

Exposition de la population antillaise au chlordécone

Laurence Guldner (l.guldner@invs.sante.fr)¹, Sophie Seurin², Fanny Héraud², Luc Multigner³

1/ Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

2/ Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, Maisons-Alfort, France

3/ Inserm, Unité 625, Rennes & Pointe-à-Pitre, France

Résumé / Abstract

Depuis 1999, plusieurs études ont permis d'estimer l'exposition au chlordécone des populations de Guadeloupe et Martinique, soit par le dosage direct dans les matrices biologiques (sang, lait et graisses), soit de façon indirecte par le calcul de l'apport alimentaire en chlordécone, à partir de données de consommation et de contamination des aliments.

Ces études ont montré une exposition avérée de la population à ce polluant. Celle-ci concerne en particulier les anciens travailleurs agricoles de la banane, les consommateurs de produits de la mer et les consommateurs de légumes racines en zone contaminée, la voie principale d'exposition actuelle étant l'alimentation. La diminution apparente des concentrations plasmatiques de chlordécone mesurées depuis 1999 semble concorder avec la baisse apparente des estimations des niveaux d'exposition alimentaire entre les études réalisées en 2005 et 2007.

Compte-tenu du risque associé à l'exposition au chlordécone, il est important de surveiller l'évolution de cette exposition, d'approfondir la recherche de groupes potentiellement surexposés, et d'étudier les déterminants de cette exposition, en vue d'une meilleure gestion des risques.

Chlordecone exposure in the French West Indies population

Since 1999, chlordecone exposure of populations living in the French West Indies was estimated in different studies, either from direct determination in biological samples (from blood, milk, fat tissues), or indirect estimate of chlordecone intake, calculated by matching consumption and contamination data. These studies showed a confirmed exposure of populations from Guadeloupe and Martinique. This exposure particularly concerns subjects who used to work in banana plantations, and high consumers of root vegetables or sea-food products within contaminated areas, the main route of exposure being consumption of contaminated food.

The observed decrease of chlordecone in blood concentrations measured since 1999 seems to be consistent with the decrease of chlordecone intakes estimated from two studies in 2005 and 2007.

Given the health-related risk associated with chlordecone exposure, it is fundamental to continue the follow-up of chlordecone exposure, search for potentially over-exposed groups, and to study determinants of this exposure, in order to improve risk management.

Mots clés / Keywords

Chlordécone, exposition, biomarqueur, apports alimentaires, Antilles françaises / Chlordecone, exposure, biomarker, food intake, French West Indies

Introduction

Le chlordécone, insecticide organochloré neurotoxique, reprotoxique et cancérigène possible chez l'Homme, a été largement employé aux Antilles jusqu'en 1993 pour lutter contre le charançon du bananier. Ses propriétés physico-chimiques lui conférant une grande stabilité sont à l'origine de sa persistance dans l'environnement. La pollution des sols, de la flore et de la faune sauvage par le chlordécone aux Antilles a été mise en évidence peu de temps après son introduction en 1973 [1;2]. L'Homme étant à la fin de la chaîne alimentaire, des études ont été entreprises afin d'estimer son degré d'exposition et les risques pour sa santé. Cet article a pour objectif de présenter ces études et leurs principales conclusions.

Matériel et méthodes

Deux approches ont été utilisées à ce jour pour évaluer l'exposition au chlordécone des populations antillaises résidant en Guadeloupe ou Martinique : l'une « directe », par la mesure de sa concentration dans des matrices biologiques (principalement le sang), l'autre « indirecte », en évaluant les apports journaliers en chlordécone par la voie alimentaire. Tandis que l'approche directe a l'avantage de prendre en compte toutes les voies d'exposition de l'individu, tant passées que présentes, l'approche indirecte a également été privilégiée afin de définir les leviers d'actions (limites maximales de contamination des aliments, préconisations de consommation¹) permettant de limiter l'exposition actuelle de la population au chlordécone.

