

SANTÉ  
TRAVAIL

Projet MatPhyto DOM

# ÉVALUATION DES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES AUX PESTICIDES UTILISÉS DANS LA CULTURE DE LA CANNE À SUCRE À L'ÎLE DE LA RÉUNION ET DE LEURS EFFETS SANITAIRES

## POINTS-CLÉS

### En 1981, 1989, 2000 et 2010 (dates de l'étude) :

- 44 % à 88 % des exploitations de canne à sucre à la Réunion ont utilisé au moins un pesticide cancérigène, reprotoxique ou induisant une perturbation endocrinienne. L'utilisation augmente avec le temps et est plus importante dans l'est que dans l'ouest de l'île.
- 44 % à 88 % des travailleurs agricoles de la canne à sucre ont été exposés au moins une fois dans leur vie à un pesticide cancérigène, reprotoxique ou induisant une perturbation endocrinienne, soit un effectif de 6 300 à 10 000 personnes concernées.

### De 1977 à 2014 :

- On estime à 232 tonnes la quantité totale de glyphosate appliquée sur la canne à sucre.
- En moyenne :
  - 0,5 t / an à la fin des années 70 ;
  - 3,5 t / an dans les années 80 ;
  - 7,5 t / an depuis la fin des années 80 à aujourd'hui.

### En 2014 :

- 50 % des pesticides utilisés sur la canne sont potentiellement cancérigènes, reprotoxiques ou induisant une perturbation endocrinienne, cela concerne l'exposition *a minima* de 5 900 personnes.
- Les femmes sont nombreuses, elles représentent plus de 25 % des travailleurs agricoles concernés par des expositions à des pesticides perturbateurs endocriniens et reprotoxiques.

**DEPUIS DES DÉCENNIES**, les travailleurs agricoles de la canne à sucre à la Réunion sont exposés à de nombreux pesticides. Comme pour tous les travailleurs, cette exposition est en général plus élevée que celle de la population générale car leur activité professionnelle les met en contact étroit et répété avec les substances utilisées. De nombreuses études scientifiques ont montré ou suspecté les effets sanitaires néfastes des substances actives contenues dans les pesticides sur l'organisme humain [1]. Plusieurs d'entre elles sont classées par les organismes nationaux ou internationaux comme cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction (CMR) ou perturbateurs endocriniens (PE).

Quel est l'impact de cette exposition aux pesticides sur la santé des travailleurs agricoles de la canne à sucre à la Réunion ? Quels sont les risques des travailleurs de la canne à sucre de développer des maladies graves telles que des cancers ou la maladie de Parkinson ?

Pour répondre à ces questions, il est nécessaire en premier lieu d'estimer l'exposition des travailleurs.

La reconstitution *a posteriori* de l'exposition des travailleurs agricoles aux pesticides a été réalisée au moyen d'une matrice culture-exposition spécifique de la canne à sucre à la Réunion, pour la période allant de 1960 à 2014.

Les effets toxiques pour l'Homme des pesticides identifiés dans cette matrice culture-exposition ont été recherchés dans les bases de données nationales et internationales qui font référence en toxicologie de régulation et en évaluation du risque chimique pour la santé humaine.

## LA CULTURE DE LA CANNE À SUCRE À LA RÉUNION

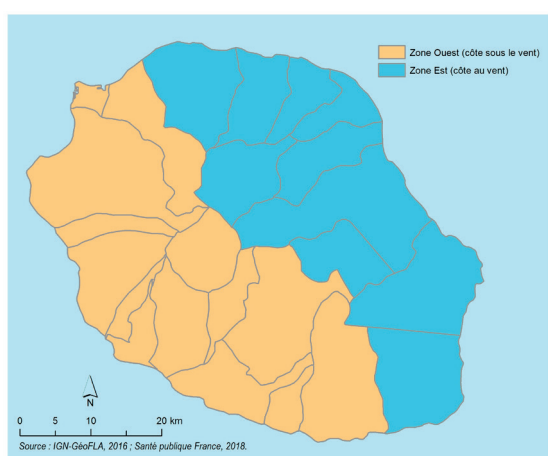
Importée à la Réunion au cours du XVIII<sup>e</sup> siècle, la culture de la canne à sucre occupe aujourd'hui plus de 24 000 hectares, soit plus de la moitié de la surface agricole utile de l'île. Près de la moitié des exploitations en cultivent. Cette plante trouve sur place les conditions climatiques tropicales (chaleur et humidité) propices à son développement [2].

