



Première évaluation de l'exposition alimentaire de la population martiniquaise au CHLORDÉCONE

Propositions de limites maximales provisoires de contamination dans les principaux aliments vecteurs

Août 2005

Personnes ayant contribué à la rédaction de ce rapport

Afssa DERNS/Pôle d'Appui Scientifique à l'Évaluation des Risques :

Carine Dubuisson
Jean-Charles Leblanc
Jean-Luc Volatier

Afssa DERNS :

Sophie Gallotti (UERPC)
Marie Hélène Loulergue (DERNS)

Nous remercions :

Les services de l'État au niveau central et au niveau déconcentré ayant recueilli et communiqué les données de contamination de l'eau et des aliments (DGAL, DGCCRF, DGS, DDCCRF, DSDS, DSV, IFREMER, SPV)

Les membres de la mission interministérielle d'inspection générale qui nous ont communiqué par leur rapport de nombreuses informations très utiles à la réalisation de cette étude (Claude Gaumand, Alain Gravaud, Xavier de Verdalon et Michel Vernerey)

L'Institut de Veille Sanitaire (CIRE Antilles Guyane et unité mixte USEN) pour la fourniture des fichiers de l'étude ESCAL, de données de contamination des aliments et les échanges sur la méthodologie

Alain Bateau (CIRE)

Claude Flamand (CIRE)

Philippe Quénel (CIRE)

Katia Castetbon (USEN/InVS)

Valérie Deschamp (USEN/InVS)

Le professeur François André (ENV Nantes), président du Comité d'Experts Spécialisés « Contaminants et résidus » de l'Afssa pour sa relecture attentive de ce rapport.

Les Dr Sylvaine Cordier et Luc Multigner de l'unité 625 de l'INSERM pour leur relecture attentive et leurs conseils.

Les équipes de l'INRA (Dr Yves Marie Cabidoche) et du CIRAD (Henri Vannière, Magalie Jannoyer) pour les informations sur les transferts sol-plantes.

Coordination éditoriale

Carole Thomann

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	5
1 RAPPEL DU CONTEXTE ET DES OBJECTIFS	9
2 DONNÉES DISPONIBLES POUR L'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION	11
2.1 POUR LE VOLET CONSOMMATION ALIMENTAIRE.....	11
2.1.1 CHEZ LES INDIVIDUS DE PLUS DE 3 ANS : L'ÉTUDE ESCAL	11
2.1.2 CHEZ LES ENFANTS DE MOINS DE 3 ANS	12
2.2 POUR LE VOLET CONTAMINATION DES ALIMENTS.....	12
3 MÉTHODE D'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION ALIMENTAIRE AU CHLORDÉCONE ET DE PROPOSITION DE LIMITES MAXIMALES DE CONTAMINATION DANS LES DENRÉES ALIMENTAIRES	16
3.1 EXPOSITION CHRONIQUE CHEZ LES PERSONNES DE PLUS DE 3 ANS	16
3.1.1 APPROCHE « THÉORIQUE ET MAXIMALISTE » DE L'EXPOSITION.....	16
3.1.2 APPROCHE « RÉALISTE » DE L'EXPOSITION.....	16
3.2 EXPOSITION AIGUË	20
3.3 CAS DES ENFANTS DE MOINS DE 3 ANS	20
4 RÉSULTATS	21
4.1 SCENARIO 1 : EXPOSITION MAXIMALISTE POUR DIFFÉRENTES LM PAR LE CALCUL D'UN AJMT ..	21
4.2 SCENARIO 2 : ESTIMATION DE L'EXPOSITION CHRONIQUE AU CHLORDÉCONE DE LA POPULATION MARTINICAISE SOUS L'HYPOTHÈSE D'ABSENCE DE LIMITE MAXIMALE.....	22
4.3 SCENARIOS 3 ET 4 : HYPOTHÈSES DE PROPOSITION DE LIMITES MAXIMALES DE CONTAMINATION ET SIMULATION DE L'EXPOSITION ASSOCIÉE.....	25
4.3.1 SCENARIO 3 : APPLICATION DES LM À L'ENSEMBLE DES ALIMENTS VECTEURS	26
4.3.2 SCENARIO 4 : APPLICATION DES LM AUX SEULS ALIMENTS MIS SUR LE MARCHÉ (PRODUITS COMMERCIALISÉS).....	27
4.4 EXPOSITION AIGUË	29
4.5 CAS DES ENFANTS DE MOINS DE 3 ANS	31
5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	32
6 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	35
7 ANNEXES.....	36
7.1 ANNEXE 1 – NIVEAU DE CONTAMINATION EN CHLORDÉCONE DES ALIMENTS OU GROUPES D'ALIMENTS DU FRÉQUENTIEL ESTIMÉ À PARTIR DES DONNÉES DE CONTAMINATION DISPONIBLES .	37
7.2 ANNEXE 2 - DONNÉES DE CONTAMINATION DES ALIMENTS POUR LA GUADELOUPE	40