Approche directe : dosage du chlordécone dans des matrices biologiques

Quatre études épidémiologiques à visée étiologique ont été réalisées en Guadeloupe par l'unité 625 de l'Inserm et le CHU de Pointe-à-Pitre, chez des hommes adultes, des femmes enceintes et leurs nouveau-nés. Des méthodes de dosage du chlordécone dans diverses matrices (sang, lait et graisses) ont été développées et validées par le Centre d'analyses des résidus en trace (CART) de l'Université de Liège [3]. La méthode employée par le CART s'est améliorée au cours du temps et s'est accompagnée d'une diminution des seuils de détection (de 1,5 µg/L en 1999 à 0,25 µg/L en 2004).

Hommes adultes

Deux études apportent des informations sur les niveaux d'exposition au chlordécone chez des hommes adultes.

La première avait pour objectif d'étudier l'impact de l'utilisation professionnelle de pesticides sur la fertilité masculine ; elle a été réalisée de 1999 à 2001 en Guadeloupe, chez des hommes âgés de 20 à 45 ans [4;5]. Le chlordécone plasmatique a été dosé chez 100 hommes (principalement des salariés agricoles de la banane), dont environ la moitié était exposée professionnellement à des pesticides.

La seconde étude (étude Karuprostata) visait à estimer le risque de survenue du cancer de la prostate en lien avec une exposition au chlordécone. Elle a été réalisée entre 2004 et 2007 en Guadeloupe, chez des hommes âgés de plus de 45 ans [3]. Le chlordécone plasmatique a été dosé chez plus de 1 200 hommes, dont 671 témoins sans cancer de la prostate recrutés parmi des hommes consultant un centre d'examen de santé.

Femmes enceintes et nouveau-nés

Deux autres études apportent des informations sur les niveaux d'exposition chez des femmes enceintes et leurs nouveau-nés.

Une première (étude Hibiscus) avait pour objectif d'évaluer la prévalence des expositions au chlordécone. Elle a été réalisée en Guadeloupe en 2003 [6]. Le chlordécone plasmatique a été dosé chez 112 femmes parturientes et 109 nouveau-nés (sang du cordon). Le chlordécone a également été dosé dans 102 prélèvements de lait obtenus dans les trois jours après l'accouchement (colostrum). Cette étude a été couplée à un questionnaire portant sur la fréquence de consommation, avant le début de la grossesse, de denrées alimentaires susceptibles d'être contaminées par le chlordécone.

Une seconde étude (cohorte mère-enfant Timoun) avait pour objectif d'évaluer l'impact des expositions pré et post-natales sur le déroulement de la grossesse et le développement de l'enfant. Elle a été réalisée en Guadeloupe entre 2004 et 2007 [7]. À ce jour, le chlordécone plasmatique a été dosé chez 371 femmes parturientes et 261 nouveau-nés (sang du cordon).

Évaluation indirecte de l'exposition : la voie alimentaire

L'exposition de la population antillaise au chlordécone se fait principalement par voie alimentaire [8]. Cinq études ont permis d'estimer l'exposition alimentaire au chlordécone en population générale et chez des femmes enceintes et leurs enfants.

Évaluation de l'exposition alimentaire au chlordécone de la population antillaise de plus de 3 ans

En 2005, une première évaluation de l'exposition alimentaire au chlordécone chez 2 114 personnes de plus de 3 ans en Martinique a été réalisée par

¹ Voir l'article « Évaluation et gestion du risque alimentaire associé au chlordécone pour les populations de Guadeloupe et de Martinique », p. 34 de ce même numéro.

