentés dès les années 2000. La proportion de femmes a légèrement diminué entre 1981 et 2010, passant de 31 % à 25 % pour les deux îles confondues. Enfin, concernant le statut de la MOF, l'effectif est à 60 % composé de chefs d'exploitation.

I FIGURE 2 I

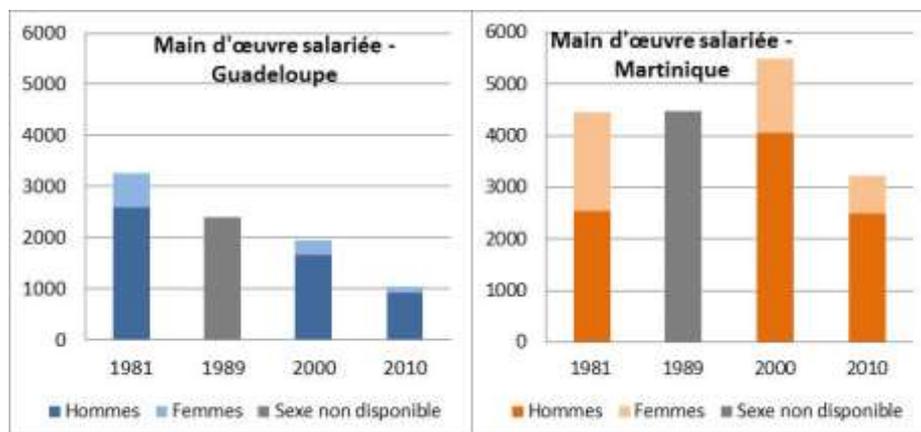
Effectifs de la main d'œuvre familiale des exploitations de banane export par âge et par sexe en Guadeloupe et Martinique en 1981, 1989, 2000 et 2010



Concernant la main d'œuvre salariée (MOS) (Figure 3), soit les salariés permanents non familiaux travaillant dans les exploitations bananières, l'évolution des effectifs montre une diminution progressive en Guadeloupe de 1981 à 2010, passant de 3 268 à 1 039 travailleurs (-68 %). Pour la Martinique, la main d'œuvre salariée augmente entre 1981 et 2000 (de 4 451 à 5 502, soit +24 %) puis diminue entre 2000 et 2010 passant de 5 502 à 3 213, soit -42 %. La proportion moyenne de femmes, sur les années 1981, 2000 et 2010 est de 17 % pour la Guadeloupe et 31 % pour la Martinique (données non disponibles en 1989). Il n'y a pas de donnée par âge pour la MOS. A noter que l'évolution des effectifs de la MOS suit la même dynamique que l'évolution des surfaces consacrées à la banane dessert (Figure 1).

I FIGURE 3 I

Effectifs de la main d'œuvre salariée permanente des exploitations de banane export par sexe en Guadeloupe et Martinique en 1981, 1989, 2000 et 2010



Le Tableau 3 présente les effectifs de la main d'œuvre permanente totale (MOF + MOS). Notons que la main d'œuvre permanente sur les exploitations a continuellement diminué entre 1981 et 2010, de 13 504 à 5 270 pour les deux îles réunies (-61 %). La structure de la population a également évolué, puisque la part de la MOF a fortement baissé à partir de 2000 (46 % en 1989 et 19 % en 2010).

I TABLEAU 3 I

Main d'œuvre permanente totale (MOF et MOS) des exploitations cultivant de la banane dessert en Guadeloupe et Martinique, de 1981 à 2010

	Guadeloupe			Martinique			Total		
	MOF	MOS	Total	MOF	MOS	Total	MOF	MOS	Total
1981	3158	3268	6426	2627	4451	7078	5785	7719	13504
1989	3623	2410	6033	2229	4473	6702	5852	6883	12735
2000	829	1943	2772	1421	5502	6923	2250	7445	9695
2010	375	1039	1414	643	3213	3856	1018	4252	5270

Le temps d'activité de la main d'œuvre est également disponible dans les RA. La proportion de la main d'œuvre permanente en temps partiel a diminué au cours du temps. Elle est de 52 % en 1981 et 13 % en 2010. Ce qui signifie que la majeure partie des salariés agricoles de la banane travaillent à temps plein en 2010.

Les activités partielles sont susceptibles d'engendrer des doublons dans le comptage des effectifs de la main d'œuvre familiale (MOF) et de la main d'œuvre salariée permanente non familiale (MOS). En effet, un même individu peut être compté deux fois dans la MOS ou la MOF, ou bien à la fois dans la MOF et la MOS. Par exemple, un individu peut être recensé en tant que MOF à mi-temps et avoir une activité en tant que MOS à mi-temps dans une autre exploitation. De même, il peut être considéré comme MOF dans deux exploitations différentes (chef d'exploitation dans l'une et fils du chef d'exploitation dans une autre). Toutefois, il n'est pas possible, parmi les individus retenus dans notre étude, de connaître le type d'exploitation agricole dans laquelle ils exercent leur autre activité (bananière ou non). La description de la

MOF dans les RA permet de savoir, pour les membres de la famille travaillant dans l'exploitation familiale, si leur seconde activité est liée à une activité agricole ou non. Ce n'est pas le cas pour la MOS dont on ne connaît que le temps de travail effectué au sein de l'exploitation agricole.

Toutefois, nous avons estimé un risque maximum de doublons en faisant l'hypothèse qu'il s'agit uniquement de doubles activités dans des exploitations bananières. Ce risque maximum est compris, pour les quatre RA en Guadeloupe et Martinique, entre 6,3 % et 9,4 % pour la MOF et entre 1,2 % et 11,9 % pour la MOS. La méthode de calcul de ce risque de doublons est expliquée dans l'Annexe 1 détaillant les données disponibles dans les RA DOM.

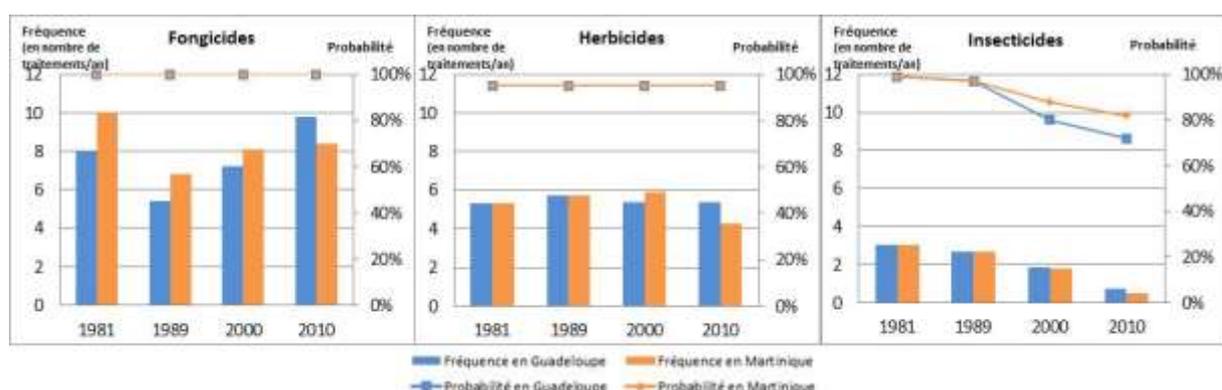
3.2 Les expositions aux produits phytopharmaceutiques dans les bananeraies antillaises : la MCE banane

Aux Antilles, la culture de la banane reçoit de nombreux traitements PPP à cause d'un fort taux d'enherbement et d'une pression en maladies et ravageurs élevée due aux conditions tropicales humides et chaudes. Les bananeraies reçoivent ainsi des traitements herbicides, fongicides et insecticides tout au long de l'année. La MCE banane est décrite de manière détaillée dans son guide technique (12).

Le croisement de la matrice banane avec les RA permet l'estimation des prévalences d'exposition aux PPP utilisés chez les travailleurs agricoles de la banane. La probabilité d'utilisation (prévalence d'exposition) et la fréquence d'utilisation (nombre de traitements annuel) des familles chimiques appliquées en bananeraies sont décrites dans ce document pour les quatre recensements de 1981, 1989, 2000 et 2010. Chaque groupe de traitement de la MCE banane est décrit sur la Figure 4 ci-dessous. Les traitements fongicides après récolte (sur les fruits) sont exclus du graphique sur les fongicides du fait de leur spécificité. Les traitements par groupe sont distingués par région uniquement à partir du RA 2000 pour les insecticides et herbicides, et dès le RA 1981 pour les traitements fongicides contre les cercosporioses. Cette distinction entre les deux territoires a été réalisée lorsque l'information dont nous disposions était suffisante. En effet, tous les PPP ne sont pas utilisés de la même manière entre les deux îles. Par exemple, l'apparition de résistances à des PPP peut arriver de façon différée selon la zone et les pratiques culturales.

I FIGURE 4 I

Probabilité et fréquence d'utilisation des fongicides, herbicides et insecticides par les exploitations de bananes export au cours des quatre années du recensement agricole (1981, 1989, 2000 et 2010) en Guadeloupe et Martinique



Au cours des quatre années du RA, toutes les exploitations bananières ont utilisé au moins un PPP appartenant au groupe des fongicides ; cependant la fréquence de traitement est variable au cours du temps et entre les deux îles. En 2010, la fréquence est de 9,8 traitements par an en Guadeloupe et 8,4 en Martinique. De même, 95 % des exploitations ont utilisé des herbicides au cours des quatre années du RA avec une fréquence autour de 5 traitements annuels ; en 2010 la fréquence est de 5,4 en Guadeloupe et 4,3 en Martinique. La prévalence d'exposition aux insecticides des travailleurs agricoles présents dans les exploitations bananières a diminué au cours du temps, passant de 100 % avec une fréquence de 3 traitements annuels en 1981, à 72 % en Guadeloupe et 82 % en Martinique avec des fréquences respectives de 0,8 et 0,5 traitements annuels en 2010.

De par les conditions climatiques, les méthodes de cultures et la nécessité d'assurer la qualité et la commercialisation des fruits, les traitements phytopharmaceutiques sont systématiques en culture de banane export aux Antilles, à l'exception des traitements insecticides dont l'usage est en baisse constante. Les prévalences d'exposition des travailleurs agricoles pour ces groupes de produits sont donc élevées et atteignent ou approchent régulièrement 100 %. A l'intérieur de chacun de ces groupes, cependant, des variations très importantes sont constatées sur l'utilisation au cours du temps des différentes familles chimiques et SA.

3.2.1 Les traitements fongicides

En production bananière, les fongicides sont utilisés toute l'année par l'ensemble des exploitations bananières depuis les années 1970. Ils sont appliqués régulièrement au champ en traitement foliaire contre les cercosporioses et en traitement après récolte sur chaque régime de bananes pour garantir la qualité gustative et visuelle après le transport en bateau.

3.2.1.1 Les traitements fongicides appliqués au champ

Lors de ces quatre recensements, les traitements sont réalisés par avion ou hélicoptère par deux sociétés d'intérêt collectif agricole (Sica), la Sica Cercoban en Martinique et le Serviproban en Guadeloupe (il s'agissait de petites équipes de travail réparties sur les deux îles). L'exposition des travailleurs de la banane ne peut cependant pas être considérée comme nulle lors des traitements par aéronefs, notamment lors de la réentrée des travailleurs dans des parcelles traitées ou lors de leur présence à proximité des parcelles traitées. Depuis 2014, les épandages aériens sont interdits sur les deux territoires³ et les traitements sont réalisés par voie terrestre par les travailleurs agricoles avec généralement du matériel à dos présentant de nombreux risques de contamination de l'applicateur. En effet, l'application terrestre vise à pulvériser le produit sous forme de panache pour atteindre le haut du bananier ; ce qui présente des risques accrus d'exposition par inhalation. Ces risques d'exposition sont démultipliés par le fait que dorénavant les travailleurs préparent eux même les bouillies et que le matériel d'épandage individuel n'est pas toujours adapté aux normes de santé et sécurité des travailleurs. Par ailleurs, ce type d'application peut induire une fréquence de traitement plus élevée car il est moins efficace que le traitement par aéronefs.

La Figure 5 présente les deux principales familles chimiques utilisées, les **benzimidazoles** et les **triazoles**, ainsi qu'un adjuvant, l'**huile minérale**, également utilisé comme PPP. Pour chaque famille chimique présentée ci-après, sont indiquées entre parenthèses les années de début et de fin d'utilisation au cours de la période étudiée par la MCE banane soit entre 1960 et 2015.

L'**huile minérale** (1960-2015) est utilisée par l'ensemble des exploitations bananières soit une prévalence d'exposition des travailleurs de 100 %. Cette prévalence n'a pas varié depuis le

³Arrêté du 15 septembre 2014 relatif aux conditions d'épandage par voie aérienne des produits mentionnés à l'article L. 253-8 du code rural et de la pêche maritime.

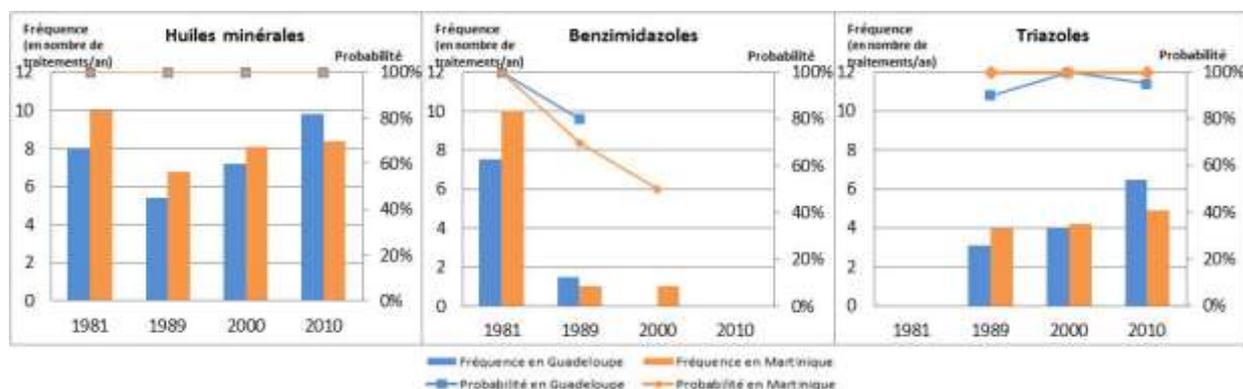
milieu des années 1970. Dès 1975, l'**huile minérale** est systématiquement additionnée aux SA fongicides, ainsi tous les traitements fongicides contre les cercosporioses contiennent de l'huile minérale. Sa fréquence d'utilisation est importante en 1981 avec en moyenne 9 traitements, puis il y a une forte diminution en 1989, avec en moyenne 6 traitements par an. Cette diminution est suivie d'une augmentation continue jusqu'en 2010 avec 9,8 traitements en Guadeloupe et 8,4 en Martinique.

Les **benzimidazoles** (1960-2015) sont les seules SA utilisées en 1981 (en association avec l'huile), la prévalence d'exposition à cette famille est donc de 100 % sur les deux îles avec une fréquence de 7,5 en Guadeloupe et 10 en Martinique. Puis son usage a décliné fortement jusqu'en 2000, où plus aucun exploitant guadeloupéen ne les utilise et seulement 50 % des exploitants martiniquais mais à peine une fois par an.

