

Santé environnement

Caractérisation des groupes de population à risque d'exposition élevée vis-à-vis de la chlordécone via l'alimentation

Martinique, août 2006

Claude Flamand, Philippe Quénel, Alain Bateau

Sommaire

Abréviations	2
1. Contexte	3
2. Les études déjà menées	4
2.1 Définition des zones potentiellement contaminées	4
2.2 Consommation alimentaire	4
2.3 Contamination de la chaîne alimentaire	4
2.4 Valeurs toxicologiques de référence	5
2.5 Exposition de la population	5
3. Objectifs	6
4. Matériel et méthodes	7
4.1 Description de l'échantillon	7
4.2 Typologie des consommateurs martiniquais	7
4.3 Quantification des facteurs de risque d'exposition	7
5. Résultats	8
5.1 Description de l'échantillon	8
5.1.1. Âge et sexe	8
5.1.2. Catégories socioprofessionnelles	9
5.2 Identification des individus à risque	9
5.3 Comparaisons zones contaminées – zones non contaminées	11
5.3.1. Âge et sexe	11
5.3.2. Catégories socioprofessionnelles	11
5.3.3. Niveau socio-économique	11
5.3.4. Niveaux d'exposition	12
5.4 Caractérisation des individus à risque d'exposition élevée	12
5.4.1. Analyse univariée : Identification de facteurs de risques d'exposition	12
5.4.2. Analyse multivariée : quantification des facteurs de risque d'exposition	15
5.4.3. Analyse populationnelle : typologie des consommateurs résidant dans les zones contaminées	17
5.4.4. Extrapolation des résultats à la population martiniquaise	24
6. Discussion	25
7. Conclusion	26
Références bibliographiques	27
Annexe	28

Caractérisation des groupes de population à risque d'exposition élevée vis-à-vis de la chlordécone via l'alimentation

Martinique, août 2006

Remerciements

Cette étude n'aurait pas été possible sans la collaboration de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) de Martinique, du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) de Martinique, de l'Observatoire de la santé de Martinique (OSM), de la Direction de l'évaluation des risques nutritionnels et sanitaires (DERNS) de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) et du Département santé et environnement (DSE) de l'Institut de veille sanitaire (InVS).

Doivent être particulièrement remerciés :

- Danielle Genix, Insee ;
- Jean-Paul Comte, BRGM ;
- Dr Sylvie Merle, Karine Pierre Louis, Vanessa Cornely, OSM ;
- Jean-Luc Volatier, Carine Dubuisson, Jean-Charles Leblanc, Fanny Héraud, Afssa ;
- Martine Ledrans, Frédéric Dor, InVS ;
- et Dr Jean-Loup Chappert, Cire Antilles-Guyane, pour sa relecture attentive.

Abréviations

AET	Apports énergétiques totaux
Afssa	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CC	Circuit court
Cire	Cellule interrégionale d'épidémiologie
CSP	Catégories socioprofessionnelles
DAF/SPV	Direction de l'agriculture et de la forêt - Service de protection des végétaux
DDCCRF	Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes
DSDS	Direction de la santé et du développement social
DSV	Direction des services vétérinaires
Escal (enquête)	Enquête sur la santé et les comportements alimentaires
GD	Grande distribution
Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
OR	Odds ratio
PNNS	Programme national nutrition santé
PRSP	Programme régional de santé publique
VTR	Valeur toxicologique de référence

1. Contexte

La chlordécone, insecticide de la famille des organochlorés, a été utilisée en Martinique à partir de 1972, date de son autorisation provisoire de vente. Ce produit, d'abord commercialisé sous le nom de Kepone (jusqu'en 1976), puis sous celui de Curlone (à partir de 1981), a été définitivement interdit en 1993. Les autorités agricoles de Martinique estiment que, dans le cadre de la lutte contre le charançon du bananier, 300 tonnes de chlordécone ont été épandues entre 1981 et 1993.

Comme tous les organochlorés, la chlordécone se caractérise par une très grande rémanence dans les milieux, par une bioaccumulation et une bioamplification le long de la chaîne alimentaire.

Le développement des contrôles des produits phytosanitaires dans les eaux de distribution publique, à partir de 1999, avec, en particulier, la mise en œuvre des analyses multirésidus autorisant la recherche d'un grand nombre de molécules sur un même échantillon, a ainsi mis en évidence une contamination de plusieurs rivières, utilisées pour la production d'eau potable, par des pesticides organochlorés : principalement la chlordécone et, dans une moindre mesure, le bêta-HCH et la dieldrine. À partir de ce constat, les recherches ont été orientées vers les autres milieux et successivement, des contaminations ont été mises en évidence dans les sols, les légumes racines, les ressources halieutiques, certaines viandes et le lait.

Rapidement, la question du niveau d'exposition de la population martiniquaise à travers l'alimentation s'est posée. Répondre à cette interrogation demandait de connaître d'une part, les habitudes alimentaires de la population et, d'autre part, les niveaux de contamination des aliments. Le premier point a fait l'objet de l'enquête Escal (enquête sur la santé et les comportements alimentaires), réalisée entre novembre 2002 et avril 2003 sous la coordination de la Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire) Antilles-Guyane ; le second point a été documenté par les divers plans de contrôle et de surveillance mis en place par les administrations concernées (Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes - DDCCRF, Direction de l'agriculture et de la forêt / Service de protection des végétaux - DAF/SPV, Direction des services vétérinaires - DSV, Direction de la santé et du développement social - DSDS).

Parallèlement et dans l'attente des résultats de l'estimation de l'exposition de la population à partir de ces études, des mesures de gestion, basées sur le principe de précaution, ont été prises dans le domaine de l'agriculture et de la pêche (autorisation préalable de mise en culture pour les légumes racines, interdiction de pêche dans la rivière Lézarde).

En septembre 2005, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) a proposé, sur la base des études préalablement menées, des valeurs limites de contaminant pour les principaux produits contribuant à la dose d'exposition de la population (dachine, patate douce, igname, concombre, carotte, tomate, melon et poulet). La mise en application de ces propositions permettra, par des mesures de police, de protéger la santé des consommateurs qui recourent, pour leur approvisionnement, aux circuits de distribution classiques (commerces, marchés).

Cependant, ces mesures réglementaires ne permettront pas d'assurer la protection des personnes s'approvisionnant en dehors des circuits commerciaux de distribution : autoconsommation, dons de personne(s) à personne(s), approvisionnement direct auprès de producteurs non déclarés. Pour cette population, il sera nécessaire de développer et de mettre en place un programme de prévention approprié. Pour cela, il était indispensable de décrire et de caractériser les groupes de populations relevant de ce mode d'approvisionnement, afin de pouvoir définir des actions ciblées.

2. Les études déjà menées

La difficulté majeure pour identifier les groupes à risque d'exposition résidait dans la grande variabilité géographique des données : la contamination des sols et donc, des aliments, est très hétérogène (les premiers éléments montrent qu'une parcelle peut être très contaminée à un endroit et pas du tout à d'autres ; sur une même parcelle, pour une même culture, des racines seront contaminées et pas d'autres) ; les habitudes alimentaires sont également très variables entre les zones où le tissu économique est dense et les zones plus défavorisées. Pour sérier ces disparités, plusieurs études ont été menées.

2.1 DÉFINITION DES ZONES POTENTIELLEMENT CONTAMINÉES

En avril 2003, le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) a établi une cartographie du risque de pollution des sols par les organochlorés [1]. Trois critères ont été utilisés : aptitude des sols à la rétention des produits en cause, pression parasitaire sur les cultures dépendantes de la pluviométrie moyenne annuelle et occupation historique du sol par la banane. Le premier critère est évalué selon trois modalités (capacité de rétention forte, moyenne, faible) ; le second également (pression forte, moyenne, faible) et le troisième en cinq modalités (jamais de banane, plus de banane depuis 1970, pas plus de 10 ans de banane actuellement, de 10 à 20 ans de bananes, plus de 20 ans de culture bananière). Par croisement de ces différentes modalités, 45 classes de contamination potentielle sont ainsi définies. Dans la réalité du terrain, quatre classes sont inexistantes, d'autres sont très peu représentées (moins de 100 ha).

Ainsi, les 45 classes ont été réparties en deux catégories :

- les classes correspondant au risque maximal de contamination qui, par définition, constituent les zones potentiellement contaminées ;
- les autres classes qui sont regroupées et qui constituent par définition le reste de la Martinique.

Cette différenciation a été faite à dire d'experts (représentants des différents organismes ayant participé à l'étude). Il a ainsi été possible de regrouper, dans la première classe, les terres plantées en bananes depuis plus de 20 ans quelles que soient la pression parasitaire et la capacité du sol, les terres plantées en bananes depuis plus de 10 ans avec une pression parasitaire moyenne ou forte et une capacité du sol moyenne ou forte, les terres plantées en bananes depuis moins de 10 ans avec une pression parasitaire forte et une capacité du sol forte. Ces zones, dites potentiellement contaminées, correspondent à environ 8 700 ha, soit 27 % de la surface agricole utile et 8 % de la surface totale de la Martinique. Toutes les autres classes et les zones urbanisées constituent les zones non contaminées (annexe).

La population vivant dans les zones potentiellement contaminées a été déterminée géographiquement par application des données géographiques de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) sur les zones ainsi définies.

2.2 CONSOMMATION ALIMENTAIRE

L'enquête Escal est une enquête de prévalence qui a été réalisée sur un échantillon représentatif de la population de la Martinique et dont les objectifs généraux étaient de connaître :

- les habitudes de la population en termes de choix d'aliments et de fréquence de consommation ;
- l'état nutritionnel de la population et ses apports alimentaires en lien avec d'éventuels facteurs de risque (diabète, hypertension artérielle, sédentarité, tabagisme, consommation d'alcool...) ;
- les habitudes d'approvisionnement de la population pour les produits alimentaires.

Après stratification de la base de sondage (îlot 15 de l'Insee) selon l'appartenance des îlots aux zones potentiellement contaminées ou non, l'échantillon a été obtenu par un sondage aréolaire à deux degrés :

- tirage au sort des îlots de l'Insee selon une probabilité proportionnelle à leur nombre de résidences principales ;
- tirage aléatoire d'un nombre fixe de résidences principales par îlot ;
- et interrogation de tous les habitants du logement (grappe). Le taux de sondage a été plus élevé dans la zone potentiellement contaminée.

Au total, 817 foyers ont été enquêtés, correspondant à un total de 2 114 individus âgés de plus de 3 ans. Parmi ces 2 114 personnes, 1 965 ont accepté de répondre aux différents questionnaires : 1 504 adultes (plus de 16 ans) et 461 enfants (de 3 à 15 ans).

L'enquête Escal s'est déroulée en deux phases, du 17 novembre au 5 décembre 2003 et du 27 janvier au 13 février 2004. Les questionnaires soumis étaient les suivants :

- pour le foyer :
 - caractéristiques socio-économiques du foyer,
 - modalités d'approvisionnement du foyer ;
- pour les adultes :
 - données individuelles démographiques et de santé,
 - fréquentiel de consommation alimentaire,
 - rappel de consommation alimentaire des dernières 24 heures (administré deux fois) ;
- pour les enfants :
 - données individuelles et de santé,
 - fréquentiel de consommation alimentaire.

2.3 CONTAMINATION DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

Depuis la découverte de la contamination des différents milieux par la chlordécone, les administrations compétentes (essentiellement DDCCRF, DAF/SPV, DSV, DSDS) ont orienté une partie de leur activité vers une meilleure connaissance du niveau de contamination des denrées alimentaires. Ainsi, les plans de contrôle et les plans de surveillance ont progressivement intégré des recherches d'organochlorés sur des légumes, des viandes, des poissons, etc.

Cependant, ces données ne sont pas représentatives de la chaîne alimentaire, puisque les prélèvements sont le plus souvent ciblés sur des aliments sélectionnés pour leur potentiel de contamination. Néanmoins, dans l'attente d'une enquête représentative (enquête RESO dont les résultats seront disponibles courant 2007), ce sont les seules données utilisables.