Tableau 1 Distribution des concentrations plasmatiques en chlordécone chez les populations antillaises / Table 1 Plasma chlordécone concentration in French West Indies populations

Population	Âge	Période	Effectifs	Limite de détection (µg/L)	% de valeurs > LDD***	Distribution (µg/L)				
						Minimum	p25	p50	p75	Maximum
Hommes										
Ensemble			100		88	< LDD	3,3	5,2	9,3	104,5
dont salariés agricoles de la banane*	20-45	1999-2001	42	1,50	90	< LDD	4,3	6,3	17,1	104,5
dont salariés hors secteur agricole			45		91	< LDD	2,3	5,5	9,0	24,3
Ensemble (Étude Karuprostate)			671		67	< LDD	0,3	0,6	1,4	49,1
dont travailleurs agricoles de la banane*	45-90	2004-2007	66	0,25	79	< LDD	0,3	1,0	2,3	49,1
dont travailleurs hors secteur agricole			406		65	< LDD	0,3	0,5	1,3	44,4
Femmes enceintes										
Ensemble (Étude Hibiscus)	17-45	2003	112	0,50	87	< LDD	1,2	2,2	3,9	16,6
Ensemble (Étude Timoun)	17-46	2004-2007	371	0,25	62	< LDD	< LDD	0,4	0,9	19,3
Nouveau-nés										
Ensemble (Étude Hibiscus)	0**	2003	109	0,50	61	< LDD	< LDD	0,7	1,2	3,7
Ensemble (Étude Timoun)	0**	2004-2007	265	0,25	28	< LDD	< LDD	< LD	0,3	22,9

* Exclusivement activité agricole dans la culture bananière ; ** À la naissance ; *** Limite de détection de la méthode analytique.

l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) [8;9]. Elle a été obtenue par croisement de données concernant les habitudes alimentaires issues de l'enquête Escal² avec des données de contamination des aliments issues de plans de contrôle et de surveillance.

Cette évaluation a été actualisée en 2007 et élargie à la population des deux îles (2 114 Martiniquais et 790 Guadeloupéens) [10]. Cela a été possible grâce à l'obtention de nouvelles données, d'une part sur les habitudes alimentaires en Guadeloupe (enquête Calbas²), et d'autre part sur la contamination des aliments antillais (enquêtes Reso² : RÉSidus Organochlorés dans les aliments).

Évaluation de l'exposition alimentaire au chlordécone des nourrissons et jeunes enfants

En 2008, à partir des dosages de chlordécone dans le lait maternel (en suites de couches) réalisés dans l'étude Hibiscus précédemment mentionnée, l'Afssa a mené une évaluation des risques liés à l'exposition via l'allaitement maternel [11].

En 2010, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses, ex-Afssa) a réalisé une évaluation de l'exposition alimentaire au chlordécone des nourrissons et jeunes enfants à partir des données de contamination issues de l'enquête Reso en Guadeloupe et des données de consommation recueillies dans le cadre de la cohorte Timoun.

Évaluation de l'exposition alimentaire au chlordécone des femmes enceintes

Chez les femmes enceintes de la cohorte Timoun, l'exposition au chlordécone a été estimée par croisement des habitudes alimentaires pendant la grossesse, recueillies à l'aide d'un questionnaire fréquentiel administré après l'accouchement, avec les données de contamination des aliments (enquête Reso) [7;12].

² Voir encadrés « Les enquêtes de comportement alimentaire Escal et Calbas aux Antilles » et « Données de contamination des aliments en Martinique et Guadeloupe : les enquêtes Reso (RÉSIdus Organochlorés), 2005-2007 » p. 28 et p. 29 de ce même numéro.

Comparaison des deux approches, directe et indirecte

Dans le cadre de l'étude Timoun, l'exposition au chlordécone a pu être estimée de manière directe et indirecte. La comparaison de ces deux approches a ainsi pu être réalisée chez 191 femmes de la cohorte, chez qui ces deux types d'informations étaient disponibles [7].

Résultats

Approche directe : dosage du chlordécone dans des matrices biologiques

Le tableau 1 montre, pour chaque groupe de population étudié, l'âge, le nombre de sujets, la période de réalisation des prélèvements, la limite de détection (LDD), le pourcentage de valeurs au-dessus de la LDD et la distribution des concentrations du chlordécone dans le sang.

Les hommes adultes ayant exercé une activité professionnelle dans la culture de la banane avaient des concentrations plasmatiques médianes de chlordécone supérieures à celles des hommes n'ayant pas exercé d'activité professionnelle dans le secteur agricole ($p < 0,01$).