En 2015 [3], 1 900 000 tonnes de canne ont été récoltées, faisant de la Réunion le principal producteur européen de sucre de canne, dont la quasi-totalité est exportée.

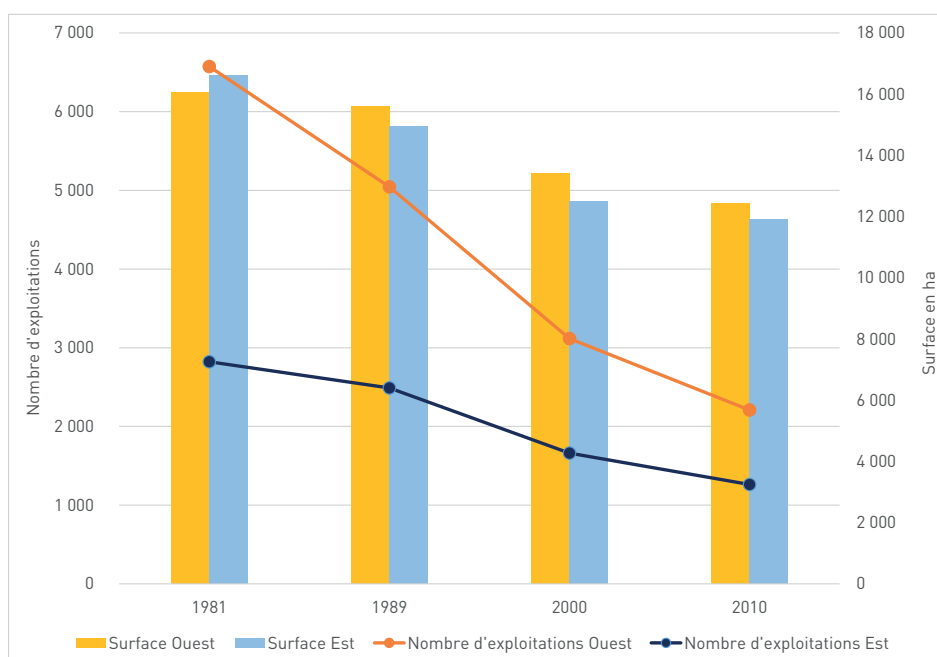
Deux zones géographiques sont généralement délimitées pour cette culture : la zone est ou côte au vent, plus humide, et la zone ouest ou côte sous le vent, plus sèche (Figure 1).

Le nombre d'exploitations déclarant cultiver de la canne à sucre à la Réunion a fortement diminué entre 1981 (9 394 exploitations) et 2010 (3 473 exploitations). Il est inégalement réparti dans l'île : en 2010, 36 % d'entre elles se situent à l'est et 64 % se situent à l'ouest (Figure 2).

**FIGURE 1 | Zone est (côte au vent) et zone ouest (côte sous le vent) de la Réunion**



**FIGURE 2 | Nombre d'exploitations de canne à sucre et surfaces de canne à sucre en hectares, à l'est et l'ouest de la Réunion, en 1981, 1989, 2000 et 2010**



## DES MÉTHODES D'ÉPANDAGE ET D'APPLICATION VARIABLES

L'exposition aux pesticides des travailleurs agricoles de la canne à sucre à la Réunion a lieu lors de différentes tâches professionnelles : préparation des bouillies, épandage, nettoyage du matériel ou encore à l'occasion des ré-entrées dans les champs traités.

À l'inverse des plateaux où la mécanisation est possible, sur les terrains pentus, une partie importante des traitements est réalisée avec des pulvérisateurs manuels, induisant un risque d'exposition de l'opérateur plus important qu'avec des pulvérisateurs motorisés [4].

De nos jours encore, les risques d'exposition aux pesticides pour les travailleurs de la canne à sucre à la Réunion restent forts, en particulier chez les applicateurs qui utilisent des pulvérisateurs à dos et dans un contexte de chaleur et d'humidité où le port d'équipements de protection individuelle est contraignant et difficile à supporter.