2.4 VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

L'InVS et l'Afssa ont été saisis de la toxicité de la chlordécone par leurs administrations de tutelle.

L'InVS [2] propose de retenir pour la chlordécone une valeur toxicologique de référence de 0,5 µg/kg p.c./j (microgramme par kilogramme de poids corporel et par jour), construite à partir de l'effet critique observé chez le rongeur (effet rénal).

L'Afssa [3] recommande de retenir deux références toxicologiques :

- une limite tolérable d'exposition répétée de 0,5 µg/kg p.c./j ;
- une limite d'exposition aiguë de 10 µg/kg p.c./j à ne pas dépasser.

Ces valeurs prennent en compte comme effets critiques, pour l'exposition chronique, les effets sur le système rénal et, pour l'exposition aiguë, les effets sur le développement fœtal et les effets neurotoxiques.

2.5 EXPOSITION DE LA POPULATION

À partir des données présentées ci-dessus, l'Afssa [4] a estimé, sous diverses hypothèses, le niveau d'exposition de chacun des individus ayant été inclus dans l'enquête Escal.

Cette étude montre qu'environ 7 % des individus de l'échantillon dépassent actuellement la valeur toxicologique de référence (VTR). Ce constat a conduit l'Afssa à proposer des limites maximales de contamination pour certaines denrées alimentaires [4].

Cependant, la mise en application de ces limites maximales ne permettra pas de protéger les personnes qui s'approvisionnent en dehors des circuits commerciaux (production personnelle, production de voisins amis ou parents). L'Afssa a donc préconisé de compléter le dispositif par des messages de prévention ciblés, à destination des populations les plus exposées.

3. Objectifs

L'estimation de l'exposition de la population martiniquaise à la chlordécone *via* l'alimentation a permis de circonscrire le problème. Si les populations exposées se révèlent relativement peu importantes, elles doivent cependant pouvoir être destinataires d'actions de prévention ciblées ; cela passe par leur identification en termes de zone géographique, de situation socioprofessionnelle et d'habitudes alimentaires.

Le présent document vise à décrire et caractériser les populations les plus à risque de dépassement de la VTR.

4. Matériel et méthodes

Les données utilisées pour cette étude sont tirées des questionnaires de l'enquête Escal (données sociodémographiques et relatives à l'alimentation des individus), et du fichier fourni par l'Afssa relatif aux données d'exposition individuelles établies à partir des plans de contrôle et de surveillance.

4.1 DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Dans un premier temps, la composition globale de l'échantillon a été étudiée selon les principales variables sociodémographiques recueillies et comparée à la structure sociodémographique de la population martiniquaise afin d'évaluer le caractère représentatif de l'échantillon d'étude.

Puis, une analyse univariée a été menée afin de comparer les caractéristiques entre les individus exposés et les non exposés. Les comparaisons entre les variables qualitatives ont été effectuées à l'aide du test d'adéquation du Chi², avec un seuil de significativité de 5 %. Les variables quantitatives ont, quant à elles, été étudiées à l'aide de la statistique F de Fisher (analyse de la variance).

4.2 TYPOLOGIE DES CONSOMMATEURS MARTINIQUAIS

Afin de construire une typologie de la population et d'identifier au sein de celle-ci, à travers leurs caractéristiques socio-économiques et leurs comportements alimentaires, les groupes d'individus à risque d'exposition, une analyse multidimensionnelle des données a été réalisée en recourant à une analyse des correspondances multiples, puis à une classification ascendante hiérarchique. L'analyse des correspondances multiples est une méthode qui permet d'étudier la population considérée selon plusieurs variables qualitatives et de représenter, en utilisant des fonctions graphiques, les associations deux à deux de plusieurs variables. Cette méthode génère un certain nombre d'axes définissant deux à deux des plans factoriels. Le modèle statistique hiérarchise les axes par ordre décroissant de leur "pouvoir explicatif", c'est-à-dire de leur capacité à rendre compte des informations qu'ils synthétisent. La classification hiérarchique permet ensuite de dégager une typologie de la population, en regroupant les individus dans différentes partitions qui les caractérisent selon les modalités les plus présentes dans cette partition. Le principe de cette analyse est de regrouper dans une même classe les individus les plus proches, puis étape par étape, de fusionner ces classes en classes de plus en plus grandes ; le but étant de minimiser la variance intraclasse (les individus d'une même classe sont les plus proches que possible) et de maximiser la variance interclasse (les individus appartenant à des classes différentes sont les plus éloignés que possible). On obtient alors une typologie de la population étudiée en dégageant plusieurs groupes d'individus homogènes vis-à-vis des variables étudiées. Ces deux analyses ont ainsi permis d'identifier les différentes caractéristiques des individus à risque.

4.3 QUANTIFICATION DES FACTEURS DE RISQUE D'EXPOSITION

L'influence de différents facteurs du risque d'exposition a été estimée à l'aide d'une régression logistique. Cette méthode est basée sur un modèle mathématique permettant de prédire la probabilité d'exposition selon une série de variables explicatives prenant en compte leur variation simultanée. Dans le cas présent, elle permet d'identifier les facteurs prédictifs de la probabilité d'exposition et de quantifier leur importance respective. À cet égard, nous avons utilisé comme variable dépendante, la variable du risque d'exposition égale à 1 si l'exposition de l'individu dépasse la VTR et égale à 0 dans le cas contraire. La force de l'influence de chaque variable du modèle est estimée par l'odds-ratio (OR) qui est une approximation du risque relatif. Un facteur protecteur se traduit par un OR compris entre 0 et 1 et un facteur de risque par un OR supérieur à 1. L'association entre la variable dépendante et le facteur considéré est jugée statistiquement significative lorsque l'intervalle de confiance à 95 % de l'OR ne comporte pas la valeur 1.

Chaque variable explicative a été découpée en variables indicatrices en choisissant une classe de référence (OR égal à 1). Un modèle de régression logistique a ensuite été construit en incluant toutes les variables explicatives dont l'association était significative dans l'analyse univariée avec un seuil conservateur de 20 %. Puis, une analyse descendante pas à pas a été réalisée, prenant en compte les interactions possibles lorsque celles-ci étaient pertinentes pour l'analyse.

Enfin, un modèle de régression linéaire multiple a été construit en utilisant, comme variable à expliquer, la variable quantitative d'exposition estimée par l'Afssa. Cette analyse nous a permis d'étudier la cohérence des résultats avec ceux du modèle logistique et les facteurs de variation de l'exposition à la chlordécone.

Après étude de la distribution de la variable exposition à la chlordécone et dans le but de respecter les hypothèses du modèle linéaire (normalité et homoscedasticité des résidus), une transformation logarithmique a été réalisée. La forme de l'association entre la variable "exposition" et la variable quantitative "âge", introduite dans le modèle, a été étudiée de façon non paramétrique à l'aide des polynômes fractionnaires. L'hypothèse de linéarité a été validée pour cette variable.

Les analyses univariées et multivariées (régression logistique et régression linéaire multiple) ont été réalisées à l'aide du logiciel STATA V7. L'analyse factorielle multidimensionnelle des données a été réalisée à l'aide du logiciel SPAD V55.

5. Résultats

5.1 DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Pour l'estimation de l'exposition alimentaire de la population martiniquaise vis-à-vis de la chlordécone, l'Afssa a retenu 1 495 individus de l'enquête Escal ayant répondu aux trois questionnaires

"fréquentiel", "approvisionnement" et au "rappel de 24 heures", soit 402 enfants âgés de 3 à 15 ans et 1 093 adultes âgés de 16 ans et plus (les sous-déclarants "sévéres" et les individus ayant des AET - apports énergétiques totaux supérieurs à 6 000 kcal/jour ont été exclus du calcul de l'exposition et de la suite de cette étude).

5.1.1 Âge et sexe

Les individus de l'échantillon sont âgés de 3 à 92 ans. Le tableau 1 présente les répartitions par âge et sexe de la population d'étude et de la population martiniquaise, à partir des données issues du recensement de 1999.

TABLEAU 1	COMPARAISON PAR TRANCHES D'ÂGE DE L'ÉCHANTILLON ET DU RECENSEMENT 1999				
	Échantillon		RGP 99*		
	N	%	N	%	
3 à 14 ans	368	25 %	72 492	20 %	
15 à 24 ans	173	11 %	51 764	14 %	
25 à 34 ans	131	9 %	60 396	16 %	
35 à 44 ans	225	15 %	61 087	16 %	
45 à 54 ans	177	12 %	44 545	12 %	
55 à 64 ans	147	10 %	32 540	9 %	
65 ans et +	274	18 %	47 092	13 %	
Total	1 495	100 %	369 916	100 %	

*Recensement général de la population, 1999.

La distribution par âge diffère significativement entre l'échantillon et la population martiniquaise du recensement de 1999 ($\chi^2=130,67$, $p<10^{-7}$). Il y a en effet une surreprésentation des enfants âgés de 3 à 14 ans et des personnes âgées de 65 ans et plus, les jeunes âgés

de 15 à 34 ans étant sous-représentés. Ces différences résultent de l'absence au domicile ou de l'indisponibilité souvent rencontrée lors de la réalisation de l'enquête chez les jeunes et, plus particulièrement, les hommes.

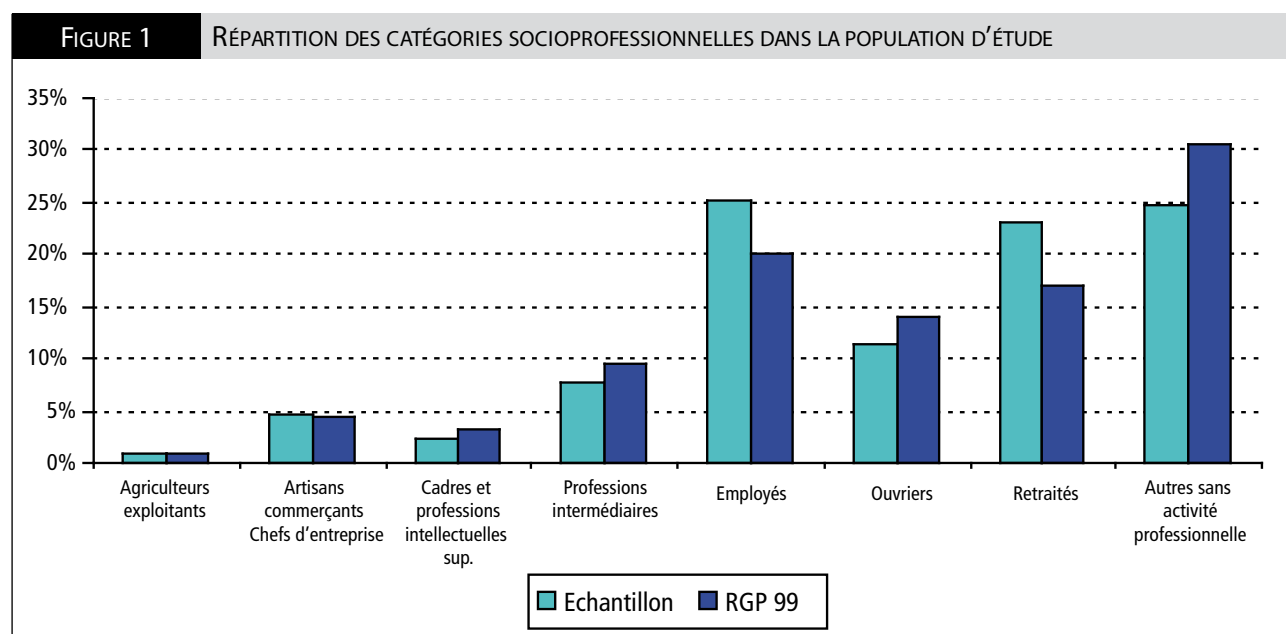
Le tableau 2 présente les répartitions par sexe. Les femmes sont surreprésentées dans l'échantillon d'étude par rapport à la population martiniquaise (sex-ratio de 0,73 dans l'échantillon contre 0,90 lors du recensement).