Les **triazoles** (1982-2015) ne sont pas utilisées en 1981. Entre 1989 et 2010, la prévalence d'exposition à cette famille est comprise entre 90 % et 100 % en Guadeloupe et est de 100 % en Martinique. Les deux principales SA de cette famille chimique sont le propiconazole et le difenoconazole dont l'utilisation a été autorisée jusqu'en 2015. La fréquence de traitement en triazoles a augmenté entre 1989 et 2010, passant de 3,1 à 6,5 en Guadeloupe et de 4 à 4,9 en Martinique. Au cours des années 1990, les triazoles ont substitué les benzimidazoles.

I FIGURE 5 I

Probabilité et fréquence d'utilisation de l'huile minérale, des benzimidazoles et des triazoles (familles chimiques à usage fongicide contre les cercosporioses) par les exploitations de bananes export, au cours des quatre années du recensement agricole (1981, 1989, 2000 et 2010) en Guadeloupe et Martinique



3.2.1.2 Les traitements fongicides appliqués après récolte

Des traitements fongicides après récolte sont réalisés systématiquement par l'ensemble des exploitations bananières depuis les années 1970 sur les bananes récoltées afin d'assurer la qualité et la commercialisation de la production. En effet, chaque régime de banane reçoit le jour de sa récolte un traitement fongicide avant l'exportation. Les exploitations récoltent en moyenne un régime de banane par pied de bananier par an et la récolte a lieu tout au long de l'année. En fonction du niveau de production de la bananeraie et donc de la fréquence de récolte, les traitements des régimes peuvent être réalisés de plusieurs jours par semaine à uniquement une fois toutes les deux semaines au cours de l'année. Ainsi, les travailleurs effectuant le conditionnement et le traitement des régimes de bananes forment une équipe de travailleurs spécialisés dans ces tâches et ils sont exposés à des fongicides de manière quasiment quotidienne à bimensuelle. Auparavant ces traitements étaient réalisés par

tapotage du coussinet, par trempage ou par pulvérisation avec du matériel à dos. Aujourd'hui, le traitement fongique se fait généralement par un passage sous une lame d'eau ou par aspersion dans un tunnel limitant l'exposition par contact direct. Les trois principales substances utilisées sont le thiabendazole (utilisé de 1971 à 2015, famille des **benzimidazoles**), l'imazalil (utilisé de 1986 à 2015, famille des **imidazoles**) et le bitertanol (utilisé de 1991 à 2011, famille des **triazoles**).

3.2.2 Les traitements herbicides

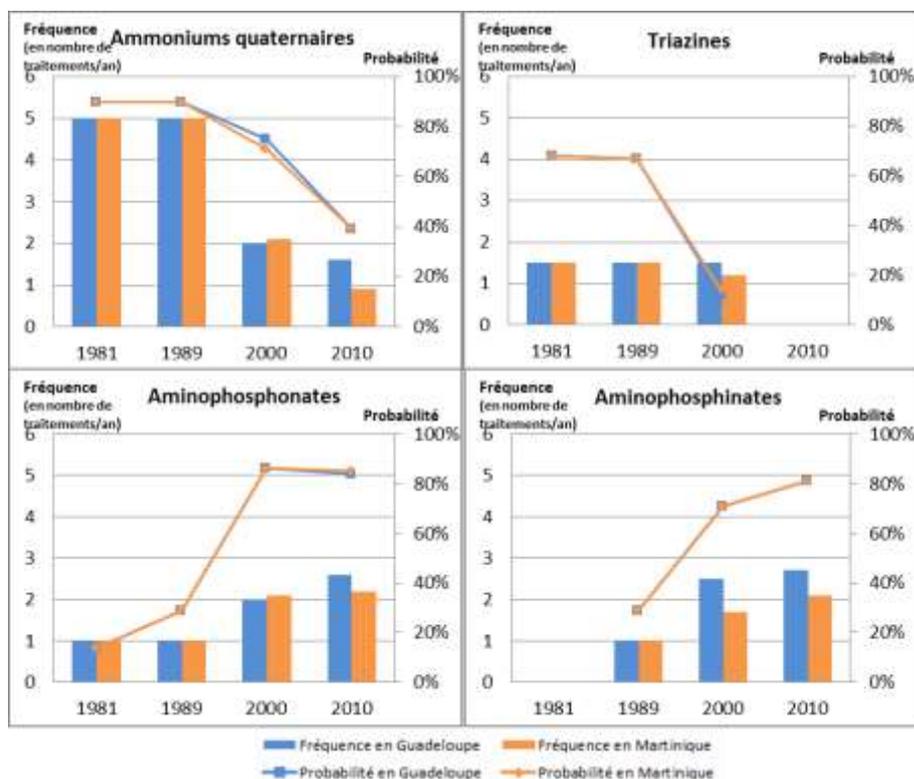
Les traitements herbicides sont majoritairement réalisés par les travailleurs agricoles de la banane avec du matériel de pulvérisation à dos. La prévalence de l'exposition aux herbicides dans les bananeraies aux Antilles est restée stable sur 35 ans et atteint 95 % sur les deux îles. En effet, les herbicides sont largement utilisés par les travailleurs agricoles de la banane tout au long de l'année pour gérer l'enherbement continu des parcelles.

La Figure 6 présente les quatre principales familles chimiques herbicides utilisées : les **triazines**, les **aminophosphinates**, les **aminophosphonates** et les **ammoniums quaternaires**. Chaque traitement herbicide est généralement composé d'un mélange de plusieurs SA herbicides pouvant appartenir à plusieurs familles chimiques. Pour chaque famille chimique présentée ci-après, sont indiquées entre parenthèses les années de début et de fin d'utilisation au cours de la période étudiée par la MCE banane soit entre 1960 et 2014.

La prévalence de l'exposition aux **ammoniums quaternaires** (1960-2014) des travailleurs agricoles de la banane est de 90 % en 1981 et 1989, il s'agit des principaux herbicides appliqués jusqu'aux années 1990. Ensuite, ce taux diminue jusqu'à 39 % en 2010, et la fréquence annuelle de traitement passe de 5 en 1981 et 1989, à moins de 2 en 2010. La prévalence d'exposition des travailleurs agricoles aux **triazines** (1964-2003) est proche de 70 % en 1981 et 1989, puis tout comme observé précédemment, elle chute à moins de 15 % en 2000 et il est nul en 2010. La fréquence est autour de 1,5 traitements par an. Les ammoniums quaternaires et les triazines ont été progressivement remplacés par les aminophosphonates et les aminophosphinates. Dans la famille chimique des **aminophosphonates** (1974-2014), seul le glyphosate est utilisé. La prévalence de l'exposition des travailleurs agricoles à ce PPP a fortement augmenté, de 14 % en 1981 à 85 % en 2010. Sa fréquence a également augmenté, de 1 traitement par an en 1981 à plus de 2 en 2010. Dans la famille chimique des **aminophosphinates** (1985-2014), seul le glufosinate d'ammonium est utilisé. La prévalence d'exposition à cette SA est nulle en 1981, puis augmente fortement passant de 29 % en 1989 à 81 % en 2010. Sa fréquence a également augmenté, de 1 traitement par an en 1981 à plus de 2 en 2010.

I FIGURE 6 I

Probabilité et fréquence d'utilisation des ammoniums quaternaires, des triazines, des aminophosphonates et des aminophosphinates (familles chimiques à usage herbicide) par les exploitations de bananes export, au cours des quatre années du recensement agricole (1981, 1989, 2000 et 2010) en Guadeloupe et Martinique



3.2.3 Les traitements insecticides

En bananeraie, il existe deux types de ravageurs pour lesquels des traitements insecticides sont réalisés. Le premier concerne les insectes du sol affectant la partie souterraine du bananier. Le deuxième concerne les insectes de la partie aérienne du bananier. Les résultats présentés dans ce document concernent l'ensemble de ces traitements insecticides sans distinction. Les traitements insecticides sont généralement effectués manuellement ou avec du matériel à dos, et les substances sont fréquemment sous forme de poudres volatiles ou de granulés.

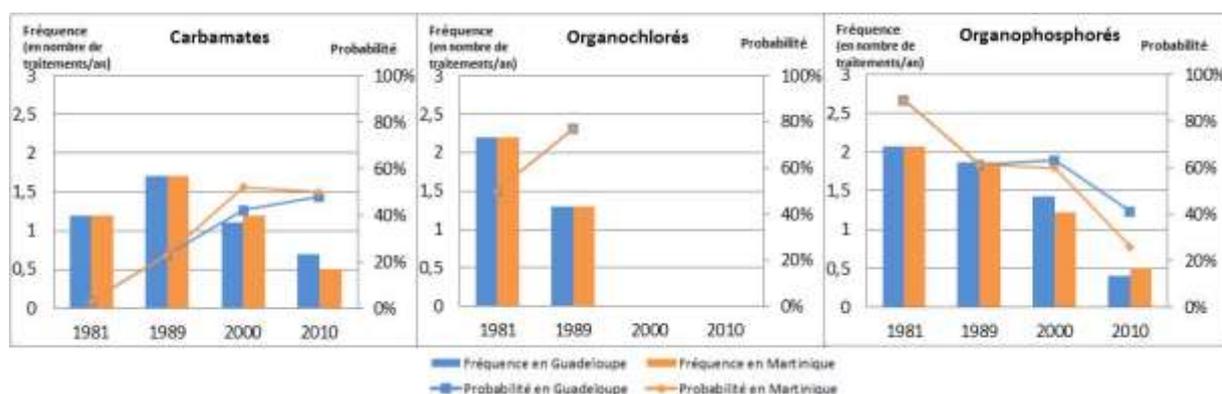
La Figure 7 présente les trois principales familles chimiques insecticides utilisées : les **carbamates**, les **organochlorés** et les **organophosphorés**. Pour chaque famille chimique présentée ci-après, sont indiquées entre parenthèses les années de début et de fin d'utilisation au cours de la période étudiée par la MCE banane soit entre 1960 et 2015.

La prévalence de l'exposition des travailleurs agricoles aux **carbamates** (1960-2015) est très faible en 1981 (moins de 5 %), puis augmente progressivement pour atteindre 52 % en 2000 en Martinique et 48 % en 2010 en Guadeloupe. Les fréquences de traitement varient entre 0,5 et 1,7. Les **organochlorés** (1960-1993) ont une prévalence d'exposition des travailleurs qui augmente entre le RA de 1981 (50 %) et le RA de 1989 (77 %). La relative faiblesse de cette prévalence au cours de l'année 1981 s'explique par le fait que l'organochloré le plus utilisé

durant cette période, le chlordécone, était indisponible sur le marché entre 1979 et 1981. Seuls, des reliquats de stocks ont pu être utilisés. Ainsi, la prévalence d'exposition au chlordécone est estimée à 10 % en 1981, année du recensement prise en compte dans notre étude, alors qu'il est de 80 % entre la fin des années 70 et le milieu des années 80. Inversement, la fréquence de traitement de cette famille chimique a diminué entre 1981 et 1989, passant de 2,2 à 1,3 traitements annuels. Lors des recensements de 2000 et 2010, aucun organochloré n'est homologué en bananeraies et la prévalence d'exposition est nulle. Les **organophosphorés** (1974-2015) sont utilisés lors des quatre recensements, et une substance de cette famille (le fosthiazate) est encore utilisée en 2015. La prévalence d'exposition à cette SA a fortement chuté, de 89 % en 1981 en global aux Antilles à 41 % en 2010 en Guadeloupe et 26 % en Martinique. De même, la fréquence de traitement est passée de 2,1 aux Antilles en 1981 à 0,4 en Guadeloupe et 0,5 en Martinique en 2010.

I FIGURE 7 I

Probabilité et fréquence d'utilisation des carbamates, des organochlorés et des organophosphorés (familles chimiques à usage insecticide) par les exploitations de bananes export, au cours des quatre années du recensement agricole (1981, 1989, 2000 et 2010) en Guadeloupe et Martinique



3.3 Étude des effets sanitaires des substances actives utilisées

Pour rappel, seuls les effets cancérigènes, reprotoxiques, mutagènes-génotoxiques et les perturbations endocriniennes sont étudiés. Les SA utilisées en bananeraies peuvent avoir d'autres effets sur la santé, tels que des effets respiratoires, neurotoxiques, etc., mais ils ne sont pas renseignés dans cette étude. Les SA appliquées en bananeraies sont utilisées à la fois en Guadeloupe et en Martinique (à l'exception du fluzilazole et de la cycloxydime), aussi la description des effets sanitaires des substances n'est pas distinguée entre les deux îles.

3.3.1 Généralités sur les effets sanitaires dans l'ensemble de la MCE banane

Dans la MCE banane aux Antilles, 62 SA sont décrites. Cependant, pour l'analyse des effets sanitaires, 3 substances ont été exclues : l'huile minérale, le *bacillus subtilis* et la perméthrine.

L'huile minérale, utilisée de 1960 à 2015, est un adjuvant qui améliore l'efficacité des produits phytopharmaceutiques fongicides auxquels elle est ajoutée ; elle est aussi utilisée seule pour ses propriétés fongistatiques. Elle a une composition complexe, variable au cours du temps et difficile à déterminer. L'huile minérale peut être composée d'impuretés sous forme de benzène (22) et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (23), substances classées cancérigènes certains (groupe 1) par le Circ (24,25). Cependant, si l'historique complet du

raffinage de l'huile est connu et permet d'exclure la présence de ces substances (HAP et benzène), alors l'huile ne présente *a priori* pas de risque cancérogène. En l'absence de connaissance précise de la composition de l'huile au cours du temps et bien qu'elle soit encore utilisée aujourd'hui dans les bananeraies, nous avons exclu ce produit de notre analyse.

Le ***bacillus subtilis*** est une bactérie utilisée comme moyen biologique et dont les éventuels effets néfastes sur la santé humaine n'ont pas été étudiés.

La **perméthrine** est une SA entrant dans la réglementation 528/2012 CE des biocides, ce n'est donc pas un produit phytopharmaceutique au sens du règlement 1107/2009 CE car cette substance est utilisée dans un objectif de protection des travailleurs (pour éviter des piqûres de fourmis) et non pas dans un objectif de protection des cultures. Aux Antilles, cette substance est appliquée au pied des bananiers envahis de fourmis. Classée comme cancérogène probable pour l'homme par l'US-EPA, la perméthrine est utilisée de 2009 à 2015 par environ 10 % des travailleurs agricoles de la banane à une fréquence faible de 0,1 traitement par an. Elle a été interdite en bananeraies fin 2016.

Parmi les 59 SA analysées et utilisées entre 1960 et 2015, nous avons recensé 24 cancérogènes probables (avérés, supposés ou suspectés), dont 10 insecticides appliqués manuellement ou avec du matériel à dos, 9 fongicides appliqués principalement par voie aérienne (avion ou hélicoptère) et 5 herbicides appliqués avec du matériel à dos. Les localisations les plus fréquentes de ces substances cancérogènes sont les organes digestifs (12 SA), les glandes endocrines (5 SA), les organes lymphoïdes, hématopoïétiques et tissus associés (5 SA) et les organes respiratoires (4 SA). Certaines substances cancérogènes ont plusieurs cibles.