## L'EXPOSITION AUX PESTICIDES DES TRAVAILLEURS DE LA CULTURE DE LA CANNE À SUCRE ET LES EFFETS TOXIQUES

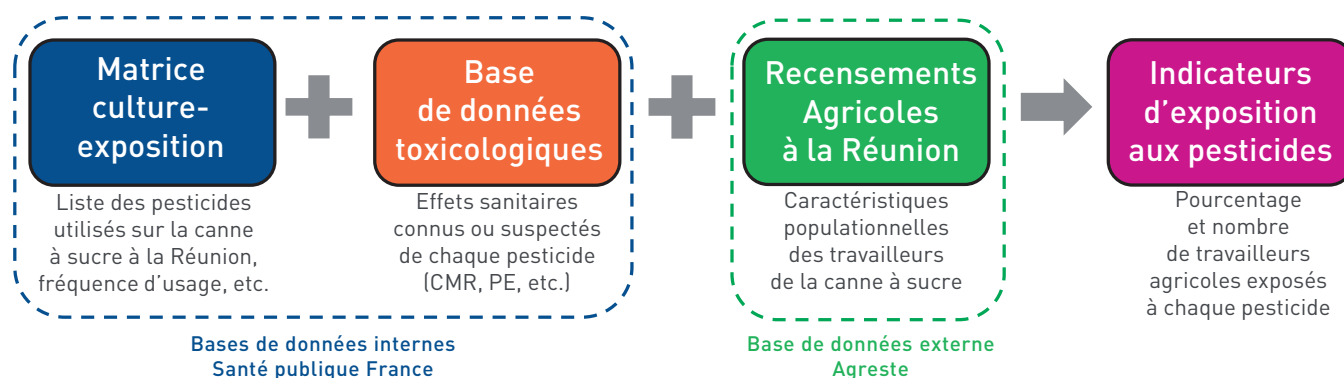
Pour évaluer ces expositions, trois sources de données ont été croisées (Figure 3), les deux premières ayant été élaborées par Santé publique France :

**1) une matrice culture-exposition [5]** : il s'agit d'une base de données qui recense l'ensemble des pesticides utilisés à la Réunion sur la canne à

sucré depuis le début des années 1960 ainsi que, pour chaque pesticide, sa probabilité d'usage (ou fréquence d'utilisation parmi les exploitations de canne) et le nombre de traitements annuels. Cette matrice a été réalisée par une recherche bibliographique et des entretiens avec de nombreux acteurs locaux et spécialistes de la production de canne à sucre afin de recueillir des informations sur les itinéraires techniques habituellement menés. Il s'agit de comprendre le raisonnement lors de la mise en place d'un plan de traitement sur une culture, à savoir les différentes conduites culturales (date de semis, désherbage mécanique, périodes de sensibilité aux ravageurs...) et leur évolution au cours du temps. Ceci permet de tracer une esquisse de l'emploi des produits phytosanitaires sur la culture considérée de manière chronologique ;

**2) une base de données toxicologiques Cipa-Tox [6]** : développée dans le cadre du projet MatPhyto, elle identifie et consigne pour chaque substance active les principaux effets nocifs sur la santé humaine qui peuvent résulter d'une exposition chronique (contacts répétés pendant plusieurs années) aux pesticides de la canne à sucre identifiés dans la matrice culture-exposition. Ces effets toxiques pour l'Homme, qui peuvent être certains ou suspectés selon le niveau de preuves scientifiques disponibles, sont documentés à partir de la réglementation européenne, de classements par des organisations internationales comme l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ou de données publiées par des instances d'expertise françaises ou étrangères (Anses, US-EPA, etc.). Dans cette étude, seuls les effets cancérigènes, mutagènes-génotoxiques et reprotoxiques (CMR) ou perturbateurs endocriniens (PE) ont été considérés ;

**FIGURE 3 | Trois sources de données pour évaluer l'exposition aux pesticides des travailleurs de la culture de la canne à sucre**



**3) les recensements agricoles spécifiques** à la Réunion, qui sont réalisés tous les dix ans par l'Agreste (ministère en charge de l'Agriculture). Seuls les quatre derniers recensements agricoles (1981, 1989, 2000 et 2010) ont pu être exploités car leurs données sont informatisées. Ils permettent d'identifier les exploitations agricoles qui cultivent la canne à sucre, de dénombrer et caractériser les personnes y travaillant l'année du recensement. Le pourcentage de travailleurs exposés aux pesticides une année donnée est calculé à partir de la matrice culture-exposition et les effectifs sont obtenus en croisant la matrice avec les données du recensement de l'année en question.