TABLEAU 2	COMPARAISON DE LA RÉPARTITION PAR SEXE DE L'ÉCHANTILLON ET DU RECENSEMENT 1999				
	Échantillon		RGP 99*		
	N	%	N	%	P
Hommes	629	42 %	175 150	47 %	$p<10^{-3}$
Femmes	856	58 %	194 766	53 %	
Total	1 495	100 %	369 916	100 %	

*Recensement général de la population, 1999.

5.1.2 Catégories socioprofessionnelles

La figure 1 présente la répartition des différentes catégories socioprofessionnelles (CSP).



Les CSP les plus largement représentées parmi les individus enquêtés sont les employés (25 %), les retraités (23 %), les sans activité professionnelle (25 %) et les ouvriers (12 %). Ces quatre catégories totalisent 85 % des enquêtés. Comparativement à la population martiniquaise, on observe une surreprésentation des retraités (23 % vs 17 %) et une sous-représentation des autres inactifs qui représentent 31 % de la population martiniquaise.

5.2 IDENTIFICATION DES INDIVIDUS À RISQUE

L'estimation de l'exposition de la population martiniquaise vis-à-vis de la chlordécone, calculée par l'Afssa, a été réalisée à partir des consommations alimentaires individuelles obtenues au cours l'enquête Escal et des données de contamination d'aliments disponibles au moment de l'étude. Plusieurs niveaux de contamination ont été retenus selon le mode d'approvisionnement alimentaire et la contamination (ou non) de la zone d'habitation des individus : contamination "bruit de fond" (moyenne de toutes les données) et contamination "élevée" (moyenne des seuls échantillons contaminés). L'estimation

de l'exposition prend en compte deux hypothèses de contamination pour le "bruit de fond" : basse et haute ¹.

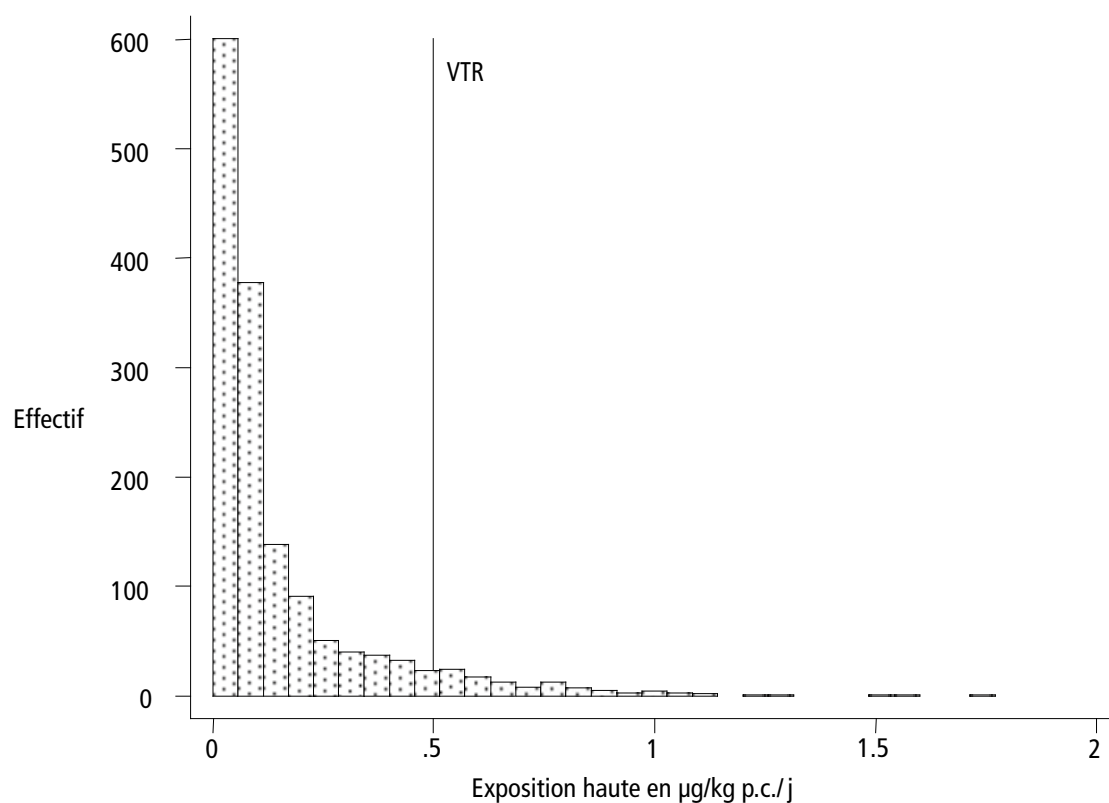
Dans la suite de cette étude, les deux hypothèses, basse et haute, conduisant à des estimations d'exposition très proches l'une de l'autre, seule l'hypothèse haute a été retenue. Un individu est alors caractérisé comme étant à risque d'exposition si sa valeur d'exposition estimée selon l'hypothèse haute dépasse la VTR chronique de 0,5 µg/kg pc/j.

La figure 2 présente la distribution des valeurs d'exposition estimées pour l'ensemble de l'échantillon selon l'hypothèse haute. Sur les 1 495 individus de l'échantillon, 108 personnes (7 % des individus) sont des individus dont l'exposition dépasse la VTR chronique.

¹ L'hypothèse basse revient à retenir la valeur 0 lorsque le résultat de l'analyse est inférieur à la limite de détection (LOD), et la valeur de détection (LOD) lorsque le résultat se situe entre la LOD et la limite de quantification (LOQ). L'hypothèse haute revient à retenir la valeur de détection (LOD) lorsque le résultat de l'analyse est inférieur à la limite de détection (LOD), et la valeur de quantification (LOQ) lorsque le résultat se situe entre la LOD et la LOQ.

FIGURE 2

DISTRIBUTION DE L'EXPOSITION SELON L'HYPOTHÈSE HAUTE DANS LA POPULATION D'ÉTUDE



Le tableau 3, issu du rapport de l'Afssa, présente les valeurs moyennes d'exposition et le pourcentage d'individus dépassant la VTR.

TABLEAU 3

ESTIMATION DE L'EXPOSITION ET DU POURCENTAGE DE PERSONNES DÉPASSANT LA VTR

	N	Estimation haute		
		Moy ± ET (µg/kg pc/j)	p 95	% de dépassement de la VTR
Enfants (3-15 ans)	402	0,123 ± 0,017	0,416	3,9 ± 2,2 %
Adultes (16 ans et plus)	1 093	0,095 ± 0,008	0,391	3,2 ± 1,2 %

Source : Rapport Afssa [4].

5.3 COMPARAISONS ZONES CONTAMINÉES – ZONES NON CONTAMINÉES

Parmi les individus de l'échantillon, 858 résident dans les zones non contaminées et 637 dans les zones contaminées.

5.3.1 Âge et sexe

La répartition de l'âge et du sexe ne diffère pas de façon statistiquement significative en fonction de la contamination de la zone.

5.3.2 Catégories socioprofessionnelles

Les différentes CSP sont réparties de manière différente en fonction de la contamination des zones (tableau 4). En effet, 67 % des agriculteurs exploitants et 55 % des ouvriers résident dans les zones contaminées, alors que 84 % des cadres, 67 % des artisans commerçants et chefs d'entreprise, et 60 % des employés et des professions intermédiaires résident dans les zones non contaminées.

64 % des individus résidant dans les zones contaminées sont des retraités, des sans activité professionnelle ou des ouvriers. Dans les zones non contaminées, ce groupe ne représente que 55 % de l'ensemble des individus.

TABLEAU 4

COMPARAISON DE LA RÉPARTITION DES CSP SELON LA CONTAMINATION DE LA ZONE

	Total		Zones non contaminées		Zones contaminées	
	N	%	N	%	N	%
Agriculteurs exploitants	9	1 %	3	1 %	6	1 %
Artisans commerçants et chefs d'entreprise	48	5 %	32	5 %	16	3 %
Cadres et professions intellectuelles sup.	25	2 %	21	4 %	4	1 %
Professions intermédiaires	80	8 %	48	8 %	32	7 %
Employés	266	25 %	158	37 %	108	23 %
Ouvriers	121	11 %	54	9 %	67	14 %
Retraités	244	23 %	124	21 %	120	26 %
Autres personnes sans activité professionnelle	259	25 %	146	25 %	113	24 %
Total	1 052	100 %	586	100 %	466	100 %

5.3.3 Niveau socio-économique

Un niveau socio-économique a été calculé pour chaque individu à partir des informations relatives à l'équipement du foyer, de la situation financière autodéclarée de la personne référente du foyer et de la CSP de l'individu ou du parent référent s'il s'agissait d'enfants. Celui-ci a été discrétisé selon quatre modalités : niveau très élevé, niveau élevé, niveau bas et niveau très bas. Le niveau socio-économique

diffère significativement ($p < 10^{-3}$) selon la zone considérée : 47 % des individus vivant dans les zones non contaminées ont un niveau socio-économique élevé ou très élevé, alors que ceux-ci ne représentent que 38 % des individus dans les zones contaminées. On note également que plus de 64 % des individus du niveau socio-économique le plus élevé se trouvent dans les zones non contaminées qui représentent 57 % de l'échantillon, alors que 51 % des individus à niveau très bas se retrouvent dans les zones contaminées qui ne représentent que 43 % de l'échantillon (tableau 5).

TABLEAU 5

RÉPARTITION DU NIVEAU SOCIO-ÉCONOMIQUE SELON LA CONTAMINATION DES ZONES

	Total		Zones non contaminées		Zones contaminées	
	N	%	N	%	N	%
Très élevé	345	23 %	220	26 %	125	20 %
Élevé	295	20 %	178	21 %	117	18 %
Bas	530	35 %	301	35 %	229	36 %
Très bas	323	22 %	159	18 %	164	26 %
Total	1 493*	100 %	858	100 %	635	100 %

*Il y a 2 enfants pour lesquels l'indicateur n'a pu être créé, du fait de l'absence de leurs parents dans le fichier.

5.3.4 Niveaux d'exposition

Les individus pour lesquels le calcul d'exposition dépasse la VTR chronique de 0,5 µg/kg p.c./j résident tous en zone contaminée (tableau 6).

TABLEAU 6 ESTIMATION DE L'EXPOSITION ET DU POURCENTAGE DE PERSONNES DÉPASSANT LA VTR				
	N	Estimation haute		
		Moy ± ET (µg/kg pc/j)	p 95	% de dépassement de la VTR
Enfants (3-15 ans)				
Zone non contaminée	239	0,075 ± 0,006	0,189	0,0 %
Zone contaminée	163	0,335 ± 0,047	0,956	20,9 ± 10,8 %
Adultes (16 ans et plus)				
Zone non contaminée	619	0,051 ± 0,002	0,102	0,0 %
Zone contaminée	474	0,269 ± 0,020	0,760	15,6 ± 5,6 %

Source : Rapport Afssa [4].

Le niveau de dépassement de la VTR pour ces individus est précisé dans le tableau 7. La plupart des personnes dépassant la VTR ne s'en éloignent pas beaucoup. Cependant, il existe quelques personnes

qui, compte tenu de leurs habitudes alimentaires, ont des expositions beaucoup plus élevées.

TABLEAU 7 NIVEAU D'EXPOSITION ET DE DÉPASSEMENT DE LA VTR CHEZ LES INDIVIDUS DÉPASSANT LA VTR				
	N	Estimation haute		
		Médiane (µg/kg pc/j)	Max (µg/kg pc/j)	Max exprimé en % de la VTR
Enfants	34	0,732	1,741	348,2 %
Adultes	74	0,644	1,293	258,6 %

Source : rapport Afssa [4].

Guide de lecture : 34 enfants de 3 à 15 ans (soit 20,9 % des 163 enfants vivant dans les zones contaminées indiqués dans le tableau 6) dépassent la VTR chronique en estimation haute. Leur exposition médiane est de 0,732 µg/kg pc/j (à comparer à

la VTR chronique de 0,5 µg/kg pc/j). L'enfant de 3 à 15 ans ayant l'exposition la plus élevée atteint 1,741 µg/kg pc/j, soit 348 % ou près de 3,5 fois la VTR chronique (0,5 µg/kg pc/j).