La concentration médiane de chlordécone dans le sang de cordon (nouveau-nés) était inférieure à celle retrouvée dans le sang des mères. En 2003, le chlordécone avait été détecté dans 40% des prélèvements de lait maternel (LDD ~ 0,12 µg/L).

Évaluation indirecte de l'exposition au chlordécone par la voie alimentaire

Le tableau 2 montre, pour chaque étude, les caractéristiques de la population, l'origine des données de contamination utilisées et, pour différents sous-groupes, l'apport alimentaire journalier moyen en chlordécone et le pourcentage de sujets susceptibles de dépasser la limite tolérable d'exposition chronique (ou valeur toxicologique de référence, VTR). Cette dernière est définie à 0,5 µg/kg poids corporel (p.c.)/jour sur la base d'effets néphrotoxiques observés dans une étude long terme chez le rat [13].

Les apports alimentaires en chlordécone et le pourcentage de personnes dépassant la VTR dans la population générale étaient moins élevés dans les rapports publiés en 2007 que dans ceux de 2005. Par comparaison aux adultes, l'exposition alimentaire au chlordécone était supérieure chez les enfants de 3 à 5 ans, mais inférieure chez les jeunes enfants (≤ 18 mois) et les femmes enceintes. Le pourcentage maximal de personnes susceptibles de dépasser la VTR était en effet de 18,5% chez les enfants de 3 à 5 ans (zone contaminée, Martinique), et 0,2% chez les nourrissons allaités (Guadeloupe) ainsi que chez les adultes de plus de 16 ans (zone contaminée, Guadeloupe). Ce pourcentage était nul chez les enfants de 18 mois et les femmes enceintes, quelle que soit la zone d'habitation.

Les principaux aliments qui contribuaient à l'apport en chlordécone correspondent majoritairement à des produits de la mer et des légumes racines. L'étude détaillée des personnes à risque de dépasser la VTR révèle que l'essentiel de l'exposition alimentaire de ces sujets provient des produits auto-consommés (issus de circuits courts : auto-production, dons, achats sur le bord des routes ou directement auprès du producteur) [10].

Comparaison des approches directe et indirecte

Chez les sujets de l'étude Timoun, la corrélation entre les concentrations sanguines de chlordécone et les apports alimentaires estimés était de 0,20 ($p = 0,007$).

Discussion

Données d'imprégnation

Les données actuellement disponibles aux Antilles montrent sans ambiguïté la présence de chlordécone dans le sang des populations étudiées, à des concentrations d'un ordre de grandeur du microgramme par litre.

Chez les hommes ayant exercé une activité professionnelle dans la culture bananière, les concentrations plasmatiques apparaissent toujours plus élevées que dans le reste de la population. Cela traduit en partie des expositions antérieures, du temps où le chlordécone a été utilisé. Dans les autres

Tableau 2 Estimation de l'apport alimentaire en chlordécone et du pourcentage de personnes dépassant la valeur toxicologique de référence (VTR) aux Antilles françaises / *Table 2* Estimates of chlordécone food intake and percentage of subjects exceeding human toxicity values (HTVs) in the French West Indies