L'exposition aux pesticides des travailleurs agricoles est très hétérogène, tant en ce qui concerne les intensités d'exposition que les tâches au cours desquelles a lieu le contact avec les substances actives. Il n'est pas possible de déterminer précisément ces tâches ni les niveaux d'exposition pour les différents types de travailleurs (exploitants, ouvriers, etc.), en l'absence d'un recueil de tâches historiques. D'une part, les traitements sont réalisés avec un matériel variable, en portant ou non des équipements de protection individuels (EPI) efficaces, et d'autre part, les personnes exposées ne sont pas seulement celles qui appliquent les traitements. Il peut s'agir aussi des personnes qui manipulent les préparations commerciales (achat, stockage, etc.), préparent les bouillies (remplissage des pulvérisateurs avec les préparations commerciales et les adjuvants), se déplacent dans les parcelles déjà traitées (ré-entrée) ou bien encore manipulent les récoltes ou réalisent des traitements post-récolte [1].

Pour ces raisons, il a été impossible de déterminer le statut d'exposition des travailleurs agricoles au niveau individuel. En conséquence, pour quantifier la prévalence de l'exposition, l'étude a considéré que l'usage d'un pesticide dans une exploitation agricole est susceptible d'exposer tous ses travailleurs, exploitants et salariés. La prévalence d'exposition aux pesticides chez l'ensemble des travailleurs agricoles, c'est-à-dire le pourcentage de travailleurs exposés, a ainsi été approximée par la probabilité d'usage des pesticides dans les exploitations agricoles qui est indiquée dans la matrice culture-exposition. Les effectifs de travailleurs exposés ont ensuite été calculés en multipliant les prévalences d'exposition par le nombre de travailleurs fournis par les recensements agricoles.

L'étude a fait l'objet d'un rapport scientifique [5] et les résultats principaux sont présentés dans cette synthèse.

## LES PESTICIDES UTILISÉS SUR LA CULTURE DE LA CANNE À SUCRE À LA RÉUNION

À la Réunion, la culture de la canne à sucre reçoit des traitements de pesticides principalement pour lutter contre les mauvaises herbes : les herbicides sont donc les principaux pesticides utilisés. Les autres traitements concernent, dans une moindre mesure, les insecticides (contre le vers blanc) et les rodenticides (contre les rats). Il n'y a pas d'utilisation significative de fongicides sur la canne à sucre à la Réunion.

La canne à sucre est une culture recevant relativement peu de traitements. En effet, peu de ravageurs créent des dégâts préjudiciables. De plus, il est difficile, voire impossible, d'effectuer des traitements en plein champ lorsque la canne à sucre a atteint un certain stade de développement : le couvert végétal très dense et haut empêche de circuler aisément dans les champs de canne.

Dès 1981, plus de 70 % des exploitations de l'Est ont utilisé des pesticides pour le désherbage, contre 35 % dans l'Ouest (Figure 4). En 2010, il n'y avait plus de différence dans les probabilités de traitements entre les 2 zones. Les fréquences de traitement sont légèrement plus élevées dans l'Est que dans l'Ouest (entre 3,5 et 4,1 traitements annuels) et sont quasi stables dans le temps.

Les cinq principales familles chimiques utilisées pour le désherbage sont :

- **les acides picoliniques** (1985-2013) où les deux substances actives utilisées sont le triclopyr et le fluroxypyr. Les traitements se font par *spot*, c'est-à-dire sur certaines zones de la parcelle de canne ;

- **les amino-phosphinates** (1996-2014) sont représentés par une seule substance : le gluphosinate d'ammonium. Il s'agit d'un désherbant total très utilisé pour lutter contre les graminées. Il est moins agressif sur la canne à sucre que le glyphosate. Il est utilisé de manière très marginale dans l'Ouest (< 5 %), et de manière plus importante dans l'Est (90 % des volumes) ;