5.4 CARACTÉRISATION DES INDIVIDUS À RISQUE D'EXPOSITION ÉLEVÉE

Tous les individus à risque d'exposition résident dans les zones contaminées. Les résultats présentés dans cette partie se réfèrent à la population résidant dans ces zones.

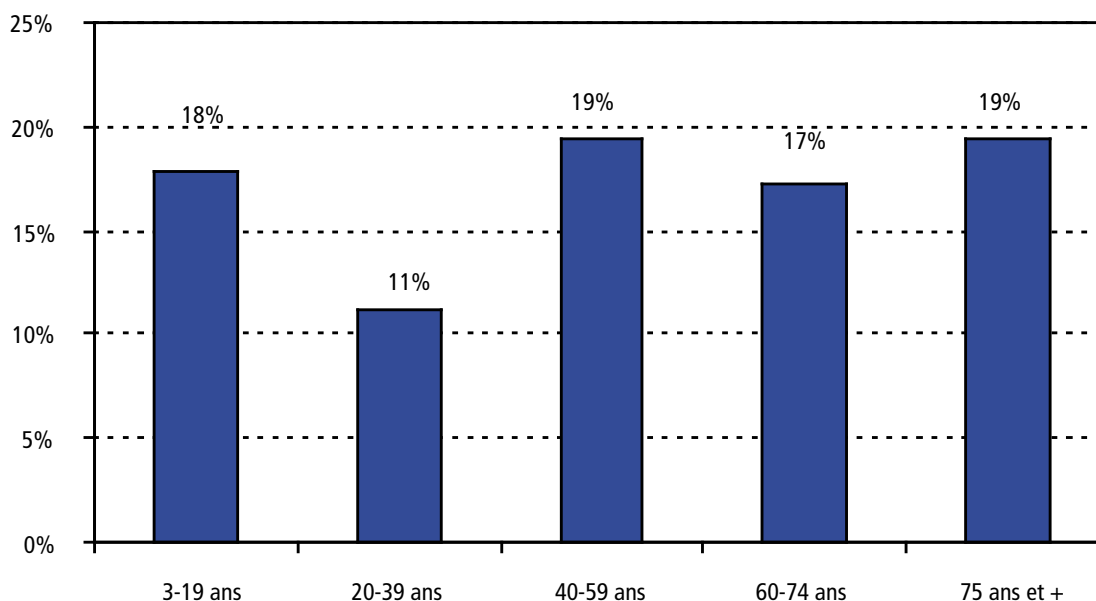
5.4.1 Analyse univariée : Identification de facteurs de risques d'exposition

Âge et sexe

La proportion des individus ayant une exposition supérieure à la VTR dans les zones contaminées est égale à 17 % (108 personnes sur les 637 constituant l'échantillon vivant dans la zone contaminée). Cette proportion ne diffère pas significativement selon le sexe ($p > 0,45$). La figure 3 présente les proportions d'individus à risque selon les différentes tranches d'âge.

FIGURE 3

RÉPARTITION DES INDIVIDUS À RISQUE SELON LA TRANCHE D'ÂGE



La tranche d'âge qui présente la proportion la plus faible d'individus à risque est la tranche des 20-39 ans (11 % d'individus dépassant la VTR), les autres tranches d'âge variant entre 17 % et 19 %. Cependant, lorsque l'on compare l'exposition de la population selon toutes les tranches d'âge, il n'existe pas de différence statistiquement significative au seuil de 5 % ($p > 0,2$).

Catégories socioprofessionnelles

Les catégories cadres et professions intellectuelles supérieures et les professions intermédiaires ont été regroupées compte tenu de leur faible représentation dans l'échantillon. Les catégories les plus à risque d'exposition élevée, parmi celles qui sont bien représentées dans l'échantillon, sont celles des ouvriers, des retraités et des employés, avec des moyennes d'exposition respectivement égales à $0,323 \mu\text{g/kg pc/j}$, à $0,318 \mu\text{g/kg pc/j}$ et à $0,271 \mu\text{g/kg pc/j}$, et au sein desquelles, respectivement, 22,4 %, 18,3 % et 17,6 % d'individus dépassent la VTR chronique (tableau 8).

TABLEAU 8

ESTIMATION DE L'EXPOSITION ET DU POURCENTAGE DE PERSONNES DÉPASSANT LA VTR, DANS LA ZONE CONTAMINÉE, EN FONCTION DE LA CSP

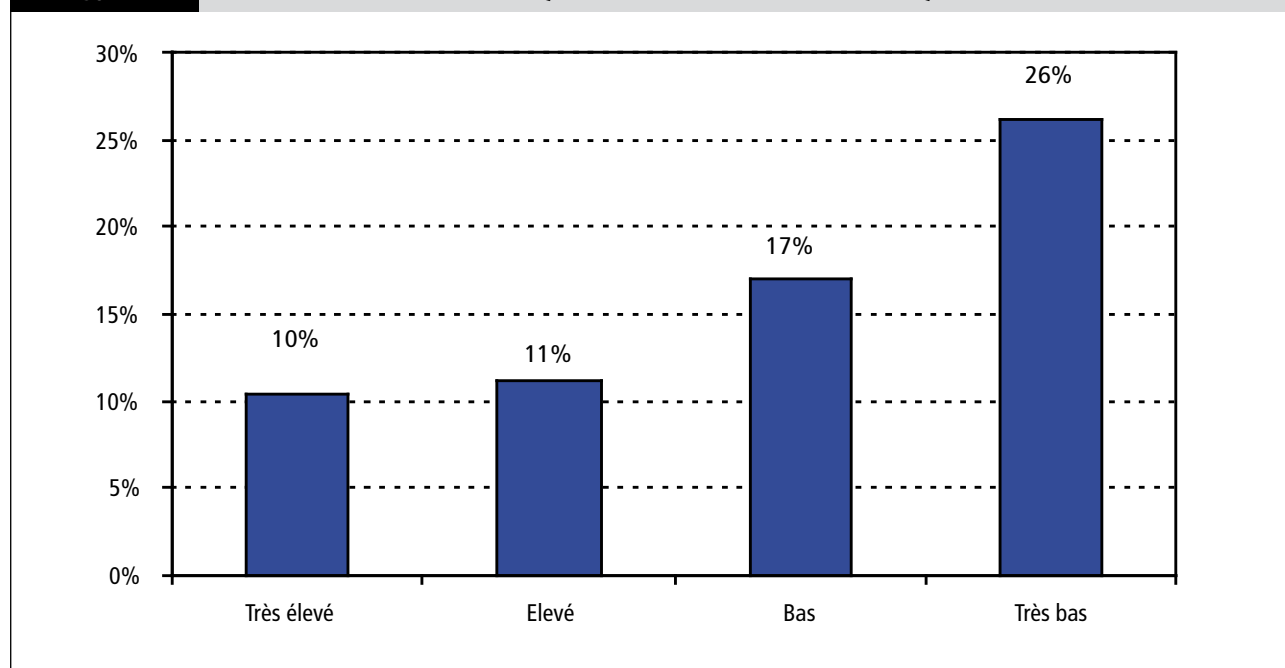
	N	Estimation haute		
		Moy $\pm$ ET ($\mu\text{g/kg pc/j}$)	p 95	% de dépassement de la VTR
Agriculteurs exploitants	6	$0,148 \pm 0,125$	0,344	0,0 %
Artisans, commerçants et chefs d'entreprise	16	$0,285 \pm 0,192$	0,670	$18,75 \pm 9,77$ %
Cadres et professions intermédiaires	36	$0,201 \pm 0,179$	0,569	$11,11 \pm 5,24$ %
Employés	108	$0,271 \pm 0,238$	0,704	$17,59 \pm 3,67$ %
Ouvriers	67	$0,323 \pm 0,244$	0,821	$22,39 \pm 5,1$ %
Retraités	120	$0,318 \pm 0,224$	0,785	$18,33 \pm 3,54$ %
Autres personnes sans activité professionnelle	113	$0,211 \pm 0,208$	0,767	$8,85 \pm 2,67$ %

Niveau socio-économique

Dans les zones contaminées, la proportion des individus à risque diffère significativement en fonction du niveau socio-économique ($p = 10^{-3}$).

L'exposition vis-à-vis de la chlordécone est d'autant plus importante que le niveau socioéconomique est bas (figure 4).

FIGURE 4 RÉPARTITION DES INDIVIDUS À RISQUE SELON LE NIVEAU SOCIO-ÉCONOMIQUE



On note ainsi (tableau 9) que les valeurs moyennes et les 95^e percentiles sont d'autant plus élevés que le niveau socio-économique est bas.

TABEAU 9

ESTIMATION DE L'EXPOSITION ET DU POURCENTAGE DE PERSONNES DÉPASSANT LA VTR, DANS LA ZONE CONTAMINÉE, EN FONCTION DU NIVEAU SOCIO-ÉCONOMIQUE

	N	Estimation haute		
		Moy ± ET (µg/kg pc/j)	p 95	% de dépassement de la VTR
Niveau socio-économique				
Niveau très élevé	125	0,225 ± 0,233	0,628	10,40 ± 2,73 %
Niveau élevé	117	0,235 ± 0,257	0,733	11,11 ± 2,91 %
Niveau bas	229	0,299 ± 0,234	0,762	17,03 ± 2,49 %
Niveau très bas	164	0,352 ± 0,267	0,876	26,22 ± 3,44 %

5.4.2 Analyse multivariée : quantification des facteurs de risque d'exposition

Régression logistique

Les variables explicatives retenues pour cette analyse ont été les variables sociodémographiques et socio-économiques, et les variables sur l'autoconsommation d'aliments. L'analyse a donc porté sur les individus pour lesquels la CSP était renseignée (tous les individus de moins de 16 ans ont ainsi été exclus de cette analyse). En analyse univariée, l'âge, la CSP, le niveau socio-économique, l'autoconsommation de légumes autres, de légumes racines et de fruits étaient significativement associés au risque d'exposition. L'indicateur socio-économique ayant été construit à partir de la CSP, seul le niveau socio-économique a été testé dans le modèle multivarié. L'influence

d'éventuelles interactions existantes entre les différents facteurs a été étudiée. L'hypothèse nulle n'ayant été rejetée pour aucune des interactions testées, le modèle final est donc sans interaction. En ajustant sur tous les facteurs du modèle, le niveau socio-économique et l'autoconsommation² de légumes racines (dachine, patate douce, igname, etc.) sont associés significativement au risque d'exposition vis-à-vis de la chlordécone (tableau 10).

La probabilité de dépasser la VTR augmente quand le niveau socio-économique diminue et la différence est significative quand on considère le niveau socio-économique très bas par rapport au niveau très élevé représentant la classe de référence. L'autoconsommation de légumes racines est, sur le plan quantitatif, le principal facteur prédictif du risque d'exposition (tableau 10).

TABLEAU 10 FACTEURS ASSOCIÉS AU RISQUE D'EXPOSITION (SELON HYPOTHÈSE HAUTE)						
Facteurs associés	Analyse univariée			Analyse multivariée		
	OR bruts	IC 95 %	p-value	OR ajustés	IC 95 %	p-value
Sexe						0,593
Homme	1,00					
Femme	0,98	[0,59 ; 1,65]	0,957			
Tranche d'âge			0,144			0,238
16-24 ans	1,00					
25-34 ans	1,19	[0,28 ; 5,08]	0,809			
35-44 ans	1,81	[0,56 ; 5,85]	0,322			
45-54 ans	3,21	[1,01 ; 10,23]	0,048			
55-64 ans	3,5	[1,07 ; 11,39]	0,037			
65 ans et plus	2,57	[0,84 ; 7,85]	0,098			
CSP			0,188	Non introduit dans le modèle multivarié		
Autres inactifs	1,00					
Agriculteurs exploitants	*		*			
Artis. Com. Chefs d'ent.	2,38	[0,58 ; 9,77]	0,230			
Cadres et Prof. interm.	1,29	[0,38 ; 4,38]	0,686			
Employés	2,20	[0,97 ; 4,97]	0,059			
Ouvriers	2,72	[1,24 ; 7,07]	0,014			
Retraités	2,31	[1,04 ; 5,13]	0,039			
Niveau socio-économique			< 0,001			0,011
Niveau très élevé	1,00			1,00		
Niveau élevé	1,01	[0,31 ; 3,28]	0,982	1,14	[0,35 ; 3,67]	0,826
Niveau bas	2,23	[0,88 ; 5,67]	0,092	1,756	[0,71 ; 4,34]	0,222
Niveau très bas	4,22	[1,69 ; 10,57]	0,002	3,341	[1,37 ; 8,12]	0,008
Autoconso. légumes racines						
Non	1,00					
Oui	5,44	[2,93 ; 10,09]	<0,0001	5,14	[2,74 ; 9,62]	<0,0001
Autoconso. autres légumes						0,28
Non	1,00					
Oui	2,18	[1,25 ; 3,79]	0,006			
Autoconso. fruits						0,684
Non	1,00					
Oui	1,93	[1,06 ; 3,49]	0,030			

² L'autoconsommation est définie comme la consommation de légumes cultivés ou d'animaux élevés dans son propre jardin.