La base CipaTox ne met pas en évidence des effets CMR et PE pour 19 des substances utilisées.

Enfin, 16 SA utilisées en bananeraies ne sont pas concernées par les quatre années des RA prises en compte pour nos analyses, soit parce qu'elles ont été utilisées avant 1981 (10 SA), soit après 2010 (3 SA) ou soit seulement quelques années entre 1981 et 2010 (3 SA).

Par ailleurs, le Circ a classé l'application et/ou la pulvérisation professionnelle d'insecticides non arsenicaux comme cancérogènes possibles pour l'homme (2A)(26). Dans la suite du document, nous ne nous intéresserons qu'aux effets sanitaires de chacune des SA prises individuellement. Nous ne prendrons donc pas en compte ce classement du Circ qui concerne l'ensemble des insecticides qui ont été présentés précédemment dans la partie 2.3.

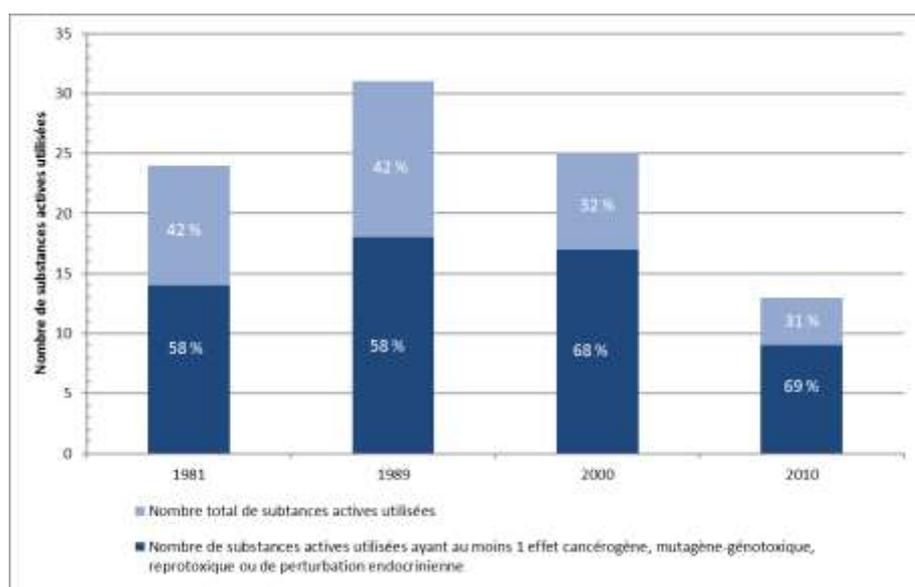
3.3.2 Effets sanitaires des substances actives utilisées en bananeraies lors des quatre recensements agricoles

Pour chacune des SA, les quatre effets sanitaires retenus (cancérogène, mutagène-génotoxique, reprotoxique (CMR) et perturbateur endocrinien (PE)) sont étudiés.

La Figure 8 synthétise l'ensemble de ces effets sanitaires étudiés pour les quatre années des recensements agricoles retenus : 1981, 1989, 2000 et 2010. Le recensement 1989 est marqué par l'usage du plus grand nombre de SA, soit 31 substances, dont 18 (58 %) ont au moins un effet sanitaire identifié. Ensuite ce chiffre diminue de manière importante avec seulement 13 substances appliquées dans les exploitations agricoles en 2010, dont 9 (69 %) ont au moins un effet sanitaire identifié (CMR + PE). Ces quatre effets sanitaires sont décrits plus précisément ci-après.

I FIGURE 8 I

Nombre de substances actives avec ou sans effets cancérogène, mutagène-génotoxique, reprotoxique ou de perturbation endocrinienne, utilisées pour le traitement des bananeraies aux Antilles en 1981, 1989, 2000 et 2010

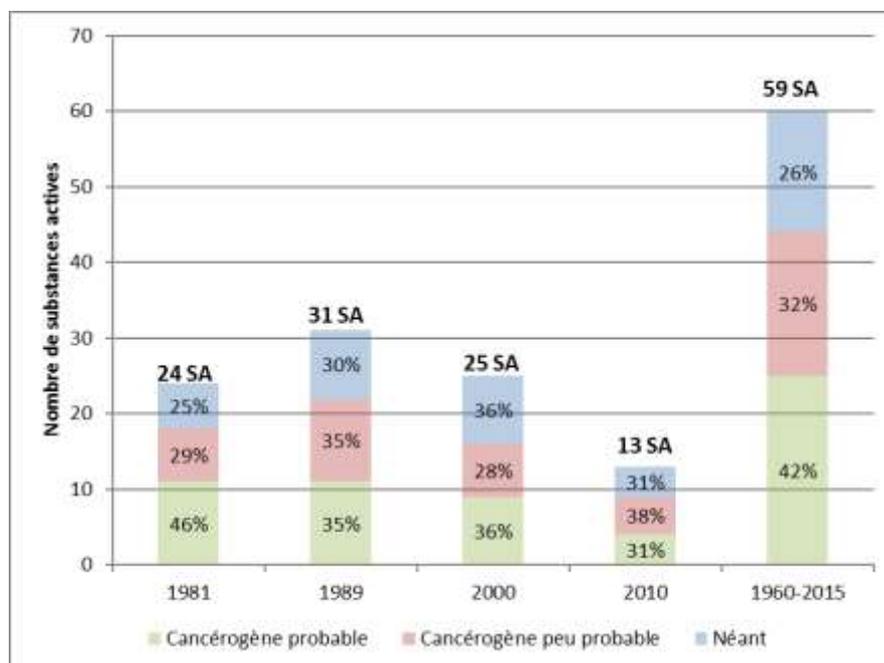


→ Les effets cancérogènes

En 1981 et 1989, les travailleurs agricoles de la banane utilisent 11 substances cancérogènes probables (avérés, supposés ou suspectés), 9 en 2000 et 4 en 2010. Ces substances représentent près de la moitié de l'ensemble des substances en 1981 (46 %) et encore près du tiers en 2010 (31 %). Au cours des quatre RA, les travailleurs de la banane ont pu manipuler 15 SA différentes classées cancérogènes probables selon les critères de notre étude. Parmi ces 15 SA, 6 (40 %) ont pour cible les organes digestifs, 3 (20 %) les organes lymphoïdes, hématopoïétiques et tissus associés. À noter que certaines SA peuvent avoir plusieurs organes cibles. Sur l'ensemble de la période étudiée par la MCE banane soit de 1960 à 2015, 25 SA distinctes cancérogènes probables ont été utilisées.

I FIGURE 9 I

Nombre de substances actives ayant un effet cancérigène probable, un effet cancérigène peu probable ou sans effet connu (néant), utilisées pour le traitement des bananeraies aux Antilles en 1981, 1989, 2000 et 2010 et sur la période 1960-2015



→ Les effets mutagènes-génotoxiques

Seules deux SA ont un effet mutagène-génotoxique identifié : un fongicide (le bénomyl, famille des benzimidazoles, classé 1B par l'UE) et un insecticide (le diazinon, famille des organophosphorés, classé 2A par le Circ). Ces deux substances sont utilisées en 1981, 1989 et 2000, et ne sont plus utilisées en bananeraies depuis 2003 pour le bénomyl et 2008 pour le diazinon.

→ Les effets reprotoxiques

Au total, 16 SA sont classées par la BDD CipaTox comme reprotoxiques au cours des quatre RA étudiés : 4 sont classées 1B par l'UE et 12 font l'objet d'une VTR sur cet effet. On note une diminution au cours du temps de l'usage de PPP ayant un effet reprotoxique. En 1981, 8 substances reprotoxiques sont utilisées en production bananière, puis 11 en 1989, 9 en 2000 mais seulement 5 substances en 2010.

→ La perturbation endocrinienne

Il s'agit de l'effet sanitaire le plus fréquemment identifié dans CipaTox parmi les substances étudiées. Au cours des quatre recensements, entre 42 % et 54 % des substances ont une action connue ou suspectée de perturbation endocrinienne identifiées selon notre méthode (liste de l'UE sur les substances dont le rôle en tant que perturbateurs endocriniens est à évaluer prioritairement + données bibliographiques en toxicologie). Les substances perturbatrices endocriniennes utilisées en production bananière sont au nombre de 11 en 1981, 13 en 1989, 11 en 2000 et 7 en 2010.

3.3.3 Focus sur le recensement agricole de 2010

Au cours de l'année 2010 (date du dernier recensement agricole), les exploitations agricoles ont utilisé 13 SA différentes sur la culture de la banane. Parmi celles-ci, nous avons documenté des effets cancérigènes, reprotoxiques ou de perturbations endocriniennes pour 9 d'entre-elles. Aucune n'est classée réglementairement en tant que mutagène-génotoxique. Les effets sur la santé de ces 13 substances sont décrits dans le Tableau 4.

Nos données révèlent qu'en 2010, parmi les 13 substances utilisées :

- 2 (glyphosate et propiconazole) ont trois effets sanitaires concomitants : perturbation endocrinienne, cancérigénicité et reprotoxicité ;
- 5 sont aussi considérées comme perturbateurs endocriniens potentiels, dont 2 ont également des effets cancérigènes et 1 également des effets reprotoxiques ;
- 2 ont uniquement des effets reprotoxiques (glufosinate d'ammonium et fluazifop-p-butyl) ;
- 4 n'ont aucun effet recensé selon notre méthode.

La prévalence d'exposition des travailleurs agricoles des exploitations cultivant de la banane en 2010 est estimée à plus de 80 % pour 6 des 9 SA ayant des effets sur la santé. Les prévalences d'exposition à au moins une SA cancérigène ou reprotoxique ou perturbatrice endocrinienne sont, pour chacun de ces trois effets, de 100 %.

Cela signifie qu'en 2010, tous les travailleurs de la banane aux Antilles ont été exposés à au moins une substance CMR ou ayant des effets perturbateurs endocriniens.

I TABLEAU 4 I

Liste des 13 substances actives utilisées lors du recensement agricole de 2010 et leurs effets sanitaires associés

Substance active		Effets sur la santé		
Nom	Groupe	Perturbation endocrinienne*	Cancérigénicité	Reprotoxicité
Glyphosate	Herbicide	x	x	x
Propiconazole	Fongicide	x	x	x
Thiabendazole	Fongicide	x	x	
Imazalil	Fongicide	x	x	
Bitertanol	Fongicide	x		x
Spinosad	Insecticide	x		
Fosthiazate	Insecticide	x		
Glufosinate d'ammonium	Herbicide			x
Fluazifop-p-butyl	Herbicide			x
Diquat	Herbicide			
Difenoconazole	Fongicide			
Fenpropidine	Fongicide			
Oxamyl	Insecticide			

* : SA présentent dans la liste européenne des substances dont le rôle en tant que perturbateurs endocriniens est à évaluer prioritairement ; ou SA dont les bases de données toxicologiques Furetox et Toxnet indiquent un potentiel effet

En 2015 (date la plus récente considérée dans la MCE), quatre substances classées cancérigènes probables (imazalil, propiconazole, glyphosate et thiabendazole) sont toujours utilisées en bananeraie. Il y a également 6 substances ayant des effets de perturbations

endocriniennes (fosthiazate, spinosad, thiabendazole, imazalil, propiconazole et glyphosate) et 4 qui ont des effets reprotoxiques (propiconazole, glufosinate d'ammonium, glyphosate et fluazifop-p-butyl).

Au moins une SA de chaque groupe d'effets sanitaires identifié a une prévalence de 100 %, ce qui signifie qu'en 2015 toutes les exploitations de bananes aux Antilles et donc tous les travailleurs agricoles y travaillant utilisent et sont exposés à au moins une substance active CMR ou PE.

3.4 Synthèse des expositions et des risques sanitaires associés

3.4.1 L'exposition aux produits phytopharmaceutiques aux Antilles

Les travailleurs agricoles de la banane aux Antilles peuvent être exposés aux PPP au cours de différentes tâches professionnelles, qu'il s'agisse de la préparation des bouillies, de l'épandage, du nettoyage du matériel ou bien encore lors des réentrées dans les champs traités. La pénétration dans l'organisme peut se réaliser selon trois voies d'exposition : cutanée, considérée comme la principale voie d'exposition en milieu professionnel agricole ; respiratoire, seconde voie d'exposition en milieu professionnel agricole (en particulier, en milieu confiné ou chaud et humide) et enfin digestive (par contact de la bouche avec les mains contaminées, cette voie d'exposition restant due au non-respect des conditions d'hygiène (3)). L'exposition des agriculteurs aux PPP dépend de nombreux facteurs, tels que les facteurs techniques (matériel de pulvérisation, type de produits utilisés, etc.), les facteurs agronomiques (conditions pédoclimatiques, type de culture, pression parasitaire, etc.) et les facteurs humains (port de l'EPI, incidents, etc.). Aux Antilles, dans un climat chaud et humide, deux facteurs contribuent à augmenter l'absorption percutanée et donc la contamination par voie cutanée : la surface cutanée exposée (non-port ou port partiel de l'EPI, port de vêtements courts comme le short ou le tee-shirt) et la température corporelle qui a tendance à s'élever. Dans ce dernier cas, l'organisme réagit pour maintenir sa température constante en augmentant le débit sanguin périphérique et la sudation, deux éléments qui accroissent l'absorption par la peau (27). Par ailleurs, le travailleur tend à augmenter son débit respiratoire lors des tâches demandant un effort, ce qui signifie une plus grande contamination par voie inhalée.

Contrairement aux cultures agricoles en métropole, la culture de la banane n'est pas saisonnière mais continue tout au long de l'année et les traitements phytosanitaires le sont également. La majorité des traitements est réalisée avec des pulvérisateurs manuels, impliquant un risque d'exposition de l'opérateur plus important qu'avec des pulvérisateurs motorisés. La culture de la banane aux Antilles est difficilement motorisable à cause notamment d'un relief important, obligeant les opérateurs à traiter les bananiers à pieds et donc avec une durée d'exposition plus importante (28). Ainsi, de nos jours encore, les risques d'exposition aux PPP pour les travailleurs de la banane aux Antilles restent importants.