Table des illustrations

Tableau 1. Synthèse des données de contamination disponibles (Martinique).....	14
Tableau 2. Distribution des apports énergétiques individuels moyens calculés à partir du fréquentiel (kcal/j) et taux de sous-déclarants sévères (%) selon la classe d'âge.....	17
Tableau 3. Estimation de l'exposition et du pourcentage de personnes dépassant la VTR dans les populations adultes et enfants de Martinique.....	22
Tableau 4. Niveau d'exposition et de dépassement de la VTR chez les individus dépassant la VTR .	23
Tableau 5. Identification des principaux aliments vecteurs de chlordécone	23
Tableau 6. Caractéristiques des groupes identifiées par la typologie de la CIRE	24
Tableau 7. Contamination moyenne des principaux aliments vecteurs de chlordécone selon les hypothèses de LM	25
Tableau 8. Simulation des expositions les plus élevées et pourcentage de personnes dépassant la VTR selon les propositions de LM appliquées à l'ensemble des principaux aliments vecteurs de chlordécone (estimation haute)	26
Tableau 9. Estimation du pourcentage d'aliment à exclure du marché selon les propositions de LM (estimation à partir des données de contamination disponibles pour la Martinique)	27
Tableau 10. Part moyenne de l'autoconsommation dans l'approvisionnement pour les principaux aliments vecteurs de chlordécone	27
Tableau 11. Simulation des fortes expositions et taux de dépassement de la VTR en fonction des propositions de limites maximales appliquées aux principaux aliments vecteurs de chlordécone, hors autoconsommation (estimation haute)	28
Tableau 12. Pourcentage d'auto-consommateurs de dachine ou patate douce.....	28
Tableau 13. Quantité moyenne maximale d'autoconsommation de légumes racines, fréquence de consommation acceptable et pourcentage d'individus dépassant ces quantités.....	29
Tableau 14. Exposition aiguë en fonction des limites maximales dans un aliment	30

En 2002 et 2003, l'Afssa a été saisie à quatre reprises par ses trois administrations de tutelle (DGAL, DGCCRF et DGS) au sujet de la contamination des denrées alimentaires par les pesticides organochlorés (notamment chlordécone) en Martinique et Guadeloupe. Ces saisines visaient trois objectifs principaux permettant d'évaluer le risque et de mieux le gérer :

1. Établir des valeurs toxicologiques de référence ;
2. Estimer l'exposition de la population au chlordécone ;
3. Établir des limites maximales (LM) pour le chlordécone dans les denrées alimentaires, qui permettent de protéger suffisamment les populations.

En réponse au premier objectif, l'Afssa, par l'avis du 10 décembre 2003 (Afssa, 2003), a proposé deux valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour le chlordécone :

- ✓ une limite tolérable d'exposition répétée chronique de 0,5 µg/kg p.c./j ;
- ✓ et une limite d'exposition aiguë de 10 µg/kg p.c./j.

Les deux autres objectifs ne pouvaient être remplis sans l'obtention de données de consommation alimentaire et de modes d'approvisionnement pour la population de Martinique et Guadeloupe. Des premières données **concernant les individus de 3 ans et plus** ont été apportées à l'Afssa, pour la Martinique seule, en mars-avril 2005 par l'étude ESCAL pilotée par la CIRE Antilles-Guyane. L'ensemble des données disponibles de contamination des aliments issues principalement des plans de surveillance et de contrôle des administrations (DGAL, DGCCRF et DGS) mais aussi d'autres organismes (IFREMER) ont été utilisées.