Étude	Population	Origine des données de contamination	Sujets	Moyenne (µg/kg poids corporel/j)	% >VTR	Principaux contributeurs	
Escal (2003-2004)	Générale > 3 ans Martinique (n=2 114)	Plans de surveillance et de contrôle	Martinique ZC*				Carotte, dachine, patate douce, igname, poulet, melon, concombre, tomate
			3-5 ans	0,49	29,6		
			5-15 ans	0,34	20,9		
			> 16 ans	0,27	15,6		
			Martinique ZNC*				
			3-5 ans	0,11	0		
Escal et Calbas (2003-2005)	Générale > 3 ans Martinique (n=2 114) et Guadeloupe (n=790)	Reso Martinique (ZC et ZNC) et Guadeloupe (ZC)	Martinique ZC			Poissons marins, chou caraïbe, concombre, banane ti-nain, dachine, patate douce, carotte, corossol, banane fruit, igname	
			3-5 ans	0,32	18,5		
			6-10 ans	0,25	8,6		
			11-15 ans	0,18	1,3		
			> 16 ans	0,15	0,2		
			Martinique ZNC				
			3-5 ans	0,10	0		
			6-10 ans	0,07	0		
			11-15 ans	0,06	0		
			> 16 ans	0,04	0		
			Guadeloupe ZC				
			3-5 ans	0,21	7,7		
6-10 ans	0,15	3,7					
11-15 ans	0,11	3,6					
> 15 ans	0,09	0,2					
Timoun (2004-2007)	Enfants 18 mois (n=240)	Reso Guadeloupe (ZC et ZNC)	ZC ZNC	0,078 0,051	0 0	Lait, dachine, chou caraïbe, choux, crustacés	
Hibiscus (2003)	Nourrissons allaités Guadeloupe**	Reso Guadeloupe (ZC)	Âge 0-6 mois 2 ^{ème} semaine	0,034 0,041	0,08 0,22		
Timoun (2004-2007)	Femmes enceintes Guadeloupe (n=800)	Reso Guadeloupe (ZC)	ZC ZNC	0,07 0,02	0 0	Produits de la mer, légumes racines, cucurbitacées	

*ZC : zone contaminée ; ZNC : zone non contaminée.

**Modélisation sur la base de données bibliographiques sur les volumes de lait consommés durant l'allaitement.

cas (hommes non salariés agricoles, femmes enceintes et enfants), la présence de chlordécone indique une contamination par la voie alimentaire (dont l'allaitement maternel pour les enfants allaités) ou, dans le cas des nouveau-nés, par passage trans-placentaire au cours de la grossesse.

Les concentrations plasmatiques observées ne peuvent être comparées qu'à celles mesurées entre 1966 et 1975 à Hopewell (États-Unis), où se trouvait une usine de fabrication du chlordécone [14;15]. Parmi les employés de l'usine, le chlordécone avait été systématiquement détecté dans le sang (LDD = 3 µg/L). Chez ceux manifestant des troubles cliniques, les concentrations moyennes étaient de l'ordre de 2 500 µg/L. Chez les employés asymptomatiques, elles étaient d'environ 600 µg/L. Dans l'entourage familial des employés, le chlordécone était détectable chez la plupart des individus, avec des valeurs moyennes de 95 µg/L. Seulement 0,7% d'entre eux avaient manifesté des troubles cliniques caractéristiques d'une exposition au chlordécone. Chez les résidents de Hopewell, le chlordécone était détecté chez 19% des individus avec des valeurs moyennes de 11 µg/L. Aucun trouble clinique en lien avec l'exposition au chlordécone n'avait été constaté chez ces sujets. Les études épidémiologiques menées à Hopewell ont montré qu'aucun trouble objectif n'était survenu tant que la concentration plasmatique en chlordécone ne

dépassait pas un seuil de l'ordre de 1 000 µg/L. Les concentrations plasmatiques de chlordécone observées dans le sang des populations antillaises depuis 1999 se situent largement en dessous de celles ayant entraîné à Hopewell des troubles objectifs de santé. Cependant, l'incident de Hopewell n'apporte pas d'information spécifique sur les niveaux d'expositions des femmes enceintes et des nourrissons, ni sur les éventuels effets associés. La seule information disponible concerne l'absence d'anomalies particulières des quelques enfants nés à Hopewell lors de la réalisation de la campagne de dosages (1975-1976).

Les variations des concentrations plasmatiques en chlordécone observées entre 1999 et 2007 suggèrent une diminution de l'imprégnation des populations. Une telle observation pourrait résulter des mesures prises en 1999 pour limiter la contamination des eaux de consommation puis, à partir de 2003, pour limiter la distribution et la vente de certaines denrées alimentaires cultivées sur des sols pollués³. Toutefois, ce résultat est à nuancer dans la mesure où ces fluctuations d'échantillonnages ont été observées sur des populations hétérogènes, et que la technique de dosage s'est améliorée entre les différentes études. Par ailleurs,

³ Voir l'article « Évaluation et gestion du risque alimentaire associé au chlordécone pour les populations de Guadeloupe et de Martinique », p. 34 de ce même numéro.

les concentrations maximales observées restent relativement élevées.