- **les amino-phosphonates** (1977-2014) sont représentés par une seule substance : le glyphosate. Il s'agit d'un désherbant total, utilisé en *spot* pour lutter

contre certaines mauvaises herbes bien développées. Son usage concerne les deux zones de l'île. En moyenne, une exploitation de 1 hectare utilise 430 grammes de glyphosate. Entre 1977 (début de l'utilisation du glyphosate) et 2014 (fin de l'étude), il est possible d'estimer la quantité totale de glyphosate utilisée sur la canne à sucre, soit 232 tonnes de substance active (Figure 5). En moyenne, 7,5 tonnes par an ont été utilisées depuis la fin des années 80 (0,5 tonne à la fin des années 70 ; 3,5 tonnes au cours des années 80) ;

- **les aryloxy-acides** [1960-2014] sont représentés par le 2,4-D, molécule phare des désherbages de la canne. La probabilité de traitement est élevée passant dans l'Est de 68 % en 1981 à 88 % en 2010 et dans l'Ouest de 33 % à 88 % ;

- **les urées substituées** [1973-2008] sont représentées par le diuron. Il est préférentiellement utilisé dans les régions humides à précipitations abondantes (Est). Le diuron a souvent été utilisé en mélange avec le 2,4-D. Initialement utilisé par les gros planteurs (> 50 ha) il a été utilisé par les plus petites exploitations au cours des années 90.

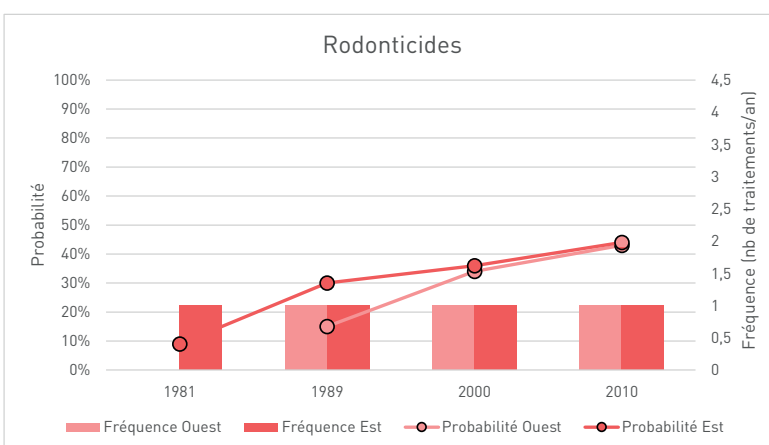
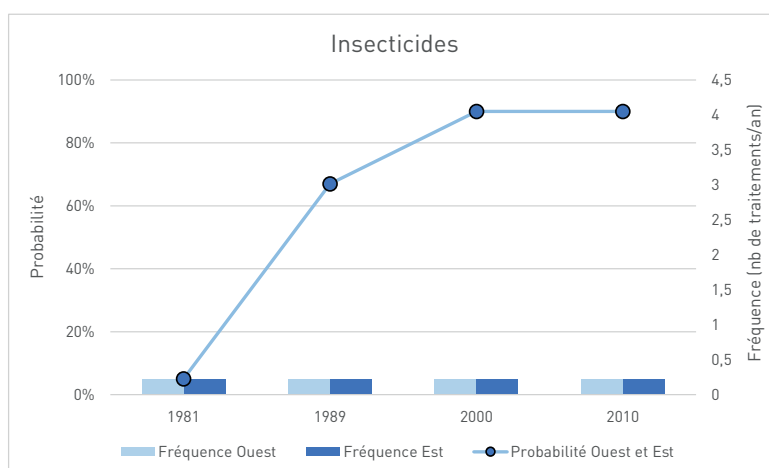
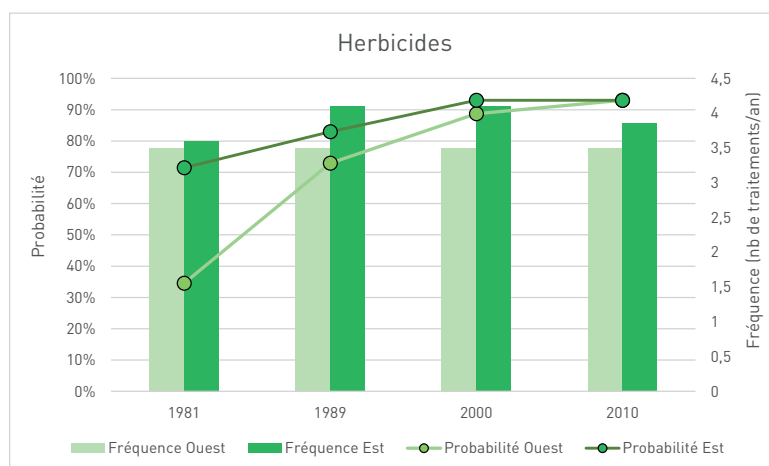
L'utilisation des raticides est avérée dès 1970. Suite au passage d'un cyclone en 1969, qui a créé de nombreux dégâts, le développement de rats dans les champs de canne a été favorisé. La lutte contre les rongeurs a recours à une seule famille chimique, celle des Coumarines. L'usage des rodenticides fait partie d'une lutte organisée. Les produits sont imposés aux canniers, ils ne choisissent pas les substances (Figure 4).