Une première évaluation théorique de l'ordre de grandeur de l'exposition a été conduite via le calcul d'un apport journalier maximal théorique (AJMT). Cette approche est basée sur l'hypothèse que tous les aliments consommés et d'origine locale sont contaminés au niveau de la LM. Selon cette méthode maximaliste, il paraît possible de couvrir le risque de dépassement de la VTR pour l'ensemble des classes d'âge. Si ce scénario indique ainsi les niveaux de LM qui pourraient être testés, il surestime l'exposition et ne permet pas d'identifier les principaux aliments vecteurs de chlordécone qui devraient être réglementés en priorité.

C'est pourquoi des scénarios d'exposition plus réalistes ont été conduits à partir des données de consommation et de contamination disponibles en s'appuyant sur une méthodologie internationale préconisée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

Cette étude permet de mettre en évidence l'intérêt en termes de santé publique de proposer des approches ciblées de réduction de l'exposition alimentaire au chlordécone des populations guadeloupéenne et martiniquaise.

L'intérêt des mesures de gestion actuelles et notamment l'exclusion, le cas échéant, des circuits commerciaux des végétaux produits sur des sols contaminés suite aux arrêtés préfectoraux du 20 mars 2003 pour la Martinique et du 20 octobre 2003 pour la Guadeloupe, ainsi que la limite maximale de 0,1 µg/l dans l'eau de consommation est pleinement démontré par les simulations réalisées.

Cependant, grâce à l'exploitation de l'ensemble des nouvelles données disponibles, notamment des données sur les habitudes alimentaires en Martinique issues de l'étude ESCAL, il apparaît que l'efficacité de l'ensemble des mesures prises actuellement pourrait être améliorée en ciblant mieux les aliments contributeurs et les populations exposées au chlordécone.

Le rapport propose ainsi une liste d'aliments prioritaires significativement contributeurs à l'exposition chronique au chlordécone, pour lesquels une **limite maximale provisoire de 50 à 100 µg/kg poids frais** serait efficace pour éviter que les consommateurs les plus réguliers de ces aliments commercialisés ne soient dans une zone d'incertitude en matière de risque. Ces aliments sont **le dachine, la patate douce, l'igname, le concombre, la carotte, la tomate, le melon et la chair de poulet**. Pour les légumes aériens tels que la tomate, le concombre ou le melon, des études

complémentaires devront permettre de préciser les raisons et les modalités de la contamination (ex : cœur de la tomate ou simplement surface de la peau par simple contact avec le sol). Cette liste devra être actualisée en fonction des nouvelles données analytiques disponibles pour la Guadeloupe comme pour la Martinique. **La limite maximale devra également être révisée si nécessaire en fonction des futures données analytiques recueillies.**

Pour les autres aliments contributeurs plus occasionnels voire exceptionnels de chlordécone (poissons et crustacés, canne à sucre, ananas), le rapport propose une **limite basée sur l'exposition aiguë de 200 µg/kg poids frais** qui permettrait d'éviter des dépassements accidentels de la valeur toxicologique de référence aiguë pour les adultes comme pour les enfants et les enfants en bas âge.

Les simulations réalisées dans ce rapport montrent aussi que la fixation de limites maximales pour les aliments commercialisés n'est pas suffisante pour protéger la population des consommateurs de légumes racines cultivés dans les jardins ou exploitations agricoles et consommés directement par les populations sans commercialisation (autoconsommation). En effet, l'étude ESCAL de la CIRE a démontré que ces pratiques pouvaient être régulières en milieu rural et en particulier dans la zone contaminée du nord-est de la Martinique. Pour cette population ainsi que pour la population rurale de Guadeloupe résidant sur des sols contaminés et dont l'exposition reste encore mal connue dans l'attente des données de consommation de l'étude CALBAS en cours, nous proposons d'évaluer de façon plus approfondie l'exposition réelle en tenant compte de l'ensemble des facteurs pouvant la déterminer : niveau de contamination des sols, épluchage et préparation des dachines et autres légumes racines, mode de cuisson...etc. Cette préconisation avait déjà été faite par la mission d'inspection générale interministérielle dans son rapport d'avril 2005. En attendant les résultats d'une étude plus approfondie à ce sujet, **nous préconisons provisoirement, pour les familles exploitant un jardin sur un sol contaminé au point de produire des dachines contenant en moyenne 260 µg/kg de chlordécone de limiter leur consommation de dachine et patate douce provenant du jardin à deux fois par semaine environ.** Cependant, la définition des conditions de mise en œuvre de cette recommandation demande une étude approfondie complémentaire à ce rapport.