3.4.2 Principaux résultats sur l'exposition des travailleurs de la banane en 1981, 1989, 2000 et 2010

Nous avons étudié les caractéristiques de la population agricole travaillant dans les exploitations de bananes dédiées à l'export à partir des données des recensements agricoles. Ceux-ci ne fournissent des données suffisantes que pour la main d'œuvre permanente à savoir la MOF et la MOS. Les autres catégories de main d'œuvre ne sont pas précisément comptabilisées et ne font donc pas l'objet de notre étude. Les effectifs de la main d'œuvre permanente (MOF + MOS) ont diminué de plus de 60 % entre 1981 et 2010, passant de 13 504 à 5 270 individus. Cette main d'œuvre est principalement constituée d'individus de sexe masculin, à plus du deux tiers. Parallèlement, nous avons étudié les pratiques

phytopharmaceutiques sur la culture de la banane en prenant en compte deux indicateurs de la MCE banane (la probabilité et la fréquence d'utilisation des PPP) pour les trois groupes de traitements (fongicides, insecticides et herbicides) et les principales familles chimiques. Si les traitements fongicides et, dans une moindre mesure, les traitements herbicides, sont généralisés dans les exploitations bananières sur l'ensemble de la période étudiée, les traitements insecticides ont légèrement diminué entre 1981 et 2010 mais concernent encore 72 % des exploitations en Guadeloupe et 82 % en Martinique en 2010. Enfin, nous avons étudié quatre effets sur la santé de l'ensemble des SA utilisées sur les bananes aux Antilles : la cancérogénicité, la mutagénicité-génotoxicité, la reprotoxicité et la perturbation endocrinienne. Pour les deux régions réunies, nous présentons dans le tableau 5 le nombre de SA ayant ces effets sur la santé, pour les 4 années de recensements agricole faisant l'objet de notre étude, les prévalences d'exposition minimales et maximales pour ces substances et les effectifs de travailleurs exposés correspondants.

I TABLEAU 5 I

Nombre de substances actives, prévalence d'exposition et nombre de personnes potentiellement exposées (main d'œuvre permanente) selon l'effet sur la santé et l'année dans les exploitations de bananes dessert aux Antilles en 1981, 1989, 2000 et 2010

Lecture du tableau : en 1981, 11 substances actives avec des effets cancérogènes probables ont été utilisées dans les exploitations. La prévalence d'exposition des travailleurs agricoles varie de 5 % pour la SA la moins utilisée à 100 % pour la SA la plus utilisée. Le nombre de personnes travaillant de manière permanente dans ces exploitations et potentiellement exposées varie de 676 (pour la SA la moins utilisée) à 13 504 (pour la SA la plus utilisée).

Année du recensement		1981	1989	2000	2010
Effet cancérogène	Nombre de SA	11	11	9	4
	Intervalle de prévalence d'exposition des SA	[5 % ; 100 %]	[6 % ; 100 %]	[15 % ; 100 %]	[85 % ; 100 %]
	Nbre de personnes potentiellement exposées (présence dans l'EA)	[676 ; 13504]	[765 ; 12735]	[1455 ; 9695]	[4480 ; 5270]
Effet mutagène-génotoxique	Nombre de SA	2	2	2	0
	Intervalle de prévalence d'exposition des SA	[12 % ; 100 %]	GDP : [18 % ; 80 %] MTN : [18 % ; 35 %]	GDP : [15 %] MTN : [15 % ; 50 %]	0
	Nbre de personnes potentiellement exposées (présence dans l'EA)	[1621 ; 13504]	GDP : [1086 ; 4827] MTN : [1207 ; 2346]	GDP : [416] MTN : [1039 ; 3462]	0
Effet reprotoxique	Nombre de SA	8	11	9	5
	Intervalle de prévalence d'exposition des SA	[5 % ; 100 %]	GDP : [10 % ; 90 %] MTN : [10 % ; 100 %]	GDP : [2 % ; 100 %] MTN : [17 % ; 100 %]	[18 % ; 100 %]
	Nbre de personnes potentiellement exposées (présence dans l'EA)	[676 ; 13504]	GDP : [604 ; 5430] MTN : [671 ; 6702]	GDP : [56 ; 2772] MTN : [1177 ; 6923]	[949 ; 5270]
Effet perturbation endocrinienne	Nombre de SA	12	13	12	7
	Intervalle de prévalence d'exposition des SA	[2 % ; 100 %]	[3 % ; 100 %]	[6 % ; 100 %]	[17 % ; 100 %]
	Nbre de personnes potentiellement exposées (présence dans l'EA)	[271 ; 13504]	[383 ; 12735]	[582 ; 9695]	[896 ; 5270]

GDP : Guadeloupe, MTN : Martinique, EA : exploitation agricole (arrondis à l'unité par excès), SA : substance active

L'ensemble des travailleurs dans les exploitations bananières aux Antilles lors des quatre RA est exposé à au moins une substance cancérogène, une substance reprotoxique et une substance perturbatrice endocrinienne ; en effet la prévalence d'exposition est de 100 % pour au moins une substance de chacune de ces catégories. Concernant l'effet mutagène-génotoxique, la prévalence d'exposition est aussi de 100 % mais seulement pour l'année

1981. Elle diminue ensuite et devient nulle en 2010, où plus aucune substance avec des effets mutagènes-génotoxiques n'est identifiée. Pour rappel, cet effet est documenté dans la base CipaTox essentiellement à partir de la réglementation de l'UE, une VTR étant rarement établie pour cet effet. Entre 1981 et 2010 aux Antilles, le nombre de personnes potentiellement exposées à la fois à des SA phytopharmaceutiques cancérigènes, reprotoxiques et perturbateurs endocriniens passe de 13 504 à 5 270. Certes, le nombre d'exposés a diminué de plus de moitié mais il faut garder à l'esprit que les effets sur la santé étudiés ont une période de latence longue, ce qui signifie que plusieurs années s'écoulent entre le début de l'exposition et la survenue d'un effet sanitaire néfaste.

L'ensemble des substances dont les prévalences d'exposition sont égales à 100 % correspond à des substances fongicides. Ces substances sont appliquées par l'ensemble des exploitations bananières soit en traitement aérien (avion ou hélicoptère) contre la cercosporiose soit en traitement sur les fruits après récolte.

En 2010, les exploitations agricoles utilisaient quatre substances ayant des effets cancérigènes probables. Les prévalences d'exposition à chacune de ces quatre substances étaient comprises entre 85 % et 100 %, soit un nombre d'individus potentiellement exposés, présents dans l'exploitation, compris entre 4 480 et 5 270. Bien que la prévalence d'exposition à au moins une substance cancérigène probable soit toujours de 100 % entre 1981 et 2010, le nombre de personnes potentiellement exposées diminue de 61 % entre ces deux dates. En effet au cours de la période, le nombre d'exploitations agricoles et de travailleurs agricoles a fortement chuté. Enfin, parmi les 13 SA encore utilisées dans les exploitations de bananes dessert en 2010, 7 ont un effet de perturbation endocrinienne, dont 3 sont utilisées par 100 % des exploitations, correspondant à 5 270 personnes concernées par l'exposition.

3.4.3 L'exposition spécifique au chlordécone de 1972 à 1993

Le chlordécone, un insecticide organochloré, a couramment été utilisé de 1972 à 1993 aux Antilles françaises pour lutter contre le charançon du bananier. Sous forme d'une poudre blanche, il était appliqué manuellement au pied du bananier à une intensité de 3 kg/ha (29). La MCE banane renseigne son usage aux Antilles sans distinction entre la Guadeloupe et la Martinique. Le tableau 6 renseigne le croisement entre la MCE banane et les deux recensements agricoles de 1981 et 1989, les deux seuls recensements disponibles pour la période d'usage du chlordécone.

Le chlordécone a remplacé l'usage de l'HCH, également un organochloré, utilisé depuis 1951 et interdit en décembre 1973. Dès 1974, le chlordécone était utilisé par plus de 80 % des travailleurs agricoles de la banane à une fréquence moyenne de 1 traitement par an. En 1979, le Képone® le produit commercial contenant le chlordécone, est retiré du marché aux Antilles françaises ; il faudra attendre 1981 pour qu'un nouveau produit commercial à base de chlordécone, le Curlone®, soit disponible sur le marché. Pendant cette période de transition de 1979 à 1981, le chlordécone a pu être utilisé *via* l'écoulement des stocks des distributeurs de produits phytopharmaceutiques et les stocks dans les exploitations agricoles. Son usage durant cette période a donc fortement diminué mais n'est cependant pas nul et a été estimé à 9 % des exploitations. Ainsi, en 1981, 329 exploitations bananières ont appliqué du chlordécone, représentant potentiellement 1 216 travailleurs exposés. Ensuite de 1982 à 1988, 81 % des travailleurs agricoles de la banane ont utilisé chaque année du chlordécone à une fréquence moyenne de 1,3 traitement par an. Puis de 1989 à 1993, la prévalence a légèrement diminué à 77 % soit, pour l'année 1989, 3 424 exploitations avec potentiellement 9 806 travailleurs exposés. La fréquence de traitement était également de 1,3 traitement par an. Son usage sera définitivement interdit en septembre 1993. Les recensements agricoles montrent que la population agricole permanente était composée d'1/3 de femmes et 2/3 d'hommes, et que plus de 50 % de la main d'œuvre permanente était non familiale. Les effets sur la santé du chlordécone interpellent les pouvoirs publics d'autant plus qu'il s'agit d'une

substance persistante dans l'environnement. Un Plan national Chlordécone a donc été mis en place dès 2008. Dans ce cadre, et afin de mieux connaître les effets sanitaires de l'exposition au chlordécone des anciens travailleurs de la culture de la banane, une cohorte épidémiologique est en cours de reconstitution par Santé Publique France en collaboration avec l'Inserm (30). Elle permettra d'étudier la mortalité par cause des travailleurs agricoles antillais des bananeraies, en fonction de leur exposition au chlordécone. La MCE banane Matphyto permettra d'évaluer rétrospectivement les expositions au chlordécone ainsi qu'à l'ensemble des produits phytopharmaceutiques utilisés sur la culture de banane.

Le Circ a classé le chlordécone comme cancérigène possible (groupe 2B) depuis 1979 (31) et l'US-EPA comme cancérigène probable pour l'homme (32). L'organe cible est le foie. Il est jugé toxique par inhalation, ingestion, contact avec la peau et les yeux et l'US-EPA a établi une VTR sur la base d'effets reprotoxiques, d'effets sur le rein et sur le foie (32).

D'après l'expertise collective Inserm, le chlordécone est une substance impliquée dans les excès de risque du cancer de la prostate en population générale antillaise. La présomption d'un lien entre exposition au chlordécone et baisse des concentrations spermatiques, et des problèmes de neurodéveloppement de l'enfant, a également été pointée.

I TABLEAU 6 I

Nombre d'hommes et femmes présents dans les exploitations bananières ayant utilisé du chlordécone lors des recensements de 1981 et 1989 aux Antilles détaillé par main d'œuvre familiale (MOF), main d'œuvre salariée non familiale (MOS) et main d'œuvre (MO) totale

GDP-MTN		MOF	MOS	Total
		n exposé (%)	n exposé (%)	n exposé (%)
1981 (P = 9%)	Homme	357 (69)	461 (66)	818 (67)
	Femme	164 (31)	234 (34)	398 (33)
	Total	521 (100)	695 (100)	1 216 (100)
1989 (P = 77%)	Homme	3 231 (72)	-	-
	Femme	1 275 (28)	-	-
	Total	4 506 (100)	5 300 (100)	9 806 (100)

GDP : Guadeloupe, MTN : Martinique, MOF : main d'œuvre familiale, MOS : main d'œuvre non familiale salariée, P = prévalence d'exposition, _ : données non disponibles

Pour information, cette analyse spécifique sur le chlordécone peut être réalisée sur l'ensemble des autres SA décrites par la MCE banane.

4. DISCUSSION – CONCLUSION

Notre étude a permis d'évaluer pour la première fois les expositions, de calculer des prévalences et des effectifs de travailleurs agricoles exposés, et d'identifier certains des principaux effets sur la santé associés à l'utilisation de produits phytopharmaceutiques dans les exploitations agricoles produisant de la banane dessert destinée à l'exportation, en Guadeloupe et Martinique.

Nos travaux ont montré que, depuis 1981 et jusqu'en 2010, l'ensemble des exploitations de la banane aux Antilles a utilisé au moins une SA cancérigène, reprotoxique ou induisant une perturbation endocrinienne. En 2015, la prévalence d'exposition à des CMR et PE est encore de 100 %. Ce premier calcul de prévalences d'exposition des travailleurs de la banane aux Antilles à des périodes distinctes montre toutefois une baisse du nombre de travailleurs de la banane au cours du temps. En effet, les effectifs des personnes concernées sont de 13 504 en 1981, 12 735 en 1989, 9 695 en 2000 et de 5 270 en 2010. La principale cause de cette baisse est la diminution de la surface cultivée aux Antilles.

Concernant le groupe des insecticides, la prévalence d'exposition des travailleurs agricoles de la banane aux Antilles est passée de 100 % en 1981 à 72 % en Guadeloupe et 82 % en Martinique en 2010 ; avec une forte diminution de la fréquence d'utilisation, de 3 traitements par an en 1981 à 0,8 en Guadeloupe et 0,5 en Martinique en 2010. La prévalence d'exposition continue de diminuer (moins de 30 % en Guadeloupe en 2015) grâce à de nouvelles pratiques agro-écologiques adoptées par les travailleurs agricoles de la banane. Des résultats innovants issus de nombreuses recherches agronomiques, effectuées par les acteurs de la filière, ont permis de proposer des solutions diminuant les usages d'insecticides tout en assurant la protection des bananiers et par conséquent des travailleurs.

Concernant le groupe des fongicides et le groupe des herbicides, cette diminution des prévalences d'expositions n'est pas observée. Celles des fongicides sont constantes depuis 1981 et sont de 100 %. Les bananiers subissent des attaques fongiques nécessitant des traitements réguliers (environ 9 par an en 2010) afin d'assurer une qualité de bananes exportables. La fréquence d'utilisation des fongicides a augmenté en 2010, notamment avec l'arrivée d'une nouvelle maladie fongique. Quant aux prévalences d'exposition aux herbicides, elles sont proches de 100 % depuis 1981 avec une fréquence régulière autour de 5 traitements par an. De nouvelles recherches agronomiques sont actuellement en cours notamment avec des expérimentations de couverts végétaux pour limiter le développement des adventices.

Issue d'un travail innovant et collaboratif, la matrice culture-exposition banane aux Antilles renseigne par année, de 1960 à 2015, les indicateurs d'exposition (probabilité, fréquence et intensité) pour la Guadeloupe et la Martinique, par groupe de traitement (herbicides, fongicides, insecticides), par famille chimique et par SA. Sa spécificité permet également de faire des regroupements par effet sur la santé (CMR et perturbateurs endocriniens). Cet historique des pratiques phytosanitaires en production de bananes aux Antilles est inédit, tout comme l'organisation des connaissances sur les effets néfastes sur la santé de l'ensemble des SA décrites que propose la base CipaTox. Au-delà de son croisement avec le recensement agricole, la MCE est un outil puissant pour décrire l'évolution des expositions professionnelles agricoles dans une population et évaluer des expositions dans des études épidémiologiques ou pour des programmes de surveillance. Ainsi, les forces de notre étude résident dans l'exhaustivité des bases de données construites ou utilisées. La MCE recense l'ensemble des PPP utilisés sur la banane aux Antilles depuis 1960, le recensement agricole implique l'ensemble des exploitations agricoles concernées par la culture de la banane export produite aux Antilles et la base de données CipaTox documente de manière exhaustive, selon une méthode originale, les effets sur la santé de l'ensemble des SA homologuées en France depuis 1961. De plus, nos travaux ciblent uniquement la population des travailleurs de la

banane aux Antilles avec une indication précise de l'ensemble des caractéristiques de leur exposition aux PPP, que ce soit en termes de fréquence d'utilisation d'un PPP ou de probabilité de son utilisation. Les médias comme les pouvoirs publics se sont focalisés depuis une dizaine d'année sur le chlordécone. Ce PPP est préoccupant par sa rémanence dans les sols riches en matière organique et sa toxicité (33) ; toutefois, d'autres PPP ont été utilisés sur la banane avant, en même temps et après le chlordécone et aucune étude jusqu'à maintenant n'a pris en compte cette multi-exposition.