## IDENTIFICATION DES EFFETS TOXIQUES POUR L'HOMME DES PESTICIDES DE LA CANNE À SUCRE

Les effets toxiques sur la santé humaine, en lien avéré ou suspecté avec une exposition longue et répétée aux pesticides de la canne à sucre, sont très variés. Il peut s'agir du dysfonctionnement de certains organes (foie, rein, cœur...), de cancers, de mutations génétiques, de troubles de la reproduction, d'une perturbation du système endocrinien, etc.

L'année 2000 a été marquée par l'usage du plus grand nombre de pesticides sur la canne à sucre à la Réunion, soit 19 substances actives (Figure 6). Parmi celles-ci, 10 (53 %) ont au moins un effet toxique de type CMR ou PE. Ce nombre a ensuite diminué en 2010 avec seulement 13 substances appliquées dans les exploitations agricoles, dont 7 (54 %) ont au moins un effet CMR ou PE.

**FIGURES 4 | Évolution des usages de pesticides de la canne à sucre à la Réunion en 1981, 1989, 2000 et 2010**



Parmi les 13 substances utilisées en 2010 :

- 2 substances (2,4-D et glyphosate) ont 3 effets toxiques potentiels : perturbation endocrinienne, cancérogénicité et reprotoxicité ;
- 1 substance (pendiméthaline) peut induire à la fois des effets potentiels de perturbation endocrinienne et des cancers ;
- 1 substance (asulame) est considérée exclusivement comme perturbateur endocrinien potentiel ;
- 3 substances (triclopyr, glufosinate d'ammonium et mésotrione) ont uniquement des effets reprotoxiques potentiels.

## POURCENTAGES ET NOMBRES DE TRAVAILLEURS AGRICOLES EXPOSÉS AUX PESTICIDES DE LA CANNE À SUCRE

En 2010, la plus forte prévalence d'exposition professionnelle à au moins une substance active considérée comme cancérigène ou reprotoxique ou perturbatrice endocrinienne est de 88 %. Cela signifie que, parmi l'ensemble des travailleurs agricoles de la canne à sucre à la Réunion, 88 % ont été exposés à au moins un pesticide considéré dans notre étude comme ayant des effets toxiques pour la reproduction ou cancérigènes ou perturbant le système hormonal. Cette fréquence d'exposition représente 6 330 travailleurs agricoles, dont 4 591 hommes (72,5 %) et 1 739 femmes (27,5 %).

La prévalence d'exposition des travailleurs agricoles des exploitations cannières en 2010, pour les 2 substances que sont le 2,4D et le glyphosate ayant de potentiels effets délétères multiples sur la santé humaine (perturbation endocrinienne, cancérogénicité et reprotoxicité) est de 88 % pour le 2,4 D, soit 6 330 personnes exposées, et de 70 % pour le glyphosate, soit 5 035 personnes exposées.