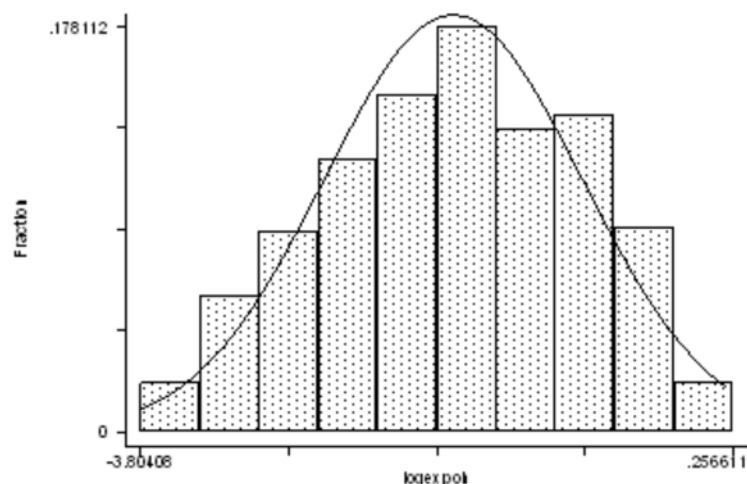
Régression linéaire multiple

Afin de quantifier l'influence des différents facteurs sur la variation de l'exposition à la chlordécone, un modèle de régression linéaire multiple a été ajusté sur le même échantillon que celui de la régression logistique. Les variables testées sont l'âge, le niveau socio-économique, l'autoconsommation de racines, l'autoconsommation de fruits et l'autoconsommation de légumes.

Il a été vérifié que la transformation logarithmique suivait bien une distribution normale (figure 5), et la forme de l'association entre l'âge et l'exposition a été étudiée de façon non paramétrique, à l'aide des polynômes fractionnaires (figure 6). Cette méthode permet d'étudier l'association sans hypothèse *a priori* sur la forme de la relation.

FIGURE 5

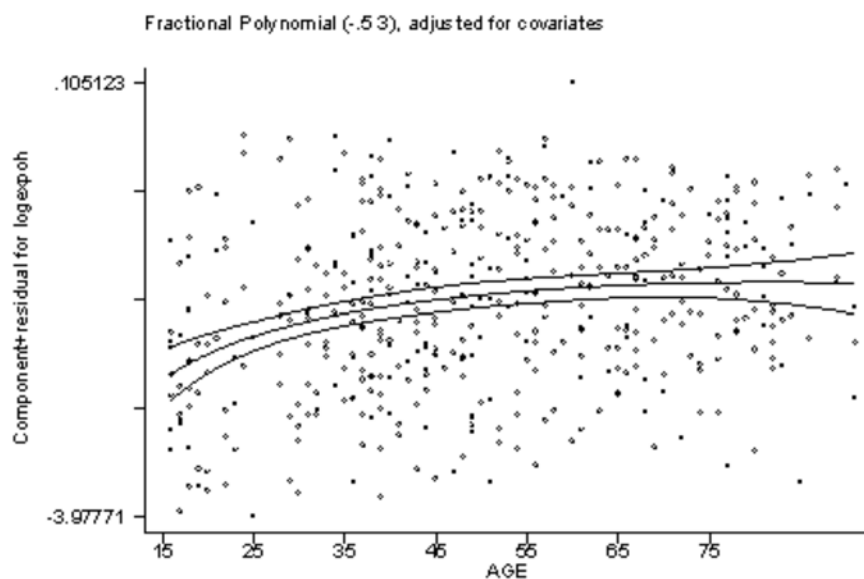
DISTRIBUTION DE LA VARIABLE APRÈS TRANSFORMATION LOGARITHMIQUE



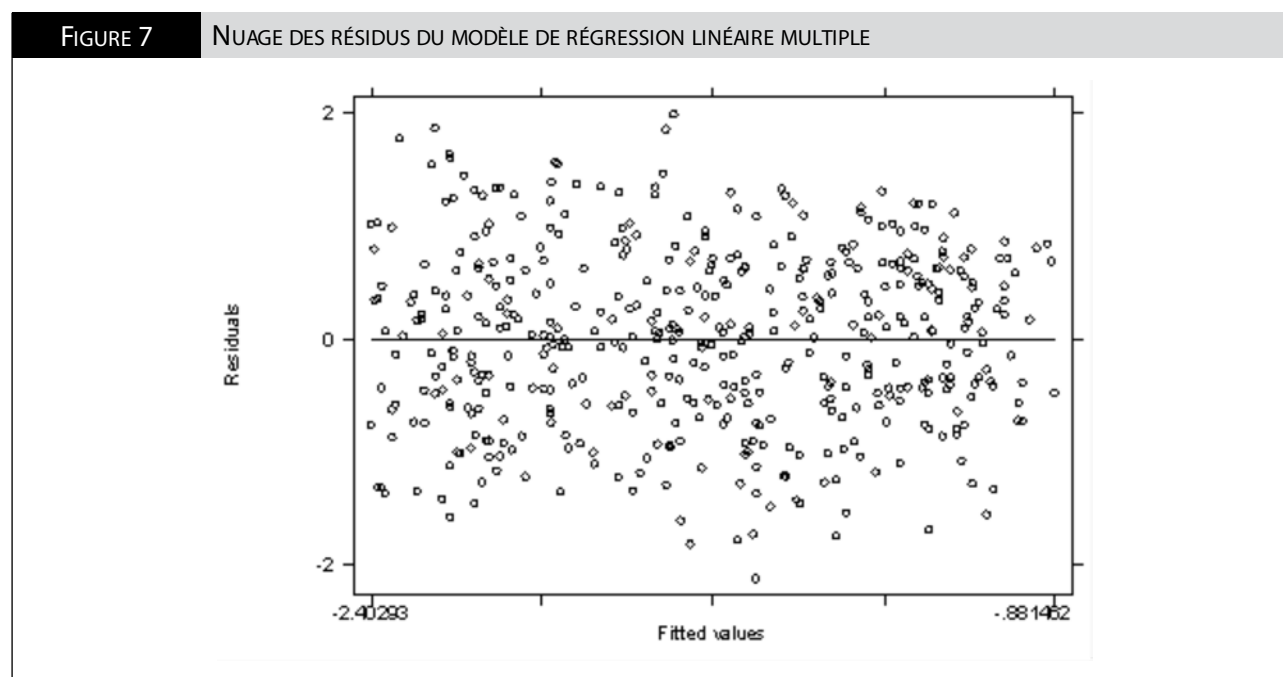
La figure 6, représentation graphique de l'association entre le niveau d'exposition et la variable "âge", montre une relation monotone croissante, proche de la linéarité.

FIGURE 6

ASSOCIATION ENTRE L'ÂGE ET LE RISQUE D'EXPOSITION OBTENU À L'AIDE DES POLYNÔMES FRACTIONNAIRES APRÈS AJUSTEMENT SUR LES COVARIABLES



La figure 7 montre que l'hypothèse d'homoscédasticité des résidus est bien vérifiée.



Les résultats de la régression linéaire multiple sont présentés dans le tableau 11. Les variables influençant le niveau d'exposition à la chlordécone sont l'âge, le niveau socio-économique et l'autoconsommation de légumes racines.

En ce qui concerne l'âge, le niveau d'exposition à la chlordécone augmente de 8 % tous les 10 ans. Après la prise en compte des variables du modèle, l'exposition moyenne à la chlordécone est d'autant plus élevée que le niveau socio-économique est bas. La différence d'exposition est significative à partir du niveau socio-économique bas. L'autoconsommation de légumes racines est une pratique qui augmente également le risque d'exposition.

TABEAU 11 FACTEURS ASSOCIÉS AU RISQUE D'EXPOSITION				
	Coefficient estimé	Écart-type	T	P > t
Constante	- 2,5371	0,1241	- 20,44	< 0,001
Âge	0,0080	0,0020	3,96	< 0,001
Niveau socio-économique				
Niveau très élevé	0	0,1235	0,05	0,957
Niveau élevé	0,0067	0,1091	2,12	0,034
Niveau bas	0,2315	0,1138	2,75	0,006
Niveau très bas	0,3131			
Autoconsommation de racines				
Non	0	0,0743	8,31	< 0,001
Oui	0,6174			

N=466, $R^2=0,22$; transformation logarithmique utilisée : $f(x)=\log(x)$

5.4.3 Analyse populationnelle : typologie des consommateurs résidant dans les zones contaminées

L'analyse multidimensionnelle a pour objectif d'identifier différents profils de consommateurs au sein de la population, à partir des fréquences de consommation alimentaire et des modes d'approvisionnement de ces aliments. Compte tenu du fait que tous les individus à risque d'exposition résident dans les zones contaminées,

l'analyse a porté uniquement sur les individus résidant dans ces zones (n=637).

Les variables actives retenues pour cette analyse (tableau 13) sont relatives aux habitudes alimentaires des consommateurs liées à l'exposition à la chlordécone, à savoir : l'autoconsommation déclarée, les fréquences de consommation d'aliments identifiés comme contributeurs à l'exposition à risque et les fréquences de recours aux différents circuits d'approvisionnement (tableau 12) pour ces mêmes aliments.

TABLEAU 12 LISTE DES CIRCUITS D'APPROVISIONNEMENT	
Circuits d'approvisionnement	Types d'approvisionnement
Grande distribution	Hypermarché, supermarché, supérette
Petite distribution	Épicerie, boucherie, boulangerie, tout commerce de quartier
Marché	
Circuit court	Production directe, don de producteur, approvisionnement direct auprès du producteur

Dans un second temps, ont été utilisées comme variables illustratives (*i.e.* n'intervenant pas dans la construction des axes) : les valeurs d'exposition estimées par l'Afssa et les données sociodémographiques et socio-économiques des individus issues du questionnaire individuel de l'enquête Escal. L'utilisation de ces variables actives et illustratives

permet, dans un premier temps, de caractériser les groupes obtenus par rapport au risque d'exposition et, dans un second temps, d'identifier les individus les plus à risque d'exposition élevée dans la population martiniquaise sur le plan sociodémographique.