Il reste aussi à réaliser un travail identique pour la Guadeloupe, même si on a pris en compte qualitativement les données guadeloupéennes disponibles dans ce rapport (par exemple pour les melons). L'étude sur les habitudes alimentaires CALBAS de la CIRE Antilles-Guyane permettra de réaliser cette étude spécifique pour la Guadeloupe.

Enfin, cette étude permet d'identifier les compléments d'analyse nécessaires pour préciser l'exposition et vérifier que les LMs provisoires proposées ainsi que les préconisations de consommation de légumes racines issus des jardins sont bien adaptées. Ces analyses complémentaires pourront être intégrées dans l'étude coordonnée par la CIRE Antilles-Guyane à laquelle les laboratoires de l'Afssa participeront, mais aussi aux plans de surveillance des aliments mis en œuvre par les administrations.

En conclusion, l'ensemble de ces propositions tend à intégrer les données disponibles permettant de mieux proportionner les mesures de protection par rapport aux risques de dépassement de limites toxicologiques pour l'ensemble des populations vivant en Guadeloupe et Martinique.

RÉSUMÉ DES SCÉNARIOS D'EXPOSITION CHRONIQUE

	Description du modèle	Hypothèses	Principaux résultats	Limites
SCÉNARIO 1 : Exposition maximaliste par le calcul d'un AJMT	$AJMT = \sum (C_i \times LMi)$ <p>C_i : la quantité quotidienne moyenne d'aliment i consommée ;</p> <p>LM_i : la limite maximale de contamination pour l'aliment i.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Tous les aliments consommés et pouvant être contaminés le sont au niveau de la LM théorique. Sont exclus du calcul : <ul style="list-style-type: none"> Les aliments provenant de métropole ; Les aliments pour lesquels l'ensemble des données de contamination (en nombre supérieur à 10) sont toujours négatives (bananes, agrumes,...). 	<p>LMs maximales théoriques pour être une exposition moyenne inférieure à la VTR :</p> <p>Chez les 3-5 ans : 25 µg/kg</p> <p>Chez les 6-10 ans : 30 µg/kg</p> <p>Chez les 11-15 ans : 40 µg/kg</p> <p>Chez les 16 ans et + : 50 µg/kg</p>	<ol style="list-style-type: none"> Sur-estimation du risque et de l'exposition. Pas d'identification ni de ciblage des LM sur les principaux aliments vecteurs de chlordécone.
SCÉNARIO 2 : Exposition « réaliste » basée sur les données de contamination et d'exposition disponibles	<p><u>Exposition pour un individu i en zone contaminée :</u></p> $\sum_{\text{aliments}} [(qte_i \times \text{conta. « bruit de fond »} \times f_{q_i} \text{ appro. « grande distribution »} + (qte_i \times \text{conta. « élevée »} \times f_{q_i} \text{ appro. « locale »})]$ <p><u>Exposition pour un individu i en zone non contaminée :</u></p> $\sum_{\text{aliments}} (qte_i \times \text{conta. « bruit de fond »})$ <p>avec deux hypothèses de contamination « bruit de fond » : basse (ND = 0 et <LOQ = LOD) et haute (ND = LOD et <LOQ=LOQ).</p> <p>contamination « bruit de fond » : moyenne de tous les échantillons</p> <p>contamination « élevée » : moyenne des seuls échantillons contaminés</p>	<ol style="list-style-type: none"> En zone contaminée, tous les aliments issus d'un approvisionnement « local » (marché, épicerie, autoconsommation) sont contaminés. Sont exclus du calcul : <ul style="list-style-type: none"> Les aliments provenant de métropole ; Les aliments pour lesquels l'ensemble des données de contamination (en nombre supérieur à 10) sont toujours négatives (bananes, agrumes, ...). L'hypothèse ND (=0 ou =LOD selon hypothèse basse ou haute) est appliquée aux aliments pour lesquels peu ou pas de données de contamination sont disponibles. 	<ol style="list-style-type: none"> Exposition moyenne inférieure à la VTR (0,5 µg/kg pc/j) : <ul style="list-style-type: none"> de 0,076 µg/kg pc/j (16 ans et plus) à 0,144 µg/kg pc/j (3-5 ans). Dépassement de la VTR entre : <ul style="list-style-type: none"> 30 % (3-5 ans) et 15 % (adultes). <p>Avec une exposition maximum représentant 350 % de la VTR chez les enfants (3-15 ans) et 260 % chez les adultes.</p> Les dépassements de VTR sont liés à la consommation de produits issus de la zone contaminée. Aliments vecteurs contribuant à plus de 5 % de l'exposition : dachine, patate douce, igname, concombre, carotte, tomate, melon, poulet. 	<ol style="list-style-type: none"> Pas d'informations sur la représentativité des données de contamination disponibles (cf. enquête RESO). Pas de données de consommation pour les enfants en bas-âge (estimation à partir des 3-5 ans – cf. enquête TIMOUN). Effectif faible pour les jeunes enfants (3-5 ans) conduisant à de grands intervalles de confiance. Résultats liés aux hypothèses de départ sur la contamination. Estimation basée sur un fréquentiel (sur-estimation des consommations).