Notre étude n'a pas la prétention de répondre aux nombreux questionnements s'agissant de l'exposition aux PPP des travailleurs de la banane aux Antilles et leurs effets sanitaires. Elle présente en cela plusieurs limites.

Les différentes bases de données utilisées ainsi que les méthodes appliquées pour obtenir nos résultats sont sujettes à plusieurs types d'incertitudes qu'il convient de rappeler. Ces incertitudes peuvent moduler la portée de nos résultats :

- Les matrices cultures expositions (MCE)
 - Ces grandes bases de données permettent d'évaluer les expositions aux produits phytopharmaceutiques selon les cultures agricoles (i.e. la banane) en fournissant des indicateurs dont la probabilité. Celle-ci est une valeur moyenne, qui reflète des pratiques parfois hétérogènes au sein des exploitations agricoles. Estimée à partir de données disparates (documentation agricole, statistiques locales, avis de spécialistes, etc) il n'est pas possible de connaître la dispersion de cet indicateur via le calcul d'un écart type. Nos résultats ne sont pas (et ne peuvent pas être) donnés avec des intervalles.
 - Les MCE décrivent les usages des PPP sur les cultures à l'échelle des exploitations agricoles et non des travailleurs. Il n'est donc pas possible d'assigner une exposition particulière à un travailleur donné ni de distinguer l'exposition des travailleurs entre eux selon leur poste de travail ou les tâches qui leur sont assignées : préparateurs de bouillies, applicateurs, travailleurs à proximité des épandages, travailleurs en contact avec les cultures traitées, etc. A noter qu'au-delà des tâches, le matériel lui-même peut être source d'une exposition aux PPP. Par exemple, il est connu que la pulvérisation de PPP à l'aide d'un tracteur doté d'une cabine avec système de filtration présente moins de risque d'exposition qu'un épandage avec un matériel de pulvérisation à dos. Cependant, aucune donnée d'exposition propre aux tâches réalisées par les travailleurs n'est disponible. Celles-ci sont lacunaires, impossibles à identifier pour les données anciennes (changement des pratiques, des matériels, des EPI, des contenants et des concentrations, etc.) et extrêmement variables d'un individu à l'autre réalisant pourtant une même tâche. Il n'est pas possible de prendre en compte l'ensemble de ces éléments dans les MCE rétrospectives.
- Le recensement agricole (RA)
 - Le RA décrit la population travaillant dans les exploitations agricoles. Cependant, la population des saisonniers agricoles et des travailleurs des ETA/Cuma est mal décrite et n'a pas pu être étudiée. L'absence de ces deux sous-populations dans notre étude engendre une sous-estimation des prévalences d'exposition. Toutefois notre population peut être jugée comme légèrement surestimée par la présence de doublons dans la main d'œuvre permanente (notamment chez les salariés à temps partiel).
 - Le RA permet de disposer de données qui ne sont disponibles que tous les dix ans environ et le suivi longitudinal de la population n'est pas réalisable. Il n'est donc pas possible de suivre dans le temps les populations recensées d'un RA à un autre.

Les analyses effectuées dans notre étude sont donc limitées à chacune des années du RA. Seules des cohortes permettent ce type d'analyses longitudinales. C'est le cas de deux cohortes mises en place par Santé publique France qui seront croisées avec la matrice banane aux Antilles : la cohorte Coset MSA (34,35) et la cohorte chlordécone (36).

- La base des effets sur la santé des substances actives (Cipa-Tox)
 - Elle ne constitue pas une classification réglementaire. Il s'agit d'une compilation de données disponibles selon une méthode qui présente certaines limites. Les effets retenus sont ceux nommés critiques, c'est-à-dire ceux dont protège la valeur seuil exprimée par la VTR. D'autres effets parfois plus graves ou atteignant d'autres organes peuvent s'exprimer à des expositions plus élevées. Connaissant l'exposition importante des travailleurs antillais de la banane (peu de port d'EPI, condition de chaleur et d'humidité intense, beaucoup de traitements manuels), cette possibilité ne peut être exclue. Ce qui signifie que la cartographie des effets sur la santé dus à une exposition aux PPP utilisés sur la banane aux Antilles est incomplète et minorée.
 - L'étude des effets sur la santé liés à la perturbation endocrinienne est rendue complexe par l'absence de définition réglementaire, bien qu'en cours au sein des autorités européennes. Pour notre étude, nous avons pris en compte ce phénomène en compilant deux types de données : la première concerne la liste européenne dans laquelle les SA considérées comme préoccupantes et à étudier en priorité ont été recensées, la deuxième concerne les données bibliographiques montrant de potentiels effets (à partir de bases de données en toxicologie). Il ne s'agit donc pas d'une classification officielle, mais d'une première approche sur les potentiels effets des SA. Cette base nécessitera des mises à jour régulières et sera amenée à évoluer en fonction des nouvelles réglementations et état des connaissances.
 - Nous avons choisi par simplification de nous focaliser sur des effets de la santé induits par des substances CMR ou PE. Cela ne signifie pas que d'autres effets sanitaires bien connus des PPP ne peuvent pas survenir lors d'exposition aux SA utilisées sur la culture de la banane (néphrotoxicité, hépatotoxicité, neurotoxicité, etc.). La base de données Cipa-tox a listé ces effets qui seront décrits ultérieurement dans un document dédié à cette BDD. Ainsi, il faut bien garder à l'esprit que dans le présent document quand une SA n'est ni CMR ni PE cela ne signifie pas qu'elle n'a aucun impact sur la santé, elle peut être à l'origine de toxicités graves que nous avons choisies de ne pas traiter dans ce document pour ne pas l'alourdir.

Malgré ces limites, les résultats de cette étude sont utiles pour guider l'action publique et faire prendre conscience aux décideurs comme aux préventeurs l'utilité d'engager de vastes actions de communication pour induire une prévention ciblée. Nous avons pu montrer que même de nos jours, tous les travailleurs agricoles de la banane sont exposés à des substances susceptibles d'être CMR ou perturbatrices endocriniennes. Des campagnes d'information sont indispensables pour une meilleure perception de ces risques, notamment pour faire comprendre l'intérêt de limiter les traitements et avoir un matériel adéquat bien entretenu. Les formations « Certiphyto » peuvent être un cadre adéquat pour attirer l'attention des travailleurs agricoles sur les risques de leurs pratiques de travail et nos travaux peuvent servir de support à cette sensibilisation. Il faudrait fortement insister sur la sensibilisation et la formation des préparateurs, épandeurs et de toutes personnes travaillant dans des exploitations agricoles aux maniements, en toute sécurité, du matériel utilisé. La difficulté de porter des EPI en climat tropical rend nécessaire de promouvoir l'innovation dans ce domaine et de convaincre les travailleurs de suivre les préconisations du port d'EPI en adéquation avec leurs conditions de travail. Ceux-ci sont particulièrement justifiés dans certaines tâches comme les traitements en

hauteur (contre la cercosporiose). Une campagne de mesure directe de l'exposition par biomonitoring sur une population représentative des travailleurs agricoles se justifie dans ce contexte et pourrait être utile non seulement pour documenter le niveau d'imprégnation réel à des PPP cibles mais également pour davantage sensibiliser les travailleurs. Elle pourrait être renouvelée à intervalle régulier pour permettre d'évaluer l'impact des campagnes de sensibilisation.

Enfin, il est utile de rappeler que notre étude, en identifiant notamment les populations à plus fort risque d'exposition (par exemple les travailleurs réalisant les traitements avec du matériel à dos), permet d'orienter une prévention secondaire, et d'organiser un suivi personnalisé des travailleurs par la médecine du travail ou un suivi post professionnel pour les anciens travailleurs de la banane. Depuis 2015, il existe un tableau de reconnaissance de maladies professionnelles lors de l'apparition d'un lymphome malin non hodgkinien chez les travailleurs agricoles ayant été exposés aux composés organochlorés, aux composés organophosphorés, au carbaryl, au toxaphène ou à l'atrazine (37). Les travailleurs de la banane ont largement utilisé des organochlorés (chlordécone) et des organophosphorés (encore utilisés), c'est pourquoi une meilleure sensibilisation des médecins généralistes et des médecins du travail sur ces risques d'exposition peut être utile pour entamer une demande de prise en charge dans le cadre d'une éventuelle reconnaissance en pathologie professionnelle.

Ressources bibliographiques

1. Peltre P. Le milieu physique tropical. juill 1983 ; (379-381).
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_14-15/18724.pdf
2. Plan régional ecophyto 2008-2018 de la Martinique. (Service de la Protection des Végétaux Direction de l'agriculture et de la Forêt de Martinique).
3. Inserm. Pesticides. Effets sur la santé. Collection expertise collective, Inserm, Paris, 2013
4. Multigner L, Kadhel P, Pascal M, Huc-Terki F, Kercret H, Massart C, et al. Parallel assessment of male reproductive function in workers and wild rats exposed to pesticides in banana plantations in Guadeloupe. Environ Health. 30 juill 2008;7:40.
5. Hervé D, Costet N, Kadhel P, Rouget F, Monfort C, Thomé J-P, et al. Prenatal exposure to chlordecone, gestational weight gain, and birth weight in a Guadeloupean birth cohort. Environ Res. nov 2016;151:436-44.
6. O'Malley M. Chapter 28 - The Regulatory Evaluation of the Skin Effects of Pesticides A2 - Krieger, Robert. In: Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology (Third Edition) [Internet]. New York: Academic Press; 2010. p. 701-87.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123743671000288>
7. Wesseling C, Ahlbom A, Antich D, Rodriguez AC, Castro R. Cancer in banana plantation workers in Costa Rica. Int J Epidemiol. déc 1996;25(6):1125-31.
8. Wesseling C, Antich D, Hogstedt C, Rodríguez AC, Ahlbom A. Geographical differences of cancer incidence in Costa Rica in relation to environmental and occupational pesticide exposure. Int J Epidemiol. juin 1999;28(3):365-74.
9. Castro R, Ramirez V, Cuenca P. Micronuclei and other nuclear abnormalities in the oral epithelium of female workers exposed to pesticides. Rev Biol Trop. 1 oct 2004;52:611-21.
10. Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture. Avis de l'Anses. Rapports d'expertise collective. Volumes 1 à 7. Anses, juillet 2016, Maisons-Alfort. [Internet].
<https://www.anses.fr/fr/content/publication-du-rapport-sur-les-expositions-professionnelles-aux-pesticides-mieux-conna%C3%AEtre>
11. Spinosi J, Févotte J. Le programme Matphyto : Matrices cultures-expositions aux produits phytosanitaires. Exemple de matrices cultures-expositions aux pesticides arsenicaux [Internet]. Institut de veille sanitaire; 2009.
http://opac.invs.sante.fr/doc_num.php?explnum_id=1017
12. Gentil C, Spinosi J, Cahour L, Chaperon L, El Yamani L. Document technique pour la construction de la matrice culture exposition de la Banane dessert aux Antilles. Projet Matphyto-DOM. Saint-Maurice : Santé Publique France, 2018, 44 p.
<http://www.santepubliquefrance.fr/>
13. Acta, Réseau Agriprotect. Grille d'identification des sources d'exposition aux produits phytopharmaceutiques (incidents, dysfonctionnement) et des solutions pour minimiser le risque pour le manipulateur. 2006.
14. Samuel O, St-Laurent L, Dumas P, Langlois E, Gingras G. Pesticides en milieu serricole. Caractérisation de l'exposition des travailleurs et évaluation des délais de réentrée. Montréal: IRST; 2002 oct p. 133. Report No.: R-315.
15. Maroni M, Fanetti AC, Metruccio F. Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides in agriculture. Med Lav. avr 2006;97(2):430-7.
16. Chaperon L, Perrier L, Spinosi J, El Yamani M. Éléments techniques sur la compilation des index phytosanitaires Acta [Internet]. Institut de veille sanitaire; 2016 p. 30.
<http://www.santepubliquefrance.fr/>

17. Batti A, El Yamani M, Spinosi J. Construction d'indicateurs d'exposition aux pesticides à partir de classements réglementaires et de données de toxicité des substances homologuées. Grenoble : Université Grenoble Alpes; 2016 27 juin. p. 40.
18. Towards the establishment of a priority list of substances for further evaluation of their role in endocrine disruption. European commission DG Env; 2000.
19. Valeurs toxicologiques de référence (VTR) | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 26 oct 2017]. <https://www.anses.fr/fr/content/valeurs-toxicologiques-de-r%C3%A9f%C3%A9rence-vtr>
20. European Food Safety Authority (EFSA). Assessment of endocrine disrupting properties in EFSA Conclusions on the Pesticides Peer Review. EFSA Support Publ. 1 sept 2015;12(9):n/a-n/a.
21. WHO. Global assessment of the state of the science of endocrine disruptors [Internet]. WHO. 2002 [cité 26 oct 2017]. http://www.who.int/ipcs/publications/new_issues/endocrine_disruptors/en/
22. Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC Monographs volumes 1 to 42. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum Suppl. 1987;7:1-440.
23. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures. 2005;92:868.
24. Expertise toxicologique concernant cinq produits phytosanitaires utilisés par épandage aérien en Martinique et en Guadeloupe (Antilles françaises). Bruxelles : ECERI (European Cancer and Environment Research Institute); 2013 p. 25.
25. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans – some halogenated hydrocarbons. 1976;20:589.
26. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Occupational exposures in insecticide application, and some pesticides. 1991;53:621.
27. Macfarlane E, Carey R, Keegel T, El-Zaemay S, Fritschi L. Dermal exposure associated with occupational end use of pesticides and the role of protective measures. Saf Health Work. sept 2013;4(3):136-41.
28. Nuyttens D, Braekman P, Windey S, Sonck B. Potential dermal pesticide exposure affected by greenhouse spray application technique. Pest Manag Sci. juill 2009;65(7):781-90.
29. Carbidoche Y-M, Clermont-Dauphin C, Lafont A, Sansoulet J, Cattan P, Achard R, et al. Stockage dans les sols à charges variables et dissipation dans les eaux de zoocides organochlorés autrefois appliqués en bananeraies aux Antilles, Relations avec les systèmes de culture. Inra, Cirad ; 2004 p. 52.
30. Barrau M, Ledrans M, Spinosi J, Marchand J-L. Étude de faisabilité de reconstitution de la cohorte des travailleurs agricoles exposés au chlordécone en Martinique et Guadeloupe. Plan national chlordécone 1 et 2. [Internet]. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire; 2012 p. 49. <http://www.santepubliquefrance.fr/>
31. International Agency for Research on Cancer. Summaries and Evaluations. 1979;20:67.
32. US-EPA (Environmental Protection Agency). Toxicological review of chlordécone (kepone). Sept 2009;183.