Exposition alimentaire

Tout comme les niveaux d'imprégnation, la baisse apparente des estimations des niveaux d'exposition chronique entre les résultats publiés en 2005 et en 2007 peut être expliquée en partie par les mesures de maîtrise des risques, et en partie par l'amélioration de la qualité des données utilisées pour estimer l'exposition des populations. En effet, les enquêtes Reso ont été réalisées selon un plan d'échantillonnage aléatoire des denrées disponibles dans les circuits de distribution, tandis que les plans de surveillance et de contrôle étaient plus particulièrement ciblés sur les denrées et zones susceptibles de présenter un risque de contamination. De même, les techniques de dosage du chlordécone dans les aliments ont évolué.

Les produits de la mer et les légumes racines sont les principales denrées qui contribuent à l'apport total en chlordécone, en raison de leur niveau de contamination. D'autres denrées, telles la banane, le corossol, le concombre ou encore le lait, contribuent particulièrement à cet apport du fait d'une consommation élevée par certains sous-groupes de populations, comme les jeunes enfants.

Ces études semblent montrer que les populations les plus à risque de dépassement de la VTR sont les jeunes enfants âgés de 3 à 5 ans. Le plus bas niveau d'exposition chronique, observé chez les enfants guadeloupéens de 18 mois, peut s'expliquer par une alimentation moins diversifiée que chez les enfants de 3 à 5 ans. En effet, celle-ci est encore principalement à base de lait (68% de la consommation de l'ensemble des aliments ciblés par le questionnaire alimentaire de l'étude), les aliments les plus contaminés par le chlordécone étant peu introduits dans leur régime.

Comparaison des deux approches, directe et indirecte

La seule étude disponible permettant de comparer les deux approches d'estimation de l'exposition [7] montre une corrélation significative, mais faible, entre les concentrations sanguines de chlordécone et l'estimation de leurs apports alimentaires. L'ordre de grandeur de cette corrélation n'est cependant pas surprenant, et comparable à celui observé dans les autres études [16]. La mesure de l'imprégnation sanguine par le chlordécone permet de prendre en compte toutes les voies d'exposition de l'individu. Cependant, étant donnée la demi-vie relativement courte du chlordécone (de l'ordre de 6 mois), et le fait que l'exposition se fait principalement par la voie alimentaire aujourd'hui, l'apport alimentaire en chlordécone reste un bon proxy pour estimer l'exposition de manière non invasive. Les limites inhérentes à l'estimation indirecte (biais et erreurs éventuelles dans le recueil des données de consommation, données non individuelles pour la contamination des aliments), les facteurs de variabilité inter et intra-individuels des concentrations sanguines de chlordécone (métabolisme, âge, statut nutritionnel) et les limites rattachées par ailleurs à la mesure du chlordécone dans le sang (mesure unique, valeurs censurées à gauche du fait des limites de détection, influence potentielle d'une exposition aiguë récente), peuvent aussi contribuer à l'explication de ces résultats.

Conclusion

Des données relativement nombreuses sur l'exposition des populations antillaises au chlordécone sont aujourd'hui disponibles. Elles révèlent une contamination encore persistante des personnes, particulièrement dans certains sous-groupes. Elles suggèrent également que cette exposition tendrait à décroître, bien que cela reste à confirmer.