TABEAU 13 VARIABLES UTILISÉES POUR LA TYPOLOGIE (N = 637)

Variables actives	Effectif	%	Variables illustratives	Effectif	%
Habitudes alimentaires			Variables d'exposition		
Autoconsommation légumes			Exposition haute		
Oui	342	53,69 %	Oui	108	16,95 %
Non	295	46,31 %	Non	529	83,05 %
Autoconsommation racines			Les variables sociodémographiques		
Oui	295	46,31 %	Sexe		
Non	342	53,69 %	Homme	280	43,96 %
Consommation d'aliments contributeurs			Femme	357	56,04 %
Consommation de dachines			Tranche d'âge		
Moins d'une fois/semaine	329	51,65 %	3-14 ans	149	23,39 %
Une fois/semaine	151	23,74 %	15-24 ans	69	10,83 %
Au moins 2 f/sem	156	24,53 %	25-34 ans	45	7,06 %
Consommation d'ignames			35-44 ans	103	16,17 %
Moins d'une fois/semaine	270	42,39 %	45-54 ans	77	12,09 %
Une fois/semaine	178	27,94 %	55-64 ans	64	10,05 %
Au moins 2 f/sem	189	29,67 %	65 ans et plus	130	20,41 %
Consommation de patate douce			Catégorie socioprofessionnelle		
Moins d'une fois/semaine	505	79,28 %	Agriculteurs exploitants	6	0,94 %
Une fois/semaine	78	12,24 %	Artis. com./Chefs d'ent.	16	3,43 %
Au moins 2 f/sem	53	8,32 %	Cadres et Prof. intermédiaires	36	7,73 %
Consommation de concombres			Employés	308	23,18 %
Moins de 2f/semaine	297	46,62 %	Ouvriers	67	14,38 %
2-5 fois/semaine	260	40,82 %	Retraités	120	25,75 %
Plus de 5f f/sem	80	12,56 %	Autres inactifs	113	24,25 %
Modes d'approvisionnement			Niveau socio-économique		
Fréquences approvisionnement circuit court			Niveau très élevé	125	19,62 %
Jamais			Niveau élevé	117	18,43 %
Peu fréquent	Pour chaque aliment		Niveau bas	229	30,06 %
Principal			Niveau très bas	164	25,83 %
Fréquences approvisionnement grande distribution			Type de logement		
Jamais			Immeuble privé	35	5,49 %
Peu fréquent	Pour chaque aliment		HLM/Ozanam	65	10,28 %
Principal			Maisons individuelles	532	84,14 %

Représentation synthétique de l'espace des comportements alimentaires

L'analyse des correspondances multiples ordonne les axes selon leur pouvoir de restituer l'information. Plus on inclut de variables dans l'analyse, plus l'information totale est éclatée sur les différents axes. Les deux premiers axes obtenus ici représentent respectivement 18,03 % et 10,80 % de l'information (tableau 14).

La décroissance régulière des pourcentages observés, à partir de la troisième valeur propre, montre que ce sont essentiellement deux dimensions qui se dégagent de l'analyse factorielle. Ces deux premiers axes, qui ont un pouvoir explicatif de 28,84 %, représentent bien les différences existant entre les individus vis-à-vis des variables considérées.

TABLEAU 14

TABLEAU DES 15 PREMIÈRES VALEURS PROPRES (15 PREMIERS AXES)

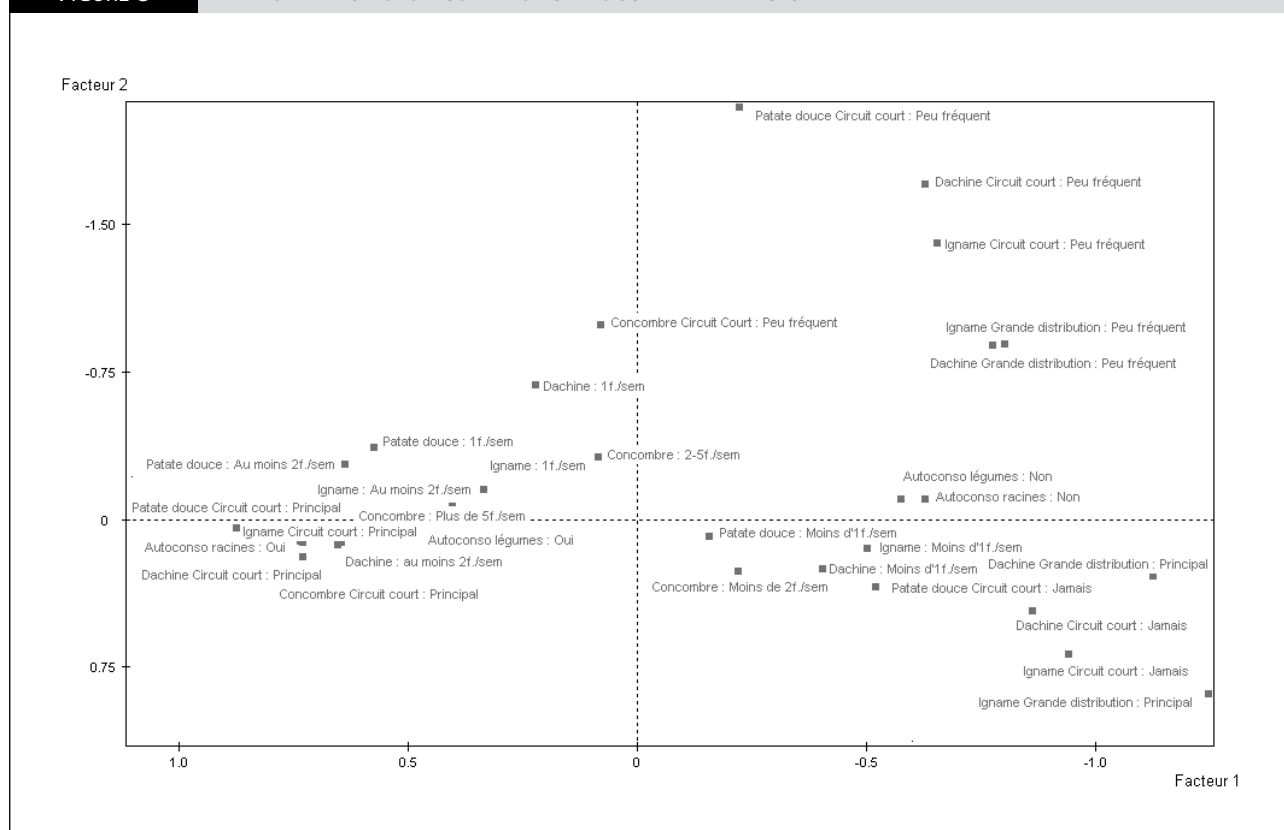
Numéro	Valeur propre	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1	0,3307	18,03	18,03
2	0,1981	10,80	28,84
3	0,1394	7,60	36,44
4	0,1357	7,40	43,84
5	0,1054	5,75	49,59
6	0,0995	5,42	55,02
7	0,0887	4,83	59,85
8	0,0831	4,53	64,39
9	0,0718	3,92	68,30
10	0,0682	3,72	72,02
11	0,0635	3,46	75,49
12	0,0609	3,32	78,81
13	0,0580	3,16	81,97
14	0,0510	2,78	84,75
15	0,0485	2,64	87,39

Le nuage des modalités actives (figure 8) montre que le premier axe représente l'opposition entre les fréquences de consommation d'aliments contributeurs. Les fréquences de consommation les plus élevées apparaissent sur la partie gauche de l'axe et s'opposent aux fréquences de consommation les plus basses que l'on retrouve sur la partie droite de l'axe. Ainsi, la partie gauche de l'axe correspond aux individus qui déclarent consommer des patates douces, du dachine et de l'igname au moins deux fois par semaine et du concombre plus de cinq fois par semaine.

Ce même axe oppose l'approvisionnement en circuit court (CC) à celui en grande distribution (GD). La partie gauche de l'axe correspond aux individus qui autoconsument des légumes et des racines, et s'alimentent principalement en circuit court pour l'ensemble des aliments contributeurs. Ces individus déclarent ne jamais avoir recours à la grande distribution pour ce type d'aliments.

FIGURE 8

REPRÉSENTATION DES MODALITÉS ACTIVES SUR LE PLAN FACTORIEL



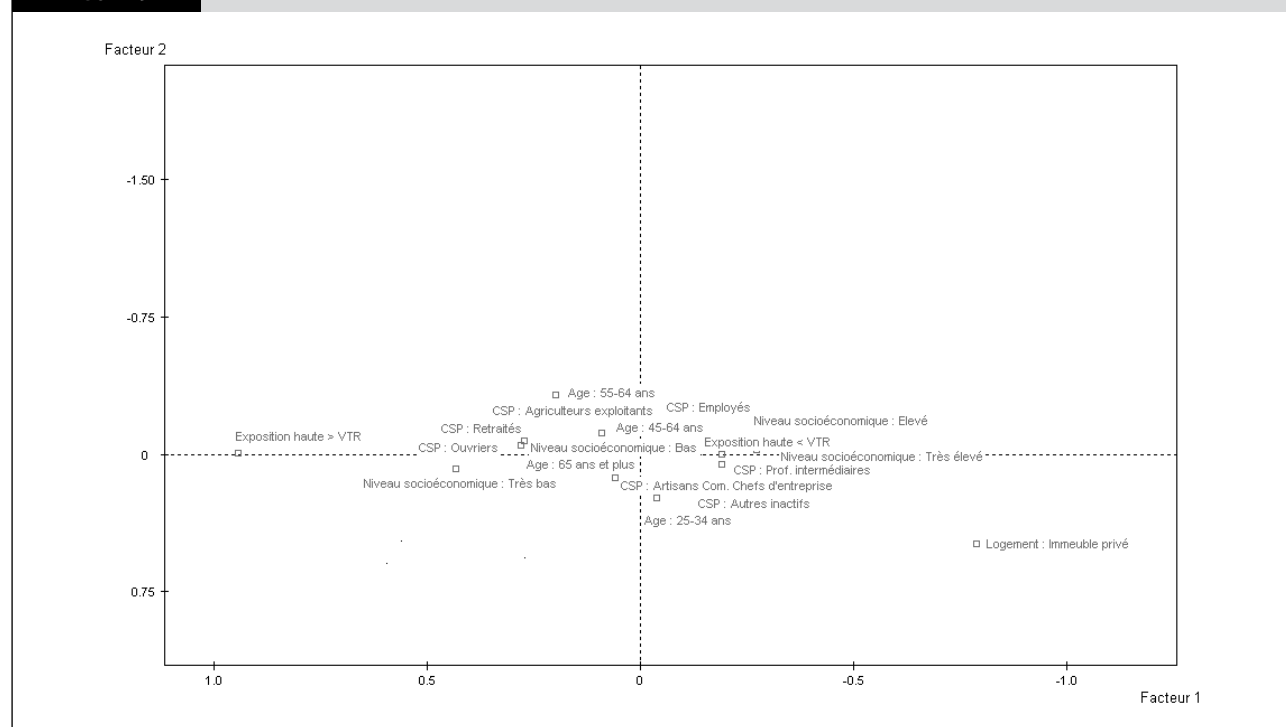
Lorsque les variables illustratives sont projetées sur le plan factoriel (figure 9), on observe que la partie gauche de l'axe 1 concerne les individus âgés de plus de 55 ans qui sont retraités, ouvriers, agriculteurs exploitants, et qui ont un niveau socio-économique très bas. Ces individus sont les plus exposés vis-à-vis de la chlordécone.

À l'opposé, sur la partie droite de l'axe 1, les individus déclarent ne pas autoconsommer d'aliments et s'approvisionner principalement dans la grande distribution pour l'ensemble des aliments contributeurs (ils ne s'approvisionnent jamais en circuit court pour ce type d'aliments).

Ces individus déclarent consommer de l'igname, du dachine et de la patate douce moins d'une fois par semaine, et du concombre moins de deux fois par semaine. Ces individus déclarent principalement habiter dans des immeubles privés et ils ont un niveau socio-économique très élevé ou élevé ; ils déclarent ainsi "avoir suffisamment d'argent pour vivre et ne pas se priver". Ces individus sont les moins exposés vis-à-vis de la chlordécone.