	Description du modèle	Hypothèses	Principaux résultats	Limites
SCÉNARIO 3 : A partir du scénario 2, application de LM à l'ensemble des aliments vecteurs consommés par les individus	Idem scénario 2 + Les moyennes de contamination (« bruit de fond » et « élevée ») sont calculées à partir des données disponibles en excluant les échantillons supérieurs à la LM considérée.	Idem scénario 2 + La LM est appliquée à l'ensemble des principaux aliments vecteurs consommés.	Les LM testées (de la LOQ à 300 µg/kg) conduisent à des taux de dépassement de VTR non significativement différents de zéro (limite pour LM = 300 µg/kg).	Idem scénario 2
SCÉNARIO 4 : A partir du scénario 2, application de LM aux seuls aliments vecteurs commercialisés et non aux aliments autoconsommés	Idem scénario 3	Idem scénario 2 + La LM est appliquée aux principaux aliments vecteurs commercialisés et non à ceux issus de l'autoconsommation (hypothèse prenant en compte la difficulté d'application de la mesure de gestion sur les produits issus de l'autoconsommation).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Les LM testées (de la LOQ à 300 µg/kg) ne permettent pas de réduire significativement le taux de dépassement de VTR (excepté de la LOQ à 100 µg/kg chez les jeunes enfants). 2. Il est nécessaire de faire des recommandations de consommation de légumes racines issus de l'autoconsommation en zone contaminée (au plus deux fois par semaine, soit 280 g/sem pour les enfants et 420 g/sem pour les adultes). 	Idem scénario 2

1 Rappel du contexte et des objectifs

La contamination des aliments antillais par le chlordécone provient de l'utilisation courante de 1971 à 1993 des Kepone[®] et Curlone[®], insecticides organochlorés utilisés pour lutter contre le charançon du bananier et dont la substance active était le chlordécone. Cette utilisation est interdite dans les Antilles françaises depuis 1993. Elle a été cependant courante sur une grande partie du territoire (zones de culture de la banane) dont les sols se sont trouvés durablement contaminés. En raison de sa rémanence dans les milieux et de sa bioaccumulation possible dans les organismes vivants du fait d'une grande stabilité chimique et d'une nette lipophilie, la question de l'évaluation du risque éventuel pour les populations antillaises se pose toujours aujourd'hui.

Cette évaluation du risque est nécessaire pour déterminer quelles sont les mesures de gestion adaptées pour réduire ce risque s'il s'avère inacceptable. Une des grandes difficultés de cette évaluation de risque provient de la très grande variabilité géographique des niveaux de contamination des sols et donc des cultures et aliments susceptibles d'être contaminés.