Il reste donc primordial de continuer à suivre l'exposition de la population antillaise au chlordécone, afin d'adapter en continu les mesures de maîtrise du risque destinées à la réduire. De plus, des interrogations persistent, notamment sur les niveaux d'exposition à l'époque où le chlordécone a été utilisé, ces derniers restant en effet très difficiles à estimer. Par ailleurs, des incertitudes liées au recueil des données de consommation des produits de la pêche et des niveaux de contamination des produits issus de l'auto-consommation demeurent. Enfin, les données disponibles sur l'imprégnation des populations, issues d'études épidémiologiques à visée étiologique, ont été réalisées en Guadeloupe, sur des groupes particuliers de population. Une étude de biosurveillance en population générale permettrait de disposer de données plus représentatives de la population générale des deux îles, en ciblant d'éventuels groupes surexposés difficiles à représenter dans les précédentes études.

Références

- [1] Kerमारrec A. Niveau de la contamination des chaînes biologiques en Guadeloupe: pesticides et métaux lourds, 1979-1980. Inra Guadeloupe, Contrat 651 33, 1980.
- [2] Snegaroff J. Organochlorines insecticidal residues in soils and rivers of banana-growing regions of Guadeloupe. *Phytopharm.* 1977;26:251-67.
- [3] Multigner L, Ndong JR, Giusti A, Romana M, Delacroix-Maillard H, Cordier S, *et al.* Chlordécone exposure and risk of prostate cancer. *J Clin Oncol.* 2010;28(21):3457-62.
- [4] Multigner L, Kadhel P, Huc-Terki F, Thome JP, Janky E, Auger J. Exposure to chlordécone and male fertility in Guadeloupe (French West Indies). *Epidemiology.* 2006;17(6):S372.
- [5] 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.* 2008;7:40.
- [6] Multigner L, Kadhel P. Exposition à des polluants environnementaux chez la femme enceinte et son enfant en Guadeloupe. Niveaux de chlordécone dans le sang maternel et étude des déterminants de l'imprégnation. Inserm U625 & Service Gynécologie-obstétrique CHU Pointe-à-Pitre. Rapport final, décembre 2004.
- [7] Guldner L, Multigner L, Heraud F, Monfort C, Thome JP, Giusti A, *et al.* Pesticide exposure of pregnant women in Guadeloupe: ability of a food frequency questionnaire to estimate blood concentration of chlordécone. *Environ Res.* 2010;110(2):146-51.
- [8] Dubuisson C, Heraud F, Leblanc JC, Gallotti S, Flamand C, Blateau A, *et al.* Impact of subsistence production on the management options to reduce the food exposure of the Martinican population to chlordécone. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2007;49(1):5-16.
- [9] Afssa. Première évaluation de l'exposition alimentaire de la population martiniquaise au chlordécone. Proposi-

tions de limites maximales provisoires de contamination dans les principaux aliments vecteurs. Maisons-Alfort : Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 2005; 39 p.

[10] Afssa. Actualisation de l'exposition alimentaire au chlordécone de la population antillaise. Évaluation de l'impact de mesures de maîtrise des risques. Document technique AQR/FH/2007-219. Maisons-Alfort : Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 2007; 79 p.

[11] Afssa. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à la nécessité d'établir des recommandations particulières sur l'allaitement maternel au vu des bénéfices et des risques d'exposition au chlordécone pour les nourrissons martiniquais et guadeloupéens. Maisons-Alfort : Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 2008.

[12] Guldner L. Apports alimentaires en contaminants chimiques et en nutriments, impact sur l'issue de la grossesse. Thèse de l'Université Paris XI, 2008.

[13] Afssa. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'actualisation des données scientifiques sur la toxicité du chlordécone en vue d'une éventuelle révision des limites tolérables d'exposition proposées par l'Afssa en 2003. Maisons-Alfort : Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 2007.

[14] Cannon SB, Veazey JM, Jr., Jackson RS, Burse VW, Hayes C, Straub WE, *et al.* Epidemic Kepone poisoning in chemical workers. *Am J Epidemiol.* 1978;107(6):529-37.

[15] Cohn WJ, Boylan JJ, Blanke RV, Fariss MW, Howell JR, Guzelian PS. Treatment of chlordécone (Kepone) toxicity with cholestyramine. Results of a controlled clinical trial. *N Engl J Med.* 1978;298(5):243-8.