Le nombre de travailleurs exposés à au moins 1 pesticide épandu sur la canne à sucre et identifié comme ayant un effet sur la santé (perturbation endocrinienne, cancérogénicité et reprotoxicité) diminue légèrement au cours du temps : 7 338 en 1981 et 6 330 en 2010. La baisse du nombre de travailleurs exposés à une substance toxique pour la santé n'est que de 13,7 %, tandis que le nombre de travailleurs a globalement diminué de 57,1 % entre 1981 et 2010.

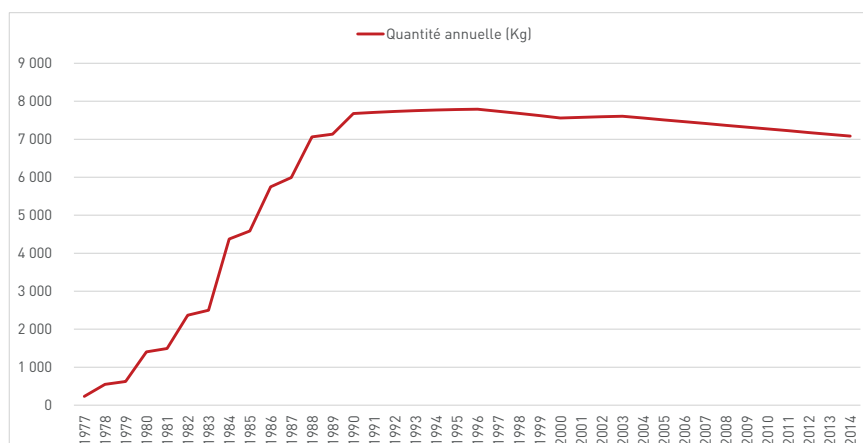
## LIMITES ET FORCES DE L'ÉTUDE

### Limites

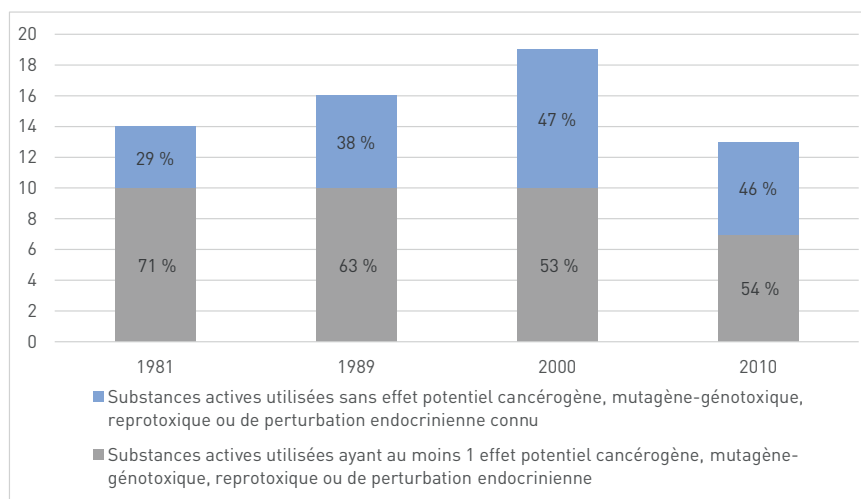
La matrice culture-exposition permet le calcul d'indicateurs d'exposition moyennés alors que la réalité des pratiques dans les exploitations peut être hétérogène. L'évaluation des expositions s'effectue au niveau des exploitations, et non au niveau de l'individu avec une prise en considération des tâches ou des variations de pratiques interindividuelles. Les indicateurs décrivent une potentielle exposition avec une estimation haute des valeurs de prévalences.

La base de données Cipa-Tox est une compilation de données issues des instances d'expertise, elle n'est

**FIGURE 5 | Quantité de glyphosate (substance active) utilisée annuellement sur la canne à sucre entre 1977 et 2014**



**FIGURE 6 | Substances actives (SA) avec ou sans effet cancérogène, mutagène-génotoxique, reprotoxique ou perturbateur endocrinien utilisées pour le traitement de la canne à sucre à la Réunion en 1981, 1989, 2000 et 2010**



pas réglementaire. La définition de perturbateur endocrinien était non stabilisée au niveau européen à la date de l'étude. Cette base n'a été exploitée que pour des effets sanitaires liés à une exposition chronique et uniquement sur CMR et PE, d'autres effets toxiques peuvent être associés aux expositions considérées.