33. Conclusions du Groupe d'étude et de prospective « Pollution par les organochlorés aux Antilles ». Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement et Institut national de la recherche agronomique; 2006 juin.
34. Coset. Cohortes pour la surveillance épidémiologique en lien avec le travail [Internet]. [cité 2 nov 2017].
<http://www.coset.fr/>
35. Bénézet L, Geoffroy-Perez B, Spinosi J, El Yamani M. Évaluation de la faisabilité d'utiliser des matrices cultures-expositions pour estimer les expositions aux produits phytopharmaceutiques dans une cohorte de travailleurs agricoles [Internet]. Saint-Maurice (Fra) : Santé publique France; 2016 p. 9.
<http://www.santepubliquefrance.fr/>
36. Vaidie A, Multigner L, Luce D. Étude de cohorte des travailleurs agricoles exposés au chlordécone aux Antilles [Internet].
<http://santepubliquefrance.fr/>
37. RA 59 - Tableaux des maladies professionnelles - INRS [Internet]. [cité 27 oct 2017].
<http://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RA%2059>

Annexes

Annexe 1. Utilisation des recensements agricoles de La Réunion, Guadeloupe et Martinique pour le croisement avec les matrices cultures expositions Matphyto : quelles données populationnelles disponibles ?

Introduction

L'exposition de la population aux pesticides est un enjeu important de santé publique. Les travailleurs du monde agricole sont parmi les premiers concernés car ils manipulent un grand nombre de produits phytopharmaceutiques pour la protection de leurs cultures. Dans ce cadre, Santé publique France a mis en place un projet de construction d'outils d'évaluation des expositions rétrospectives aux pesticides en fonction des cultures agricoles : les matrices cultures expositions (MCE) Matphyto. Le croisement des MCE avec des données populationnelles permet d'estimer les expositions aux divers pesticides agricoles utilisés sur les cultures. Il peut s'agir de données issues de sujets d'études épidémiologiques (cohortes, études cas/témoins, etc.) ou de bases de données issues de recensements. Le recensement agricole (RA), qui est spécifiquement dédié aux exploitations agricoles en France métropolitaine et d'outre-mer (DOM), à leur main d'œuvre et à leur assolement (cultures agricoles), est la source la plus adéquate pour croiser les données d'exposition aux pesticides des MCE Matphyto avec des données populationnelles dans l'objectif de calculer des prévalences d'exposition dans la population professionnelle agricole.

L'objet de la présente note scientifique est d'identifier et d'explicitier l'ensemble des données populationnelles disponibles et utilisables dans les différents RA pour les départements de La Réunion, Guadeloupe et Martinique depuis 1981 (les RA de 1970 à La Réunion et 1973 aux Antilles n'ont pas été informatisés) afin de répondre à cet objectif de calcul de prévalence d'expositions aux produits phytopharmaceutiques.

Présentation du projet Matphyto

La Direction santé travail a mis en place et coordonne un programme de réalisation de matrices cultures-expositions (MCE) : le projet Matphyto. Ce projet a pour objectif de développer des MCE pour chacune des principales cultures agricoles françaises afin de permettre l'évaluation rétrospective des expositions aux produits phytopharmaceutiques en France. Les MCE décrivent l'utilisation des grands groupes de produits phytopharmaceutiques (herbicides, insecticides, fongicides, etc.), déclinés par grandes familles chimiques (phytohormones de synthèse, organophosphorés, etc.) et substances actives. Matphyto est actuellement spécifiquement adapté à la population agricole et couvre l'ensemble du territoire français métropolitain et, depuis peu, trois départements ultramarins (La Réunion, la Guadeloupe et la Martinique).

Les MCE sont des bases de données permettant de caractériser les utilisations rétrospectives de produits phytopharmaceutiques en fonction des cultures ou groupe de cultures (depuis les 40 ou 50 dernières années). Elles s'intéressent à l'ensemble du territoire et peuvent faire l'objet de découpage géographique homogène en fonction des différentes cultures agricoles investiguées.

Le projet a également été développé dans les départements d'outre-mer, où les cultures de canne à sucre, de banane et les cultures maraichères y sont étudiées.

Les applications de ces matrices sont nombreuses dans le domaine de la surveillance en santé-travail notamment pour documenter les expositions professionnelles, en particulier les plus anciennes. Elles peuvent également être utilisées afin de caractériser divers indicateurs d'exposition comme les prévalences d'expositions professionnelles aux produits phytopharmaceutiques en fonction des cultures, des périodes, et éventuellement des régions de production. Elles constituent aussi une aide précieuse à l'évaluation individualisée des expositions aux produits phytopharmaceutiques lors d'études épidémiologiques à partir de la connaissance des cultures pratiquées, ou à défaut d'une information minimale concernant les exploitations agricoles. Enfin, elles sont également utiles aux médecins du travail pour estimer les expositions professionnelles passées, ce qui est essentiel pour la prise en charge médico-sociale individuelle.

L'utilisation des MCE nécessite de connaître les cultures agricoles avec lesquelles les sujets d'étude ont été en contact. Dans le cadre de l'estimation des prévalences d'exposition aux pesticides (groupes : i.e. herbicides, fongicides, insecticides, etc. ; familles chimiques : i.e. triazines, organophosphorés, etc. ; substances actives : i.e. atrazine, diméthoate, etc.) chez les travailleurs agricoles par croisement des MCE avec des données de populations exhaustives, les recensements agricoles décennaux sont les plus appropriés.

Présentation du recensement agricole

Le recensement agricole, mis en œuvre par le ministère en charge de l'agriculture, permet d'avoir une photographie précise et actualisée de l'agriculture à un moment donné et de mieux connaître et mesurer ses évolutions. Il est réalisé de manière exhaustive pour toute la métropole, ainsi que les DOM. Les questionnaires pour la métropole et l'outre-mer sont différents.

Il est réalisé tous les 10 ans environ. Le premier recensement agricole (appelé recensement général agricole, RGA) de France d'outre-mer pour lequel les données sont informatisées remonte à l'année 1980-1981. Il a été suivi des recensements de 1988-1989, 2000 et 2010. Dans la suite de ce document les RA de 1980-1981 et 1988-1989 seront simplifiés en utilisant l'expression de RA de 1981 et RA de 1989.

Il fournit un portrait instantané et complet du secteur de l'économie agricole en recensant l'ensemble des exploitations agricoles. Contrairement au recensement de la population où l'unité statistique est l'individu, dans le recensement agricole l'unité statistique est l'exploitation agricole. Le recensement, déclaratif, repose sur l'interrogation du chef d'exploitation ou de son représentant par un enquêteur. Une exploitation agricole se définit, au sens de la statistique agricole, comme une unité économique et de production répondant simultanément à trois conditions : avoir une activité agricole, atteindre ou dépasser une certaine dimension (en superficie, en nombre d'animaux ou en production) et enfin avoir une gestion courante indépendante.

Les principales données recueillies concernent : les cultures et superficies cultivées, l'élevage et le cheptel, l'équipement des exploitations, la diversification des activités (transformation de produits, type de commercialisation, signe de qualité des produits, etc.), l'emploi (emploi familial, salariat, etc.) et le niveau de formation de la main d'œuvre. Les informations diffèrent selon l'année du recensement, des variables d'un recensement disparaissant ou se substituant à d'autres. De plus, pour une même année, les questionnaires diffèrent aussi entre les départements, avec notamment des questions spécifiques aux cultures (par exemple, pour la Guadeloupe et la Martinique des questions plus précises sur la culture bananière et pour La Réunion, des questions plus précises sur la culture de canne à sucre). Ces questions se trouvent dans les rubriques régionales, ce sont les seuls éléments qui varient selon les départements pour une même année.

Il est à noter qu'aucune question ne porte sur les résultats financiers, ni sur le revenu des agriculteurs.

Description des données populationnelles disponibles dans les recensements agricoles de La Réunion, Guadeloupe et Martinique de 1981 à 2010

Le recensement agricole de La Réunion, Guadeloupe et Martinique a pour objectif de recenser l'ensemble des exploitations agricoles et de décrire l'activité agricole dans ces départements. Son objectif premier n'est donc pas de décrire précisément les populations agricoles. Or, dans le cadre du projet Matphyto, le RA doit permettre de recenser et de décrire cette population (nombre de personnes travaillant sur l'exploitation, quel que soit son statut : chef d'exploitation, aide familiale, employé, saisonnier, etc.), afin de dénombrer la population agricole travaillant sur chaque culture donnée et de préciser ses caractéristiques sociodémographiques.

La population travaillant ou vivant sur l'exploitation est recensée dans le RA selon son statut, constituant ainsi 4 sous-populations distinctes :

- La main d'œuvre familiale
- La main d'œuvre salariée non familiale
- La main d'œuvre saisonnière ou occasionnelle
- Le personnel d'entreprise de travaux agricoles (ETA) ou de coopérative d'utilisation de matériel agricole (Cuma)

Les informations recueillies n'ont pas le même degré de précision pour les différentes populations, ce qui implique qu'il n'est pas toujours possible de les concaténer.

L'évolution des questionnaires des RA de 1981 à 2010 entraîne des évolutions dans le recueil des informations de chaque sous-population. La synthèse des données disponibles pour tous les statuts est présentée dans les tableaux A1 à A4.

- La main d'œuvre familiale

La main d'œuvre familiale ou MOF est composée du chef d'exploitation, des membres de sa famille et de chaque coexploitant de groupement (Groupement agricole d'exploitation en commun-GAEC, Entreprise agricole à responsabilité limitée-EARL, etc.) vivant avec le chef ou travaillant de façon régulière sur l'exploitation. Cette définition de sous-population est stable dans le temps, à l'exception de la mention « régulière » qui apparaît à compter du RA de 2000 et qui était absente précédemment (la mention était « personne vivant ou travaillant sur l'exploitation le jour de l'enquête »).

Il s'agit de la sous population la mieux décrite dans les RA et de façon relativement homogène en fonction du temps. Ainsi, de 1981 à 2010, il est possible de dénombrer les individus selon leur sexe, leur âge et leur lien de parenté avec le chef d'exploitation. En revanche, le niveau de formation n'est disponible que pour les RA de 1989, 2000 et 2010.

Toutefois, les données recueillies pour certains de ces critères évoluent au cours des RA. Par exemple, l'information sur le lien de parenté est décrite de manière très précise jusqu'en 2000, et devient plus parcellaire dans le RA de 2010 avec uniquement une distinction « conjoint » versus « autre parent » versus « non apparenté », toujours selon le statut coexploitant ou non.

Concernant les données relatives à la formation de la MOF, les données recueillies sont plus précises en 2010 : une distinction est faite entre la formation agricole et la formation générale.

À noter qu'il est possible de retirer de cette sous-population les personnes vivant sur l'exploitation mais n'y travaillant pas, puisqu'une variable décrit leur temps de travail sur l'exploitation, avec un découpage par quart de temps pour les RA de 2000 et 2010 et par demi-temps pour les RA de 1981 et 1989.

I TABLEAU A1 I

Informations sociodémographiques disponibles pour la main d'œuvre familiale dans les RA de 1981, 1989, 2000 et 2010

Indicateur	1981	1989	2000	2010
Nombre de personnes	X	X	X	X
Sexe	X	X	X	X
Année de naissance	X	X	X	X
Lien de parenté avec le chef d'exploitation ⁴	X	X	X	X
Niveau de formation ⁵		X	X	X
Temps de travail sur l'exploitation ⁶	X	X	X	X
Nature des activités principales et secondaires (agricole ou non) ⁷	X	X	X	X

Dans tous les RA, pour la MOF, nous disposons de l'information sur les activités principales et secondaires, et notamment la nature de ces activités (nature agricole ou non). Or, une personne ayant deux activités agricoles sera comptabilisée deux fois : une fois pour chacune des exploitations agricoles dans laquelle elle effectue son activité. Il n'est cependant pas possible de relier ces deux informations entre elles (les données ne sont pas nominatives). Il existe donc un risque de surestimation des effectifs lié à ces doubles activités agricoles. Cette surestimation peut être approchée en calculant le rapport entre les effectifs de la MOF ayant à la fois une activité principale et secondaire de nature agricole et les effectifs de la MOF totale. Ce pourcentage est le chiffre maximal représentant la surestimation. En effet, si on ne s'intéresse qu'aux exploitations cultivant une certaine culture (la banane export par exemple), il se peut que l'autre activité agricole déclarée ne concerne pas une exploitation ayant cette culture d'intérêt et le risque de doublons n'existe pas dans ce cas.

- La main d'œuvre salariée non familiale

La main d'œuvre salariée non familiale ou MOS correspond aux personnes occupant un emploi permanent régulier et qui n'ont pas de liens familiaux avec le chef d'exploitation ou l'un des coexploitants et qui ne vivent pas sur l'exploitation. Cette population comprend les personnes employées en contrat à durée indéterminée ou à durée déterminée, lorsqu'elles sont présentes plus de 8 mois cumulés sur l'année. Il s'agit de personnes qui occupent un poste à temps complet ou à temps partiel.

Les informations pour cette sous-population sont moins précises que pour la main d'œuvre familiale, puisque ce sont uniquement des données agrégées (nombre de personnes dont nombre de femmes, etc.). Toutefois, il existe quelques subtilités entre certains questionnaires : pour les RA de 2000 et 2010, on dispose du nombre de femmes et d'hommes par temps

⁴ Modalités disponibles pour le lien de parenté avec le chef d'exploitation (après recodage) : chef d'exploitation, conjoint, autre parent, non apparenté.

⁵ Modalités disponibles pour le niveau de formation (après recodage en grands niveaux de formation) : Niveau primaire ou inférieur; Niveau secondaire court ; Niveau secondaire long ; Niveau supérieur.

⁶ Modalités disponibles pour les temps de travail (après recodage) : Aucune activité / Moins de ½ temps / ½ temps à moins d'un temps plein / Temps plein.

⁷ Modalités disponibles pour les activités principales et secondaires (après recodage) : Sans activité / Activité agricole salariée / Activité agricole non salariée / Autre activité.

d'activité (découpés en quart de temps), tandis que pour 1981, seul le nombre d'hommes et de femmes travaillant dans l'exploitation est précisé, et en 1989 aucune information sur le sexe des salariés n'est donnée. L'âge et les formations des salariés ne sont pas renseignés. Pour les années 1981 et 1989, il n'est pas possible de différencier le sexe des salariés par temps de travail (absence du sexe pour 1989, et absence du sexe par temps de travail en 1981).