FIGURE 9

REPRÉSENTATION DES MODALITÉS ILLUSTRATIVES SUR LE PLAN FACTORIEL

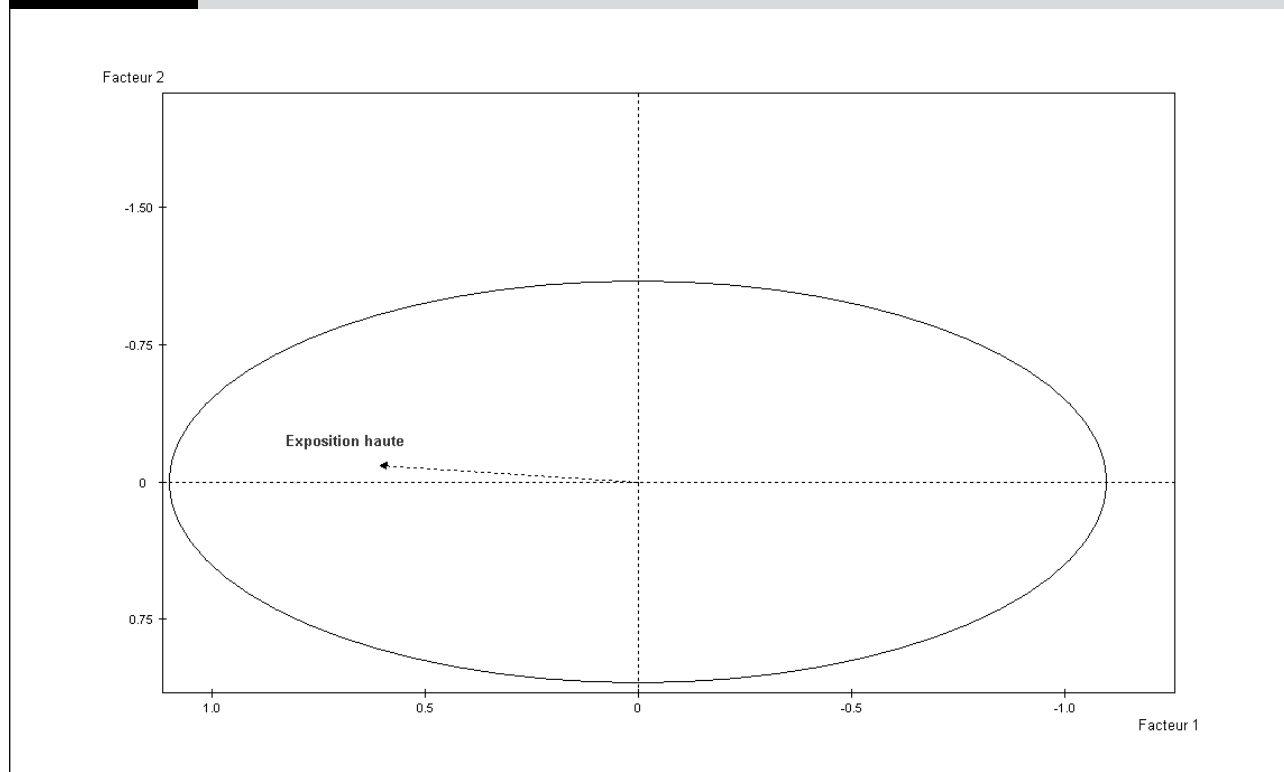


En haut de l'axe 2, figurent les individus qui déclarent ne pas avoir recours à un circuit d'approvisionnement unique ; ces individus ont recours à des circuits d'approvisionnement variés et utilisent aussi bien le circuit court que la grande distribution. Ils s'opposent aux individus qui se trouvent en bas de l'axe, qui déclarent avoir recours principalement à un circuit d'approvisionnement particulier. Cet axe n'oppose pas les individus sur le plan sociodémographique.

Les modalités illustratives montrent que plus les individus se situent à gauche du plan, plus leur niveau d'exposition est élevé. Ce résultat est confirmé lorsque l'on visualise le cercle des corrélations obtenu en

projetant la variable quantitative des valeurs d'exposition pour chaque individu (figure 10). Cette représentation est basée sur les corrélations existantes entre la variable quantitative considérée et les axes du plan factoriel. La position de la variable sur le plan définit alors la direction où se situent les fortes valeurs de la variable. Ceci est d'autant plus vrai que la variable est proche du cercle des corrélations (de rayon 1). Ainsi, la variable quantitative "expohaute", représentant les valeurs d'exposition selon l'hypothèse haute de l'Afssa, est bien corrélée avec l'axe 1 ($r = -0,55$). Les individus les plus exposés sont les individus qui se retrouveront le plus à gauche du graphique.

FIGURE 10 CERCLE DES CORRÉLATIONS – EXPOSITION HAUTE

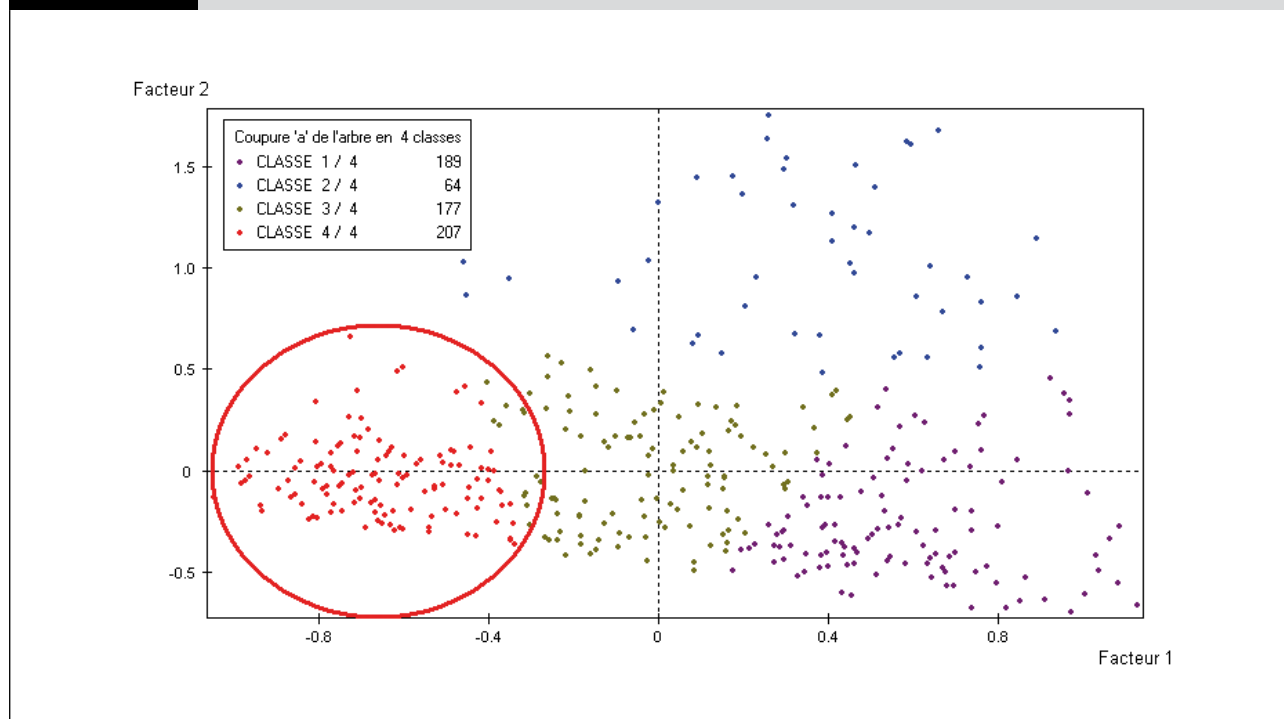


Typologie du comportement alimentaire de la population vis-à-vis de l'exposition

Un découpage en quatre classes d'individus a été réalisé en fonction

du comportement alimentaire décrit par les variables actives, utilisées par une classification ascendante hiérarchique (figure 11).

FIGURE 11 TYPOLOGIE DES CONSOMMATEURS EN FONCTION DE LEURS COMPORTEMENTS ALIMENTAIRES



Le groupe 4, représenté en rouge, est le groupe des individus le plus à risque d'exposition à la chlordécone. Ce groupe est composé de 207 individus, soit environ un tiers des individus résidant dans les zones contaminées. Dans ce groupe, la part des individus ayant une exposition dépassant la VTR est de 39 % (selon l'hypothèse haute). L'exposition moyenne de ce groupe est de 0,45 µg/kg pc/j.

Ce groupe est essentiellement composé d'individus à niveau socio-économique très bas, ouvriers et retraités généralement âgés de plus de 55 ans. Les hommes sont également surreprésentés dans ce groupe qui compte 52 % d'hommes, alors que pour l'ensemble de l'échantillon dans les zones contaminées, ils ne représentent que 44 % des individus.

Habitudes alimentaires du groupe à risque d'exposition

Les analyses précédentes ont permis d'identifier, et de caractériser sur le plan sociodémographique et socio-économique, les individus les plus exposés. Les consommations et habitudes alimentaires de ce groupe (groupe 4) sont présentées ci-dessous.

Autoconsommation

Parmi ces individus, 97 % déclarent consommer des produits qu'ils ont eux-mêmes cultivés pour leur propre consommation (fruits, légumes racines, autres légumes). Mais ce sont les consommations de légumes racines et des autres légumes qui sont significativement différentes par rapport au reste de la population. Ainsi, 89 % de ces individus autoconsomment des légumes racines (vs 46 % de la population non exposée résidant en zones contaminées) et 88 % des autres légumes (vs 54 %).

Circuits d'approvisionnement par type d'aliments

Pour chaque aliment cité dans le questionnaire approvisionnement, les individus devaient déclarer la fréquence (en nombre de fois sur 10) du recours à chacun des circuits d'approvisionnement. Ces fréquences ont été discrétisées selon trois modalités :

- jamais utilisé ;
- peu fréquemment utilisé ;
- principalement utilisé.

Légumes

Pour l'ensemble des légumes (légumes racines, légumes secs et légumes verts), le circuit le plus usité est le circuit court : 53 % des individus déclarent avoir généralement recours à ce mode d'approvisionnement. Seuls 9 % des individus exposés déclarent s'approvisionner principalement en grande distribution. Ce circuit est en effet utilisé, par 84 %, de manière occasionnelle ou peu fréquente.

Concernant les légumes racines, tous les individus de ce groupe s'approvisionnent principalement en circuit court pour l'igname (vs 55 % dans le reste de la zone contaminée). Ils sont 97 % pour le dachine et 73 % pour la patate douce (vs 52 % et 35 %). La plupart d'entre eux déclarent ne jamais s'approvisionner en igname (99 %) ou en dachine (98 %) *via* la grande distribution.

Viandes

Globalement, le mode d'approvisionnement le plus utilisé est la grande distribution. En effet, 44 % des individus exposés déclarent s'approvisionner principalement en grande distribution et 48 % déclarent avoir recours de manière peu fréquente à ce mode d'approvisionnement. Quatorze pour cent s'approvisionnent principalement en circuit court, mais 76 % déclarent y avoir recours de manière peu fréquente. Concernant plus spécifiquement le poulet, répertorié parmi les aliments contributeurs, l'approvisionnement en circuit court est le plus utilisé (57 % des individus déclarent y avoir recours vs 6 % pour la grande distribution).

Fréquences de consommation des légumes racines

Dachine

Les fréquences de consommation de dachine sont plus élevées chez les individus les plus exposés que chez les autres individus de la zone contaminée ($p < 10^{-3}$). Ainsi, 44 % des individus exposés consomment du dachine au moins deux fois par semaine, alors qu'ils ne sont que 24 % à en consommer autant chez les autres individus. Chez le groupe exposé, 28 % (vs 52 % chez les autres) des individus consomment du dachine moins d'une fois par semaine.

Igname

Quarante-trois pour cent (vs 30 %) des individus exposés consomment de l'igname au moins deux fois par semaine et 22 % (vs 42 %) une fois par semaine. Les fréquences de consommation sont également plus élevées chez les individus les plus exposés de façon significative au seuil de 5 % ($p < 10^{-3}$).

Patate douce

Dans la zone contaminée, les individus exposés consomment plus fréquemment de la patate douce que les autres individus ($p < 10^{-3}$) : 44 % (vs 20 %) des individus exposés consomment de la patate douce plus d'une fois par semaine.

Quantités moyennes des légumes racines consommées

Après ajustement sur l'âge et le sexe, les quantités moyennes consommées de légumes racines ne sont pas significativement différentes entre le groupe à risque d'exposition et le reste des individus de la zone contaminée.