En 2002 et 2003, l'Afssa a été saisie à quatre reprises par ses trois administrations de tutelle (DGAL, DGCCRF et DGS) au sujet de la contamination des denrées alimentaires par les pesticides organochlorés (notamment chlordécone) en Martinique et Guadeloupe. Ces saisines visaient trois objectifs principaux permettant d'évaluer le risque et de mieux le gérer :

1. Établir des valeurs toxicologiques de référence ;
2. Estimer l'exposition de la population au chlordécone ;
3. Établir des limites maximales pour le chlordécone dans les denrées alimentaires, qui permettent de protéger suffisamment les populations.

Dans la mesure où il existe déjà au niveau international des limites maximales pour les pesticides organochlorés autres que le chlordécone, l'Afssa s'est focalisée sur ce pesticide qui doit être considéré comme un contaminant environnemental dans la mesure où la contamination des aliments et l'exposition humaine actuelle provient de la contamination des milieux : sols, eau douce.

Dans ce rapport, nous parlerons de limite maximale (LM) plutôt que de limite maximale de résidus (LMR) car cette dernière notion renvoie au système d'autorisation des produits phytosanitaires alors que dans le cas actuel du chlordécone aux Antilles, il s'agit d'une substance non autorisée, présente dans l'environnement du fait de sa rémanence.

Concernant le premier point, l'avis de l'Afssa du 10 décembre 2003 (Afssa, 2003) a proposé deux valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour le chlordécone :

- ✓ une limite tolérable d'exposition répétée chronique de **0,5 µg/kg p.c./j** ;
- ✓ et une limite d'exposition aiguë de **10 µg/kg p.c./j**.

Ces VTR sont des valeurs toxicologiques proposées par l'Afssa pour aider à gérer le risque chlordécone aux Antilles. Elles n'ont pas le statut de doses journalières admissibles officielles.

La VTR chronique correspond à une dose ingérée acceptable pour une longue période (plusieurs années consécutives). Sauf remise en cause de cette VTR, un consommateur dont les apports en chlordécone sont inférieurs à cette limite sur longue période est assuré de ne pas être exposé à des effets indésirables.

La VTR aiguë correspond à une dose maximale ingérée acceptable au cours d'une journée. Cette dose acceptable est nettement plus élevée que la VTR chronique (20 fois plus élevée) car les effets aigus apparaissent à des doses plus élevées que les effets chroniques qui résultent d'une exposition plus faible mais répétée dans le temps.

Pour évaluer le risque, il faudra comparer à ces deux VTR, chronique et aiguë, des expositions de la population respectivement chronique et aiguë au chlordécone.

Les principaux effets indésirables constatés sur modèle animal aussi bien en exposition aiguë qu'en exposition chronique et à des doses variables sont des tremblements, une hyperexcitabilité (neurotoxicité), des atteintes hépatiques et rénales et des effets reprotoxiques dont notamment une dégradation de la spermatogénèse. Le chlordécone est considéré comme cancérigène possible chez l'homme (classification 2B par le CIRC¹) mais non génotoxique. L'effet critique, c'est à dire celui observé aux doses les plus faibles, est la néphrotoxicité pour l'exposition chronique et la neurotoxicité pour l'exposition aiguë. Dans les deux cas, un facteur de sécurité de 100 a été appliqué par l'Afssa à partir des doses sans effet néfaste observé chez l'animal pour fixer les deux VTR chronique et aiguë.

En raison de ce mode de calcul qui intègre des facteurs de sécurité importants, une exposition qui dépasse modérément une VTR n'est donc pas synonyme de risque pour la santé humaine. Cependant, des dépassements significatifs de ces seuils ne sont pas acceptables du point de vue de la santé publique car ils mettent les populations concernées dans une situation d'incertitude sur l'existence d'un risque éventuel, sans qu'un bénéfice autre ne compense cette incertitude.

C'est la raison pour laquelle cette étude va tenter **d'évaluer l'existence et la fréquence de ce dépassement de VTR et si dépassement il y a, d'évaluer par simulation les mesures de gestion permettant de faire en sorte qu'il n'y ait plus de dépassement significatif de ces valeurs de référence pour l'ensemble de la population concernée.**

Concernant cette évaluation de l'exposition de la population au chlordécone et la simulation de cette exposition suivant plusieurs propositions de limites maximales de contamination, deux types de données étaient nécessaires :