Le Recensement Agricole fournit des données pour la main d'œuvre familiale et salariée, mais pas pour les saisonniers. Les données sont décennales et ne permettent pas un suivi longitudinal.

### Points forts

La matrice culture exposition permet d'avoir une exhaustivité de l'ensemble des pesticides utilisés les 50 dernières années. Il est possible de les répartir par famille chimique, par zone géographique et d'élaborer un score d'exposition utile dans les études épidémiologiques.

La base de données Cipa-Tox donne accès à des données issues d'instances d'expertise reconnues. Elle prend en compte l'ensemble des pesticides disposant d'une homologation de 1960 à nos jours. Elle inclut, au-delà des effets CMR et PE, 7 autres effets sanitaires (hématotoxicité, néphrotoxicité, etc.).

Le Recensement Agricole est exhaustif sur la population agricole, il est spécifique de l'île de la Réunion. Il rend possible d'identifier les catégories d'emploi grâce à des variables (MOF, MOS, etc.).

### CONSEILS POUR LES TRAVAILLEURS AGRICOLES

Devant de tels résultats, il est nécessaire de promouvoir des méthodes alternatives de production de la canne à sucre, pour limiter l'usage des pesticides et arrêter ou du moins circonscrire l'utilisation de ceux d'entre eux dont la substance active est cancérogène, mutagène, reprotoxique (CMR) ou perturbateur endocrinien (PE).

Il est également important de former davantage les équipes de médecine du travail dans l'objectif d'améliorer les conditions de travail des agriculteurs.

Il s'agit enfin de protéger les travailleurs agricoles pour réduire l'exposition aux pesticides pendant leurs activités professionnelles. La prise en compte des conditions pédoclimatiques et des habitudes de travail locales est indispensable pour proposer des équipements de protection individuels (EPI) adaptés et efficaces. En effet, l'exposition des agriculteurs aux pesticides dépend de nombreux facteurs (techniques, agronomiques, humains, etc.). À la Réunion, dans un climat chaud et humide, deux facteurs contribuent à augmenter l'absorption percutanée et donc la contamination par voie cutanée par les pesticides : 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 [7].

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**[1]** Inserm. Pesticides. Effets sur la santé. Collection expertise collective, Inserm, Paris, 2013

**[2]** Agreste. Le désherbage de la canne à sucre à la Réunion, résultats de l'enquête statistique réalisée en 2014 sur les pratiques culturales. Analyses 101 : Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt. 2016, septembre

**[3]** Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de La Réunion.  
<http://daaf.reunion.agriculture.gouv.fr/Canne,105>

**[4]** Anses, Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture. Volume n°1 : Volume central. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. 2016

**[5]** Spinosi J, Cahour L, Chaperon L, El Yamani M. Produits phytopharmaceutiques utilisés par les travailleurs de la canne à sucre sur l'île de la Réunion : évaluation des expositions professionnelles et étude des effets sanitaires associés. Projet Matphyto Dom; Santé publique France, Saint Maurice, 2018

**[6]** Batti A. Construction d'indicateurs d'exposition aux pesticides à partir de classements réglementaires et de données de toxicité des substances homologuées. Mémoire pour l'obtention du Master professionnel. Spécialité MRESTE : Méthodes de Recherche en Environnement-Santé Toxicologie-Écotoxicologie. Juin 2016

**[7]** Leon LR. Thermoregulatory responses to environmental toxicants: the interaction of thermal stress and toxicant exposure. Toxicol Appl Pharmacol, 2008. 233(1): p. 146-61.

**MOTS-CLÉS :**  
PESTICIDES  
EXPOSITION PROFESSIONNELLE  
AGRICULTURE  
CANNE A SUCRE

**Citation suggérée :** Évaluation des expositions professionnelles aux pesticides utilisés dans la culture de la canne à sucre à l'île de la Réunion et de leurs effets sanitaires. Projet MatPyhto DOM. Saint-Maurice : Santé publique France ; février 2019. 8 p. Disponible à partir de l'URL : [www.santepubliquefrance.fr](http://www.santepubliquefrance.fr)

## AUTEURS

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

Matthieu Gouy  
Santé publique France, Direction Santé Travail,  
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 la Réunion. 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.