[16] MacIntosh DL, Williams PL, Hunter DJ, Sampson LA, Morris SC, Willet WC, *et al.* Evaluation of a food frequency questionnaire-food composition approach for estimating dietary intake of inorganic arsenic and methylmercury. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 1997;6:1043-50.

Encadré Les enquêtes de comportement alimentaire Escal et Calbas aux Antilles / *Box ESCAL and CALBAS eating behaviour studies in the French West Indies*

Escal (Enquête sur la santé et les comportements alimentaires en Martinique) et Calbas (Comportement alimentaire dans le sud de la Basse Terre en Guadeloupe) sont des enquêtes transversales réalisées sur des échantillons représentatifs de la population de Martinique et du sud de la Basse Terre en Guadeloupe.

Escal a porté, entre novembre 2003 et février 2004, sur l'ensemble de la Martinique avec une sur-représentation de la population vivant sur les terres contaminées par le chlordécone. Calbas n'a porté, en avril 2005, que sur les communes de Guadeloupe dont les sols sont considérés comme contaminés. Ces enquêtes ont été mises en œuvre par les Observatoires de la santé de Martinique et de Guadeloupe et la Cellule de l'InVS (Cire) en région Antilles-Guyane.

Les objectifs étaient de :

- connaître les habitudes des populations en termes de choix d'aliments et de fréquence de consommation ;
- connaître les habitudes d'approvisionnement de ces populations pour les produits alimentaires.

L'échantillonnage a été réalisé par sondage aréolaire à deux degrés à partir de la base îlots

15 de l'Insee : tirage au sort d'îlots (170 en Martinique, 60 en Basse Terre en Guadeloupe) selon une probabilité proportionnelle à leur nombre de résidences principales, puis tirage aléatoire d'un nombre fixe (5) de résidences par îlot, et enfin entretien en face à face avec tous les habitants de trois ans et plus du logement. Au cours des entretiens, les habitudes alimentaires des personnes incluses ont été explorées : questionnaire « fréquentiel » pour recueillir la fréquence de consommation d'une centaine de produits alimentaires regroupés par catégories (légumes racines, fruits, légumes, viandes, poissons, etc.), et questionnaire « rappel des dernières 24 heures » pour estimer les quantités ingérées.

Les habitudes d'approvisionnement ont été recueillies une seule fois par foyer auprès de la personne référente.

Au final, 1 965 personnes (817 foyers) ont été incluses dans Escal et 684 personnes (300 foyers) dans Calbas. Le taux de refus individuel a été de 7% en Martinique et de 6,7% en Guadeloupe. Comme souvent dans ce genre d'enquête, les hommes d'une manière générale et les adultes jeunes sont sous-représentés.

Les résultats de ces enquêtes ont été utilisés pour concevoir les enquêtes Reso (voir p. 29 de ce même numéro), pour calculer les niveaux d'exposition de la population au chlordécone (voir p. 25 de ce même numéro), pour définir les limites maximales de contaminant et pour caractériser les populations à risque d'exposition élevée (voir p. 30 de ce même numéro).

Références

Les résultats détaillés du volet « consommation alimentaire » d'Escal sont disponibles dans le rapport référencé :

Merle B, Deschamps V, Merle S, Malon A, Blateau A, Pierre-Louis K, *et al.* Enquête sur la santé et les comportements alimentaires en Martinique (Escal 2003-2004). Résultats du volet « consommations alimentaires et apports nutritionnels ». Institut de veille sanitaire, Université Paris 13, Conservatoire national des arts et métiers, Observatoire de la santé de Martinique. Saint-Maurice, décembre 2008, 34 p. Disponible sur : http://www.invs.sante.fr/publications/2008/comportements_alimentaires_martinique/index.html

Le volet « hygiène de vie et habitudes alimentaires » de Calbas a fait l'objet d'un rapport référencé :

Cornely V, Théodore M. Hygiène de vie et habitudes alimentaires dans une région de la Guadeloupe : le Sud Basse Terre en 2005. Basse Terre : Observatoire régional de la santé de Guadeloupe, 2007 ; 24 p.