- ✓ **des données de contamination des produits alimentaires** consommés par la population locale. Comme dans toute étude d'exposition par voie alimentaire, il faut considérer *a priori* l'ensemble des aliments potentiellement vecteurs de chlordécone et non uniquement les plus contaminés. L'essentiel des données dont dispose actuellement l'Afssa concerne la Martinique.
- ✓ **des données de consommation alimentaire** concernant cette population. Actuellement les données disponibles concernent les individus de plus de trois ans. Elles sont issues de l'étude ESCAL réalisée en Martinique par la CIRE Antilles-Guyane. Une étude équivalente en Guadeloupe (étude CALBAS) a été menée par la CIRE et les données (en cours de saisie et de traitement) seront transmises à l'Afssa.
Des données sur les enfants de moins de 3 ans seront en partie disponibles à la suite de l'étude TI-MOUN conduite en Guadeloupe par l'INSERM. En effet, cette étude inclut le suivi de 300 enfants de la naissance à 7 mois. Un questionnaire alimentaire adressé aux mères est prévu aux âges de 3 et 7 mois. Bien que ces données ne seront pas représentatives de l'ensemble de la population antillaise, elles permettront néanmoins d'estimer les consommations alimentaires des enfants en bas âge et d'apprécier le niveau de protection assuré par les limites maximales proposées sur cette partie de la population.

Les données actuellement disponibles sont présentées dans le chapitre suivant.

Dans un premier temps, les niveaux de LM permettant de garantir une exposition moyenne inférieure à la VTR, ont été estimés par la méthode maximaliste de l'AJMT.

Puis, grâce aux données de consommation et de contamination à disposition, les niveaux d'exposition au chlordécone de la population (adultes et enfants) ont été estimés pour la Martinique, de façon plus « réaliste » selon une **méthodologie de proposition de LM issue des propositions du JECFA et de l'OMS pour les contaminants environnementaux** (FAO/OMS, 2000) qui pondère notamment la contamination des aliments selon leur origine d'approvisionnement. Plusieurs modèles correspondant à différents scénarios d'exposition ont par la suite été mis en œuvre pour effectuer des simulations testant différentes limites maximales qui pourraient être appliquées aux aliments contributeurs à l'apport total en chlordécone par voie alimentaire.

Les **différents modèles sont présentés en partie 3** et les **résultats descriptifs** (expositions des populations) ainsi que **les résultats des simulations sont présentés en partie 4** de ce rapport.

¹ Classement établi par le Centre International de Recherche sur le Cancer (Préambule des monographies CIRC – 19 janvier 1999). Groupe 2B : l'agent (le mélange) est peut-être cancérigène pour l'Homme. Les circonstances d'exposition donnent lieu à des expositions qui sont peut-être cancérigènes pour l'Homme.

2 Données disponibles pour l'évaluation de l'exposition

2.1 POUR LE VOLET CONSOMMATION ALIMENTAIRE

2.1.1 Chez les individus de plus de 3 ans : l'étude ESCAL

Les deux objectifs assignés à l'Afssa d'évaluation de l'exposition au chlordécone de la population de Guadeloupe et de Martinique et de proposition de limites maximales en chlordécone dans les aliments ne pouvaient être remplis sans l'obtention de données de consommation alimentaire et de modes d'approvisionnement pour ces populations. En effet, les habitudes alimentaires sont différentes par rapport à la métropole². Aucune étude de consommation alimentaire récente n'étant disponible, une étude spécifique était nécessaire.

La CIRE Antilles-Guyane a donc réalisé l'enquête alimentaire ESCAL entre décembre 2003 et mai 2004 auprès d'un échantillon représentatif de la population martiniquaise en collaboration avec d'autres organismes (ORS, DSDS, CG...). Les toutes premières données de cette étude ont été transmises à l'Afssa début mars 2005. Cette enquête, qui inclut 1965 individus, comporte quatre types de questionnaire, dont trois relatifs aux consommations alimentaires :

- ✓ un rappel de 24 heures répété deux fois (à destination des sujets de plus de 16 ans présents dans chaque foyer enquêté) : données disponibles sur les consommations alimentaires de deux jours donnés (correspondant davantage à l'exposition aiguë) pour 1359 individus ;
- ✓ un fréquentiel (à destination de tous les individus de plus de 3 ans présents dans chaque foyer enquêté, correspondant à l'exposition chronique) : données disponibles pour 1815 individus ;
- ✓ un questionnaire sur les modes d'approvisionnement alimentaire (à destination de chaque foyer pour identifier l'origine et donc le risque de contamination des aliments) : données disponibles pour 753 foyers.
- ✓ un questionnaire individuel qui regroupe notamment les informations socio-démographiques relatives aux individus enquêtés.