I TABLEAU A2 I

Informations sociodémographiques disponibles pour la main d'œuvre salariée non familiale dans les RA de 1981, 1989, 2000 et 2010

Indicateur	1981	1989	2000	2010
Nombre de personnes	X	X	X	X
Sexe	X		X	X
Temps de travail sur l'exploitation ⁸	X	X	X	X

Tout comme la MOF, il existe aussi au sein de la MOS un risque de doublons. En effet, les salariés peuvent effectuer des temps partiels et potentiellement travailler pour plusieurs exploitations agricoles. Or, il n'est pas possible de connaître le nombre d'employeurs de chacun des salariés recensés et, les informations n'étant pas nominatives, il n'est pas possible de relier les déclarations de chaque exploitations entre-elles. Ainsi, un salarié travaillant sur deux exploitations sera comptabilisé deux fois et les effectifs seront surestimés. L'effectif total est alors un nombre maximal de salariés auquel il faudrait retrancher les doublons. Il n'est pas possible d'évaluer convenablement cette surestimation dans le RA. Elle peut cependant être approchée en comptabilisant ceux qui ont une activité sur l'exploitation inférieure à un mi-temps, et donc qui ont plus de chance de travailler dans une autre exploitation pour compléter leur temps de travail. La proportion des individus travaillant moins d'un mi-temps permet d'estimer un pourcentage de doublons maximal. En effet, toutes ces personnes ne sont pas forcément concernées par une autre activité et parmi les personnes concernées, les autres activités peuvent aussi concerner soit des exploitations agricoles sans lien avec la ou les cultures d'intérêt soit d'autres secteurs d'activité. Il s'agit d'un scénario du pire cas mais qui donne une idée du risque de surestimation de la MOS.

- La main d'œuvre saisonnière ou occasionnelle

La main d'œuvre saisonnière ou occasionnelle ou MOO est composée de personnes ayant travaillé moins de 8 mois cumulés sur l'exploitation au cours de l'année, à temps partiel ou à temps complet, indépendamment des caractéristiques de leur contrat de travail : contrat à durée indéterminée ou à durée déterminée, ou saisonniers. Les stagiaires sont comptabilisés dans la MOO pour les RA de 1981 et 1989, tandis qu'ils sont notés à part pour 2000.

Sur l'ensemble des RA, la seule information commune disponible est le nombre de jours travaillés. A partir de 1989, le nombre de personnes est renseigné pour chaque année de recensement. Pour l'année 1981, il est possible de connaître le nombre de jours travaillés des salariés occasionnels pour la récolte de la canne à sucre.

⁸ Modalités disponibles pour les temps de travail (après recodage) : Moins de ½ temps / ½ temps à moins d'un temps plein / Temps plein.

Il n'est pas possible de savoir si la personne est restée une journée dans l'exploitation ou 7 mois, ni d'identifier si une personne, employée dans l'exploitation, l'a été dans une autre exploitation ultérieurement. Les risques de comptabilisation de doublons sont importants. Contrairement aux questionnaires de métropole, aucune information sur le sexe et le temps de travail n'est recueillie.

I TABLEAU A3 I

Informations sociodémographiques disponibles pour la main d'œuvre salariée occasionnelle dans les RA de 1981, 1989, 2000 et 2010

Indicateur	1981	1989	2000	2010
Nombre de personnes		X	X	X
Nombre de jours travaillés	X	X	X	X
Différenciation stagiaires			X	
Nombre de jours destinés à la récolte de la canne	X			

- Le personnel d'entreprises de travaux agricoles (ETA) ou de coopératives d'utilisation de matériel agricole (Cuma)

Les exploitations agricoles peuvent avoir recours à des entreprises de travaux agricoles (ETA) ou des coopératives d'utilisation de matériel agricole (Cuma) à la fois pour des travaux spécifiques qui nécessiteraient des compétences ou du matériel particulier mais également dans le cas d'un besoin de renfort en main d'œuvre. De ce fait, ces entreprises emploient du personnel qui intervient au sein des exploitations agricoles et est donc potentiellement exposé professionnellement à des substances chimiques ; au même titre que le personnel employé directement par l'exploitation.

Pour cette sous-population, la seule information disponible dans les recensements agricoles de 2000 et 2010 est le nombre de journées fournies au cours de l'année. Cependant, il est possible de distinguer le nombre de jours effectués par du personnel d'ETA d'une part et par du personnel de Cuma d'autre part seulement dans le RA de 2010. Pour les RA de 1981 et 1989, il n'existe aucune information quantitative sur ce type de population, en revanche on sait si l'exploitation est affiliée à une Cuma. Aucune information sur le nombre de personnes étant intervenues sur l'exploitation n'est disponible, quelle que soit l'année de RA.

I TABLEAU A4 I

Informations sociodémographiques disponibles pour le personnel d'ETA ou de Cuma dans les RA de 1981, 1989, 2000 et 2010

Indicateur	1981	1989	2000	2010
Nombre de personnes				
Nombre de jours travaillés par du personnel d'ETA				X
Nombre de jours travaillés par du personnel de Cuma				X
Nombre de jours travaillés par du personnel d'ETA ou de Cuma			X	
Affiliation à une coopérative ⁹	X	X		

⁹ En 1981, il est possible de différencier l'affiliation à une coopérative, une SICA ou une Cuma. En 1988, il n'est pas possible de distinguer l'affiliation à un quelconque type de coopérative.

Discussion

Cette annexe a pour but d'étudier les différentes données populationnelles disponibles dans les recensements agricoles de La Réunion, Guadeloupe et Martinique de 1981, 1989, 2000 et 2010 afin de les croiser avec les données d'expositions aux produits phytopharmaceutiques des MCE du projet Matphyto.

Le RA n'est pas un recensement spécifiquement dédié à la description de la population agricole, puisqu'il recense les exploitations agricoles et non les individus, ce qui diffère du recensement de la population générale mis en place par l'Insee. Toutes les exploitations agricoles sont recensées et un grand nombre d'informations sont recueillies. Celles-ci portent sur la production végétale et animale, sur les équipements, sur la diversification des activités, etc. Un certain nombre de données sur les populations présentes au sein des exploitations agricoles sont également disponibles.

L'exploration de la quantité et de la qualité des données disponibles ont montré que celles-ci diffèrent selon :

- L'année du recensement : les variables ont évolué au cours du temps. Par ailleurs, les recensements plus anciens ne sont pas forcément les moins précis.
- La catégorie de population : les informations sur les exploitants agricoles sont plus complètes et stables dans le temps que celles sur les saisonniers par exemple.
- Le département : des questions sont plus spécifiques à certains départements, selon les cultures qui y sont les plus produites.

Ce manque d'homogénéité entre les données recueillies dans les différents recensements rend difficiles des analyses d'évolutions temporelles pour toutes les catégories de population. Par exemple, le sexe de la main d'œuvre non familiale permanente n'est pas renseigné en 1989, alors qu'on dispose de cette information pour tous les autres RA.

De plus, il est impossible de suivre une exploitation (et donc des individus) entre les différentes années du recensement. Le croisement avec les MCE ne peut alors être réalisé qu'en transversal (une année donnée) sans possibilité de croisement en longitudinal (sur plusieurs années). Les calculs de prévalence d'exposition ne peuvent s'effectuer que pour chacune des années disponibles du recensement agricole. Le calcul d'une prévalence d'exposition aux produits phytopharmaceutiques sur la vie entière d'un individu par l'intermédiaire des RA n'est pas possible. Pour cela, d'autres données (cohortes, études longitudinales, etc.) devront être utilisées.

Aucune information relative aux activités des individus présents au sein des exploitations agricoles n'est disponible (tâches effectuées, cultures ou élevages concernés, etc.). Seule la présence de ces personnes sur les exploitations, au moins à un moment donné est connue. De ce fait la prévalence d'exposition aux produits phytopharmaceutiques en croisant les données populationnelles des recensements avec les données d'expositions des MCE peut être surestimée.

Les données concernant les exploitants agricoles ou coexploitants et leurs membres de la famille sont suffisamment complètes et stables dans le temps. La MOS est décrite de manière relativement homogène dans le temps mais il n'est pas possible d'éviter les risques de doublons (personnes travaillant dans plusieurs exploitations comptabilisées plusieurs fois). Toutefois, nous pouvons approcher ce risque de surestimation grâce aux informations données sur les activités agricoles extérieures pour la MOF et grâce au temps travaillé sur l'exploitation pour la MOS. La main d'œuvre salariée occasionnelle est par contre très mal

décrite. Il n'est pas possible de la comptabiliser correctement car la seule information stable dans le temps est le nombre de jours travaillés.

Enfin, les informations concernant le personnel employé par des Cuma ou des ETA ne permettent pas de décrire précisément la population concernée.

Annexe 2 : Utilisation des recensements agricoles des DOM pour le croisement avec les matrices cultures expositions Matphyto : comment identifier les exploitations agricoles cultivant de la banane dessert destinée à l'exportation aux Antilles ?

Introduction

L'exposition de la population aux pesticides est un enjeu important de santé publique. Les travailleurs du monde agricole sont parmi les premiers concernés car ils manipulent un grand nombre de produits phytopharmaceutiques pour la protection de leurs cultures. Dans ce cadre, Santé publique France a mis en place un projet de construction d'outils d'évaluation rétrospective des expositions aux pesticides en fonction des cultures agricoles : les matrices cultures-expositions (MCE) Matphyto. Le croisement des MCE avec des données populationnelles permet d'estimer les expositions aux divers pesticides agricoles utilisés sur les cultures. Il peut s'agir de données issues de sujets d'études épidémiologiques (cohortes, études cas/témoins, etc.) ou de bases de données issues de recensements. Le recensement agricole (RA), qui est spécifiquement dédié aux exploitations agricoles en France, à leur main d'œuvre et à leur assolement (cultures agricoles), est la source la plus adéquate pour croiser les données d'exposition aux pesticides des MCE Matphyto avec des données populationnelles dans l'objectif de calculer des prévalences d'exposition dans la population professionnelle agricole.

L'objet de la présente note scientifique est de décrire la méthode permettant d'identifier, parmi l'ensemble des exploitations agricoles recensées dans les différents RA, les exploitations agricoles cultivant de la banane dessert destinée à l'exportation (par opposition à la culture de banane-légume à cuire ou banane dessert destinée au marché local).

Présentation du projet Matphyto

La Direction santé travail a mis en place et coordonne un programme de réalisation de matrices cultures-expositions (MCE) : le projet Matphyto. Ce projet a pour objectif de développer des MCE pour chacune des principales cultures agricoles françaises afin de permettre l'évaluation rétrospective des expositions aux produits phytopharmaceutiques en France. Les MCE décrivent l'utilisation des grands groupes de produits phytopharmaceutiques (herbicides, insecticides, fongicides), déclinés par grandes familles chimiques (benzimidazoles, organophosphorés etc.) et par substances actives. Matphyto est actuellement spécifiquement adapté à la population agricole et couvre l'ensemble du territoire français métropolitain et, depuis peu, trois départements ultramarins (Guadeloupe, Martinique et La Réunion).

Les MCE sont des bases de données permettant de caractériser les utilisations rétrospectives de produits phytopharmaceutiques en fonction des cultures ou groupes de cultures (depuis les 40 ou 50 dernières années). Elles s'intéressent à l'ensemble du territoire et peuvent faire l'objet de découpage géographique homogène en fonction des différentes cultures agricoles investiguées.

Les applications de ces matrices sont nombreuses dans le domaine de la surveillance en santé-travail notamment pour documenter les expositions professionnelles, en particulier les plus anciennes. Elles peuvent également être utilisées afin de caractériser divers indicateurs d'exposition comme les prévalences d'expositions professionnelles aux produits phytopharmaceutiques en fonction des cultures, des périodes, et éventuellement des régions de production. Elles constituent aussi une aide précieuse à l'évaluation individualisée des

expositions aux produits phytopharmaceutiques lors d'études épidémiologiques à partir de la connaissance des cultures pratiquées, ou à défaut d'une information minimale concernant les exploitations agricoles. Enfin, elles sont également utiles aux médecins du travail pour estimer les expositions professionnelles passées, ce qui est essentiel pour la prise en charge médico-sociale individuelle.

L'utilisation des MCE nécessite de connaître les cultures agricoles avec lesquelles les sujets d'étude ont été en contact. Dans le cadre de l'estimation des prévalences d'exposition aux pesticides (groupes : i.e. herbicides, fongicides, insecticides ; famille chimique : i.e. triazines, organophosphorés ; substances actives : i.e. amétryne, fosthiazate) chez les travailleurs agricoles par croisement des MCE avec des données de populations exhaustives, les recensements agricoles décennaux sont les plus appropriés.

Recensement des exploitations bananières : comment identifier les exploitations de bananes dessert destinées à l'exportation ?

- Contexte

La culture de la banane est présente dans l'ensemble des 3 départements d'Outre-Mer couverts actuellement par le projet Matphyto : Guadeloupe, Martinique, et Réunion. Il existe de nombreuses variétés de bananes cultivées réparties dans deux catégories : les bananes « dessert » consommées crues et les bananes « à cuire » comme les bananes plantains ou les bananes dessert vertes (pas mûres). Seules la Guadeloupe et la Martinique produisent de la banane dessert destinée à l'export. Ces deux départements produisent également de la banane dessert destinée au marché local ou à l'autoconsommation et de la banane à cuire, considérée comme un légume donc intégrée dans les cultures maraîchères dans les RA. La MCE Matphyto banane aux Antilles s'intéresse uniquement aux exploitations agricoles produisant de la banane dessert destinée à l'export : cette production représente la majorité de la main d'œuvre et de la surface en production en banane. De plus, les pratiques agricoles, dont l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, sont plus intensives dans la culture de banane export (fruits calibrés et répondant à des cahiers des charges stricts). Autre particularité de la culture de la banane, elle est présente au sein de nombreuses exploitations agricoles. En particulier lors des années anciennes (1970-1980) où de nombreuses exploitations agricoles cultivaient quelques plants de bananiers pour une vente sur le marché local ou pour l'autoconsommation.

Le RA, mis en place depuis 1973 en Guadeloupe et Martinique, recense toutes les exploitations agricoles déclarant de la banane dessert quelle que soit l'utilisation finale de la culture, pour une production personnelle ou professionnelle pour l'exportation ou pour le marché local.

Pour utiliser les données de la MCE banane aux Antilles, il est essentiel de distinguer les exploitations cultivant de la banane dessert destinée à l'exportation parmi l'ensemble des exploitations agricoles recensées et déclarant une surface en banane dessert. Pour cela, il est nécessaire de mettre en place une méthode de sélection à partir des variables disponibles informatiquement dans les différents RA mis à disposition, soit les recensements agricoles de 1980-1981, de 1988-1989, de 2000 et de 2010 (le RA de 1973 existe mais n'est pas numérisé). L'année 1981 a été choisie comme date de référence pour le RA de 1980-1981 et l'année 1989 pour le RA de 1988-1989.

- Méthode de sélection des exploitations

Seuls le RA 2000 pour la Guadeloupe et la Martinique, et le RA 2010 pour la Guadeloupe comportent une variable sur l'exportation de banane dessert, permettant de sélectionner

précisément les exploitations produisant de la banane dessert destinée à l'exportation. Pour pallier l'absence de cette variable distinctive dans les autres RA, nous avons reconstitué l'historique du nombre d'exploitations agricoles de bananes dessert d'exportation, avec leurs surfaces associées, depuis 1981 par une recherche bibliographique et des entretiens avec les acteurs de la filière banane (données issues principalement des coopératives bananières - coopératives organisant la filière de la banane export, de la plantation à l'exportation et des entretiens avec André Lassoudière).