TABLEAU 15

QUANTITÉS MOYENNES EN GRAMMES DE LÉGUMES RACINE CONSOMMÉES CHEZ LES INDIVIDUS À RISQUE

Légumes racine	Groupe exposé		
	Moyenne	Médiane	p 95
Dachine	160	150	400
Igname	176	150	350
Patate douce	99	60	250

5.4.4 Extrapolation des résultats à la population martiniquaise

D'après le recensement Insee de 1999, la population martiniquaise résidant dans les zones potentiellement contaminées, définies à partir de la cartographie du BRGM, est constituée de 77 812 individus, soit 20,4 % de la population martiniquaise totale.

Après redressement des données de l'étude Escal sur l'âge et le sexe (l'échantillon de cette étude n'étant pas strictement représentatif de la population martiniquaise), 31,7 % de ces individus, soit environ

24 700 personnes, sont susceptibles, du fait de leurs habitudes d'approvisionnement et d'alimentation, de présenter un niveau d'exposition à la chlordécone trop élevé, soit environ 6 % de la population martiniquaise.

Enfin, 16,3 % des habitants des zones potentiellement contaminées ont effectivement un niveau d'exposition estimé supérieur à la VTR, soit environ 12 700 personnes (représentant 3,3 % des individus de la population martiniquaise totale).

Discussion

L'étude a été réalisée à partir de données provenant d'enquêtes plus ou moins spécifiques et d'un premier travail réalisé par l'Afssa.

Les données de consommation de la population martiniquaise proviennent de l'enquête Escal. Cette enquête en population générale a été spécifiquement réalisée pour répondre à la question de l'exposition de la population aux pesticides organochlorés. Les données recueillies sont donc bien adaptées à la problématique. Cependant, les résultats de cette enquête présentent les défauts de toute enquête de ce genre : échantillon non strictement représentatif de la population (âge et sexe) nécessitant un redressement des résultats, données essentiellement déclaratives.

Les données de contamination des denrées alimentaires proviennent des plans de contrôle et de surveillance de l'administration, et leur représentativité vis-à-vis de la contamination réelle des denrées consommées par la population ne peut être estimée. En effet, les contrôles sont le plus souvent réalisés là où les services administratifs pensent qu'un problème peut exister. Il est alors probable que les données utilisées amplifient le risque réel. Cependant, dans l'attente des résultats de l'enquête RESO Martinique, qui est basée sur les circuits d'approvisionnement de la population et qui doit donc fournir une image de la contamination des denrées plus proche de la réalité, aucune donnée de meilleure qualité n'était disponible.

Au cours de son travail d'évaluation de l'exposition de la population, l'Afssa a été amenée à utiliser ces données et à faire diverses hypothèses. Ainsi, les sous-déclarants "sévères" de l'enquête Escal ont été exclus lors des calculs d'exposition. Des approximations ont été nécessaires pour pallier le manque d'informations disponibles, en particulier sur la contamination des denrées. Par exemple, pour les aliments pour lesquels aucune donnée n'était disponible, des données d'aliments proches ont été utilisées (yaourt et lait par exemple) ; lorsque tous les résultats d'analyse étaient négatifs, une contamination nulle a été retenue si le nombre de ces résultats était supérieur à 10, et une contamination égale à zéro en hypothèse basse et égale à la limite de détection en hypothèse haute, si le nombre était inférieur à 10. D'autres hypothèses ont été faites selon l'approvisionnement : par exemple, tous les aliments achetés en circuit court en zone contaminée ont été considérés comme contaminés.

D'une manière générale, les hypothèses, faites par manque de robustesse des données de contamination, doivent être rediscutées à la lumière des résultats de l'enquête RESO lorsque ces derniers seront disponibles. D'autre part, toutes les hypothèses de travail ont été définies de façon à surestimer plutôt que de sous-estimer l'exposition.

Conclusion

Sur la base des hypothèses retenues par l'Afssa, l'exposition de la population martiniquaise à la chlordécone *via* l'alimentation peut constituer une incertitude en matière de risque sanitaire pour une partie de cette population ; une exposition élevée étant liée aux habitudes alimentaires et/ou aux niveaux de contamination des aliments consommés.

Les caractéristiques de la population martiniquaise à risque d'exposition élevée sont les suivantes :

- il s'agit essentiellement de personnes résidant dans une zone à risque de contamination (telle que définie à partir de la cartographie du BRGM), soit 20,4 % de la population totale martiniquaise ;
- du fait de leurs habitudes d'approvisionnement et d'alimentation, près d'un tiers de ces personnes (soit 6 % de la population totale martiniquaise) est susceptible de présenter un niveau trop élevé d'exposition à la chlordécone :
 - il s'agit aussi bien d'hommes que de femmes,
 - toutes les classes d'âge sont concernées,
 - les CSP les plus à risque d'exposition sont, par ordre décroissant, les ouvriers, les retraités et les employés,
 - ces personnes recourent fortement à l'autoconsommation de produits cultivés dans leur jardin (89 % pour les légumes racines et 88 % pour les autres légumes),
 - en dehors de cette autoconsommation, elles recourent de manière largement dominante au circuit court de distribution (don ou approvisionnement direct auprès des producteurs) : 100 % pour l'igname, 97 % pour le dachine, 73 % pour la patate douce et 57 % pour le poulet,
 - elles consomment au moins deux fois par semaine du dachine, de la patate ou de l'igname, dans près de 45 % des cas,

- 16,3 % des personnes résidant dans une zone à risque d'exposition (soit 3,3 % de la population totale martiniquaise) sont susceptibles de présenter un niveau d'exposition supérieur à la VTR, ce qui ne permet pas de leur garantir l'absence de risque sanitaire :

- ce niveau d'exposition à la chlordécone est proportionnel à l'âge : il augmente de 8 % tous les 10 ans,
- le risque de dépassement de la VTR est quatre fois plus élevé chez la population à niveau socio-économique très bas que chez la population à niveau socio-économique très élevé,
- le recours à l'autoconsommation de légumes racines multiplie par cinq le risque de dépassement de la VTR.

Sur la base de ces résultats, un programme de prévention, prenant en compte les caractéristiques de cette population, doit être élaboré et mis en œuvre. Ce programme doit viser à ramener les niveaux d'exposition à la chlordécone de cette population en deçà de la VTR, afin de lever les incertitudes en terme de risque sanitaire.

Ce programme doit s'intégrer dans le volet régional du Programme national nutrition santé - PNNS (axe prioritaire, en Martinique, du Programme régional de santé publique - PRSP), afin d'être cohérent et compatible avec l'approche globale visant à réduire les risques de maladies chroniques liés à l'alimentation (diabète, HTA, maladies cardio-vasculaires) qui, en Martinique, constituent un problème majeur de santé publique.

Références bibliographiques

- [1] Desprats JF, Comte JP, Perian G. (2003) – Cartographie du risque de pollution des sols de Martinique par les organochlorés. Rapport de phase 2. BRGM RP 52257 FR.
- [2] Bonvallot N, Dor F. Insecticides organochlorés aux Antilles : identification des dangers et valeur toxicologiques de référence (VTR) – État des connaissances, InVS, Saint-Maurice, juin 2004.
- [3] Afssa – Avis relatif à l'évaluation des risques liés à la consommation de denrées alimentaires contaminées par la chlordécone en Martinique et en Guadeloupe, Maisons-Alfort, décembre 2003.
- [4] Dubuisson C, Volatier JL. Évaluation de l'exposition alimentaire théorique de la population martiniquaise à la chlordécone – Propositions de limites maximales provisoires de contamination dans les principaux aliments vecteurs, Afssa, Maisons-Alfort, août 2005.

ZONES POTENTIELLEMENT CONTAMINÉES
ADAPTATION DE LA CARTE MULTICRITÈRE DU BRGM PAR LA CIRE ANTILLES-GUYANE
OCTOBRE 2003



Carte réalisée par la Cire Antilles-Guyane. Données collectées et mises en forme par le BRGM.

Carte IGN BDCARTO®-IGN - Paris 2007 - Autorisation n° CG07-18

Caractérisation des groupes de population à risque d'exposition élevée vis-à-vis de la chlordécone via l'alimentation

Martinique, août 2006

Claude Flamand, Philippe Quénel, Alain Bateau

La chlordécone est un insecticide organochloré qui a été largement utilisé aux Antilles dans les plantations de bananes, pendant une vingtaine d'années. Il a été interdit en 1993 mais, depuis 1999, des enquêtes ont successivement mis en évidence sa présence dans les sols et les sédiments, les produits végétaux, et les viandes et poissons. S'est alors posée la question de l'exposition de la population martiniquaise à travers l'alimentation et de la caractérisation de groupes de population à risque d'exposition à la chlordécone.

Les données de consommations alimentaires de l'enquête Escal et les données de contamination des aliments provenant des différents plans de contrôle des services administratifs ont permis à l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) de calculer sous diverses hypothèses le niveau d'exposition de 1 495 personnes incluses dans l'enquête Escal.

Une personne à risque d'exposition a été définie comme étant une personne dont l'exposition calculée dépasse la valeur toxicologique de référence (VTR) chronique.

Les individus pour lesquels le calcul d'exposition dépasse la VTR se situent tous dans la zone contaminée où ils représentent 21 % chez les enfants et 16 % chez les adultes. Les individus à risque ne diffèrent pas sur le sexe et l'âge. Dans la zone contaminée, la proportion des individus à risque diffère significativement selon le niveau socio-économique.

La typologie de la population vis-à-vis du risque d'exposition montre que la consommation de légumes (racines et autres) est significativement plus élevée dans le groupe à risque d'exposition. Ce groupe s'approvisionne essentiellement en circuit court pour les légumes, mais aussi pour le poulet. La fréquence de consommation est également significativement plus élevée dans ce groupe, alors que la quantité consommée est équivalente à celle du reste de la population.

Une population à risque élevée d'exposition à la chlordécone via l'alimentation a pu être caractérisée. Cette population, compte tenu de ses modes d'approvisionnement, ne peut pas être protégée par des mesures réglementaires telles que des limites maximales. Sur la base de ces résultats, la Direction de la santé et du développement social de Martinique va donc élaborer un programme de santé spécifique en direction des populations concernées.

Characterization of groups at risk of exposure to Chlordecone through food consumption

Martinique, August 2006

Chlordecone is an organochlorine insecticide which has been widely used during twenty years in the French Antilles banana plantations. Its use was banned in 1993, yet since 1999 successive surveys has revealed its presence in soil and sediments, vegetal products, fishes and meat. The issue of a potential exposure of the Martinican population to Chlordecone through food consumption has thus been raised, as well as the characterization of groups at risk of exposure.

Consumption patterns observed in the ESCAL survey and food contamination data obtained from the control programs carried out by the authorities were used by AFSSA to estimate exposure levels of 1 495 individuals included in the ESCAL survey.

A person at risk of exposure was defined as a person whose estimated exposure is above the chronic health-based guidance value (CHGV).

Every person whose estimated exposure is above the CHGV is living within the contaminated area. In this area, this group represents respectively 21% of children and 16% of adults. At risk persons do not differ according to sex and age. Within the contaminated area, the proportion of at risk persons is significantly different according to the socio-economic level.

The consumption of vegetables (roots and others) is significantly higher in the group at risk of exposure. Subsistence production represents the main source of supply in this group. It also represents its main source of supply for vegetables, as well as for chicken meat. Whereas consumption frequency increases significantly compared to the non at risk group, the overall consumed quantity is similar in both groups.

The population at high risk of exposure to Chlordecone through alimentation was thus characterized. Given its supply habits, this group of persons may not be protected by regulatory measures such as maximum limits. On the basis of these results, the Martinique Health Authorities (Direction de la santé et du développement social de Martinique) is about to design a public health program directed specifically towards this population.

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

12 rue du Val D'Osne

94 415 Saint-Maurice Cedex France

Tél. : 33 (0)1 41 79 67 00

Fax : 33 (0)1 41 79 67 67

<http://www.invs.sante.fr>

ISSN : en cours

ISBN-NET : 978-2-11-096992-7

Réalisé par DIADEIS - Paris

Dépôt légal : septembre 2007