Le Tableau A5 présente les résultats de notre recherche bibliographique par zone géographique et par année correspondant aux RA ainsi que les données du RA concernant la variable d'exportation de banane dessert lorsqu'elle existe.

I TABLEAU A5 I

Nombre d'exploitations de bananes dessert export aux Antilles et surfaces correspondantes (Sources : recensements agricoles et synthèse bibliographiques)

Date	Zone géographique	Recensements agricoles (RA)		Données bibliographiques	
		Nombre d'exploitations exportatrices	Surface en bananes export (ha)	Nombre d'exploitations exportatrices	Surface en bananes export (ha)
1981	Guadeloupe	-	-	1800	7900
	Martinique	-	-	1400	6960
	Total	-	-	3200	14860
1989	Guadeloupe	-	-	2200	7260
	Martinique	-	-	1200	8300
	Total	-	-	3400	15560
2000	Guadeloupe	548	4557	570	4950
	Martinique	844	9180	770	9200
	Total	1392	13737	1340	14150
2010	Guadeloupe	235	2159	210	2010
	Martinique	-	-	430	6300
	Total	-	-	640	8310

- : données non disponibles.

Le nombre d'exploitations cultivant de la banane dessert destinée à l'exportation et les surfaces correspondantes sont similaires entre les 2 sources d'information (RA et données bibliographiques). Nous considérons alors que les données issues de la bibliographie sont fiables, et peuvent faire office de référence pour les RA dont nous ne disposons pas de l'information sur l'exportation de la banane (RA de 1981 et 1989 pour les 2 régions, et RA de 2010 pour la Martinique).

Comment sélectionner les n exploitations exportatrices parmi les N exploitations recensées cultivant de la banane dessert ? Nous faisons l'**hypothèse** suivante : les exploitations agricoles produisant de la banane dessert d'exportation étant généralement les exploitations avec les plus grandes surfaces de banane, la sélection de ces exploitations dans le RA peut se faire en prenant les n exploitations avec les plus grandes surface de banane dans chacun des RA (n étant le nombre d'exploitations établi d'après notre recherche bibliographique). Les données précises des RA de 2000 (Guadeloupe et Martinique) et 2010 (Guadeloupe) nous permettent de vérifier cette hypothèse. Si l'hypothèse est validée pour ces RA, nous étendrons cette méthode aux RA dont nous n'avons pas l'information.

Étape 1 : Sélection des n exploitations avec les plus grandes surfaces de banane parmi toutes les exploitations cultivant de la banane dans les RA

Pour sélectionner les *n* exploitations avec les plus grandes surfaces de banane, nous avons défini un seuil de surface pour chaque région et chaque RA grâce aux données du Tableau A5. Par exemple pour la Guadeloupe en 2000 : nous avons pris les 570 exploitations avec les plus grandes surfaces de banane. La 570^e exploitation atteint le seuil de 1,49 hectares (ha), or 5 autres exploitations ont une surface de banane égale à 1,49 ha, ce qui revient à prendre les « 575 » qui ont une surface banane supérieure ou égale à 1,49 ha. Nous avons fait le choix de prendre toutes les exploitations qui ont une surface supérieure ou égale à 1,49 ha et avons donc sélectionné 575 exploitations. Nous procédons de même pour l'ensemble des autres RA.

Le Tableau A6 résume les exploitations sélectionnées, avec la surface minimale de banane de ces exploitations (seuil).

I TABLEAU A6 I

Seuils de surface de banane, et nombre d'exploitations dont la surface de banane est supérieure ou égale à ce seuil

Date des RA	Région	Seuil minimale de surface banane en hectare	Nombre d'exploitations dont la surface de banane est supérieure ou égale à ce seuil
1981	Guadeloupe	0,62	1804
	Martinique	0,30	1435
1989	Guadeloupe	0,25	2220
	Martinique	0,60	1204
2000	Guadeloupe	1,49	575
	Martinique	1,25	773
2010	Guadeloupe	2,50	214
	Martinique	1,75	430

Étape 2 : Croisement des exploitations déclarant exporter de la banane dessert selon les RA de 2000 et 2010 avec les plus grandes exploitations bananières sélectionnées selon notre hypothèse

Dans les RA de 2000 et RA de 2010, une exploitation est considérée comme exportatrice de banane dessert dès lorsqu'elle déclare exporter au moins 1 are (0,01 ha) de banane.

Nous avons croisé les exploitations déclarant exporter de la banane dessert aux exploitations dont la surface de banane était supérieure ou égale aux seuils suivants définis précédemment (tableau A6). L'objectif de ce croisement est de comptabiliser au sein des exploitations retenues selon notre hypothèse (c'est-à-dire selon un ordre décroissant de surface cultivée en banane dessert) celles qui déclarent exporter. Les résultats sont présentés dans le tableau A7.

I TABLEAU A7 I

Croisement des plus grandes exploitations avec les exploitations exportant de la banane

<i>Guadeloupe</i> RA 2000	L'exploitation exporte au moins 1 are de bananes dessert			
		Non	Oui	Total
Les plus grandes exploitations de bananes dessert	Non	596	55	651
	Oui	82	493	575
	Total	678	548	1226
<i>Martinique</i> RA 2000	L'exploitation exporte au moins 1 are de bananes dessert			
		Non	Oui	Total
Les plus grandes exploitations de bananes dessert	Non	420	96	516
	Oui	25	748	773
	Total	445	844	1289
<i>Guadeloupe</i> RA 2010	L'exploitation exporte au moins 1 are de bananes dessert			
		Non	Oui	Total
Les plus grandes exploitations de bananes dessert	Non	343	47	390
	Oui	26	188	214
	Total	369	235	604

Clé de lecture : en Guadeloupe selon le RA de 2000, parmi les 575 plus grandes exploitations agricoles déclarant produire de la banane dessert, 493 exportent et 82 n'exportent pas.

Étape 3 : Validation de la méthode de sélection par calcul de la sensibilité et de la spécificité

Afin de valider notre hypothèse de départ (les plus grandes exploitations agricoles de bananes dessert sont celles qui exportent) la sensibilité et la spécificité sont calculées à partir de données du tableau A7. Pour valider notre méthode de sélection, une sensibilité et une spécificité supérieures à 80 % sont attendues. L'indice de Youden¹⁰ est également calculé, plus il se rapproche de 1, plus la méthode est précise. Les résultats sont présentés dans le tableau A8.

I TABLEAU A8 I

Sensibilité, spécificité et indice de Youden pour les RA 2000 et 2010

	RA 2000		RA 2010
	Guadeloupe	Martinique	Guadeloupe
Sensibilité	90,0%	88,6%	80,0%
Spécificité	87,9%	94,4%	93,0%
Indice de Youden	0,78	0,83	0,73

Clé de lecture : en Guadeloupe selon le RA 2000, 90 % des plus grandes exploitations exportaient au moins 1 are de bananes dessert et 87,9 % des plus petites exploitations n'exportaient pas.

Les résultats présentés dans le Tableau A8 montrent que notre méthode de sélection a une bonne sensibilité (les plus grandes exploitations exportent) et une bonne spécificité (les plus petites exploitations n'exportent pas). Les sensibilités et spécificités se trouvant toujours supérieures à 80 %, notre méthode de sélection des exploitations est validée. En conclusion, la taille des exploitations est bien en corrélation avec le mode de commercialisation : les

¹⁰ Calcul de l'indice de Youden : Sensibilité + Spécificité - 1.

exploitations agricoles de bananes dessert d'exportation sont les plus grandes exploitations de bananes dessert.

Étape 4 : Extension de la méthode aux RA 1981, RA 1989 et RA 2010 en Martinique

Notre hypothèse étant validée, notre méthode consistant à sélectionner les plus grandes exploitations agricoles de bananes dessert, est donc étendue aux RA de 1981 et 1989 en Guadeloupe et Martinique, et au RA de 2010 en Martinique d'après nos seuils de surface définis à l'étape 1 (Tableau A6).

Le tableau A9 présente la synthèse des résultats de la méthode de sélection pour les quatre RA en Guadeloupe et Martinique.

Connaissant la surface en banane dessert export (tableau A5), un contrôle a été effectué afin de vérifier si celle-ci s'approche bien de la surface totale de banane dessert des plus grandes exploitations sélectionnées selon notre hypothèse (dernière colonne du Tableau A9. Ce contrôle est positif, ce qui renforce notre méthode de sélection.

Notre méthode de sélection s'applique aux RA de 1981 et 1989 pour les 2 régions et au RA 2010 pour la Martinique. Pour le RA de 2000 de Guadeloupe et Martinique et le RA de 2010 de Guadeloupe, nous sélectionnons les exploitations directement en utilisant les variables liées à l'exportation de banane dessert disponibles dans le RA, sans utiliser notre méthode de sélection.

I TABLEAU A9 I

Nombre d'exploitations agricoles (EA) de bananes dessert dans le RA et nombre d'exploitations agricoles (EA) exportatrices de banane dessert sélectionnées selon notre méthode pour les années 1981, 1989, 2000 et 2010 et leurs surfaces en banane dessert associées

		Nombre d'EA recensées dans le RA	Nombre d'EA sélectionnées	Proportion d'EA sélectionnées	Surface recensées dans le RA (ha)	Surface des EA sélectionnées (ha)	Proportion de la surface sélectionnée parmi la surface totale	Taux de variation : surface des EA sélectionnées / surface issues de la bibliographie (tableau A5)
1981	Guadeloupe	3084	1804	58,5%	8470	8043	95,0%	+1,8%
	Martinique	2065	1435	69,5%	7215	7139	98,9%	+2,6%
	Total	5149	3239	62,9%	15685	15182	96,8%	+2,2%
1989	Guadeloupe	2881	2220	77,1%	7328	7255	99,0%	-0,1%
	Martinique	1981	1204	60,8%	8283	8160	98,5%	-1,7%
	Total	4862	3424	70,4%	15611	15415	98,7%	-0,9%
2000	Guadeloupe	1226	548*	44,7%	5009	4557	91,0%	-7,9%
	Martinique	1289	844*	65,5%	9308	9180	98,6%	-0,2%
	Total	2515	1392	55,3%	14317	13737	95,9%	-2,9%
2010	Guadeloupe	604	235*	38,9%	2453	2159	88,0%	+7,4%
	Martinique	692	430	62,1%	6396	6246	97,7%	-0,9%
	Total	1296	665	51,3%	8849	8405	95,0%	+1,1%

* : Exploitations ayant déclaré exporter de la banane dans les RA.

Discussion

La présente note scientifique a pour but de déterminer une méthode pour sélectionner les exploitations agricoles antillaises cultivant de la banane dessert destinée à l'exportation dans le RA en l'absence des variables appropriées. Cette sélection des exploitations bananières est nécessaire pour le croisement des données populationnelles du RA avec les données d'expositions aux produits phytopharmaceutiques de la MCE banane aux Antilles.

Le RA répertorie l'ensemble des exploitations agricoles sur le territoire et les interroge notamment sur leur assolement. Un grand nombre d'entre-elles déclarent cultiver de la banane. Cependant, seule la banane dessert d'exportation, activité économique de première importance aux Antilles, fait l'objet d'une étude du projet Matphyto sur les usages de produits phytopharmaceutiques. S'il est relativement aisé de distinguer les cultures de bananes plantain (légumes), il est en revanche compliqué de distinguer la culture de la banane dessert export et la culture de la banane dessert pour le marché local dans les RA. Une exploitation qui exporte de la banane dessert aura, en moyenne, un usage des produits phytopharmaceutiques différent d'une exploitation qui destine sa banane à l'autoconsommation ou au marché local : plus grande variété de substances, plus grande fréquence de traitements, etc. C'est pourquoi la MCE banane s'intéresse aux exploitations cultivant de la banane dessert destinée à l'exportation. Il est donc nécessaire de trouver un moyen de sélectionner parmi les exploitations déclarant de la banane dessert, celles qui destinent leur production à l'exportation.

Ainsi, nous avons pris la décision de sélectionner les n plus grandes exploitations (n étant le nombre d'exploitations exportatrices évalué par l'analyse de la bibliographie et l'expertise) lorsqu'on ne dispose pas de l'information d'exportation de banane dans les RA, soit pour les RA de 1981 et RA 1988 pour la Guadeloupe et la Martinique, et le RA de 2010 uniquement pour la Martinique. En revanche, lorsque les RA comportent la question sur l'exportation de banane, soit pour les RA de 2000 de Guadeloupe et Martinique et le RA de 2010 pour la Guadeloupe, la sélection des exploitations exportatrices s'effectue directement à partir de cette variable. La sélection des exploitations bananières par notre méthode (cf. Tableau A9) permet de limiter le nombre d'exploitations à prendre en compte lorsque l'on s'intéresse aux exploitations cultivant de la banane dessert destinée à l'exportation parmi l'ensemble des exploitations cultivant de la banane dessert.

Toutefois notre méthode présente des biais de sélection. En effet, bien que la spécificité et la sensibilité soient élevées, certaines exploitations sont intégrées alors qu'elles ne le devraient pas et inversement. Cependant, cette sélection a pour objectif de calculer des prévalences d'exposition dans la population agricole. Intégrer des exploitations qui ne devraient pas y être et exclure des exploitations qui devraient y être n'a pas d'incidence si le même nombre d'individus avec des caractéristiques sociodémographiques similaires est intégré ou exclu. Les informations liées à l'état de santé ne font pas partie des données disponibles dans les RA. Il n'y a donc pas de risque ici de sélectionner ou d'exclure des individus selon leur état de santé. Seuls les effectifs nous importent. Ainsi, nous avons calculé qu'en 2000 pour la Guadeloupe, avec notre méthode, nous surestimerions la population de 92 travailleurs (nous aurions sélectionné 2864 travailleurs par notre méthode alors que 2 772 travailleurs sont recensés dans les exploitations déclarant exporter de la banane, soit une erreur de 3 %). Pour la Martinique, avec notre méthode, nous aurions sous-estimé la population de travailleurs de 112 personnes, soit une erreur de 2 %. Enfin, en 2010 pour la Guadeloupe, avec notre méthode nous sous-estimerions la population de 36 travailleurs, soit 3 %.

Notre méthode permet de sélectionner au sein de tous les RA les exploitations exportatrices de banane dessert parmi l'ensemble des exploitations déclarant cultiver de la banane dessert. Ainsi, pour la Guadeloupe et la Martinique nous ne retenons respectivement que 58,5 % et

69,5 % des exploitations dans le RA de 1981, 77,1 % et 60,8 % dans le RA de 1989, 44,7 % et 65,5 % dans le RA de 2000 et 38,9 % et 62,1 % dans le RA de 2010. Ces résultats montrent bien que le simple fait de s'en tenir à la seule déclaration de banane dessert par une exploitation impliquerait d'augmenter artificiellement et de manière très importante le nombre d'exploitations concernées et par conséquent le nombre d'individus. Cette sélection des exploitations avant le croisement avec les données d'expositions de la MCE banane aux Antilles est donc indispensable.