Les fichiers suivants sont gérés par la CIRE et ont été transmis à l'Afssa en plusieurs étapes entre mars et mai 2005.

① Fichier des rappels de 24 heures :

Le fichier des rappels de 24 heures comprend l'ensemble des consommations relevées lors des deux rappels pour chaque individu et chaque jour. Il précise l'aliment consommé, la quantité ingérée ainsi que les apports énergétique et lipidique associés à cette quantité d'aliment. Ce fichier est géré par l'InVS/USEN située au CNAM Paris, qui en a assuré la codification.

② Fichier du fréquentiel :

Le fichier fréquentiel comprend pour chaque individu la fréquence de consommation, au cours des 12 derniers mois, des différents groupes d'aliments spécifiés dans le questionnaire, dont les aliments vecteurs de chlordécone. La réponse est codée selon 7 niveaux de fréquence :

- 0 ⇒ « jamais »
- 1 ⇒ « moins d'une fois par mois »
- 2 ⇒ « 1 à 3 fois par mois »
- 3 ⇒ « 1 fois par semaine »
- 4 ⇒ « entre 2 et 5 fois par semaine »
- 5 ⇒ « 1 fois par jour ou presque »
- 6 ⇒ « plusieurs fois par jour »

² Habituellement, l'Afssa utilise pour les études d'exposition en Métropole l'étude Individuelle et Nationale sur les Consommations Alimentaires INCA.

L'âge, le sexe, le poids et la taille des individus enquêtés sont également précisés.

③ Fichier approvisionnement :

Ce fichier précise, pour chaque foyer enquêté, d'une part les produits cultivés ou élevés par le foyer pour sa consommation personnelle (fruits, légumes, racines, animaux) et d'autre part la fréquence relative d'approvisionnement (sur 10 approvisionnements) en viandes, produits laitiers, œufs, poissons, fruits et légumes dans chacun des circuits de distribution suivants :

- ✓ grande distribution : hypermarché, supermarché, supérette ;
- ✓ petite distribution : épicerie, boucherie, boulangerie ;
- ✓ marché ;
- ✓ circuit court (produit obtenu du fait de la production du ménage ou de dons provenant d'un autre ménage ou d'approvisionnement direct du producteur au consommateur).

Par la suite, on appellera « autoconsommation » les consommations alimentaires de produits issus de ce circuit court.

Rappelons qu'une étude similaire est en cours en Guadeloupe (étude CALBAS) avec un pilotage par la CIRE. **Les résultats présentés dans ce rapport devront donc être confirmés ultérieurement pour la Guadeloupe au moyen de l'exploitation de l'étude CALBAS.** Cependant, l'Afssa n'a pas à l'heure actuelle reçu d'information selon laquelle les habitudes alimentaires en Guadeloupe en termes d'aliments consommés seraient significativement différentes des habitudes alimentaires en Martinique. Il est possible que les pratiques de consommation de produits locaux soient en revanche différentes.

2.1.2 Chez les enfants de moins de 3 ans

Les enquêtes alimentaires menées en Martinique ne comprennent pas les enfants de moins de 3 ans car cette tranche d'âge nécessite une méthodologie spécifique. Pour l'évaluation de l'exposition des nourrissons, nous pouvons nous appuyer sur les données habituelles de consommation de biberons connues qui ne dépendent pas des zones géographiques d'étude. Pour l'évaluation des consommations alimentaires des enfants ayant diversifié leur alimentation de 3 mois à 3 ans, les données d'enquêtes disponibles en métropole ne peuvent être complètement satisfaisantes, dans la mesure où les enfants de Martinique ou de Guadeloupe peuvent être amenés à consommer des aliments non pris en compte dans le régime alimentaire type métropolitain et qui peuvent être par ailleurs significativement contaminés (comme les légumes racines).

Comme indiqué précédemment, une étude en cours de réalisation par l'INSERM en Guadeloupe (étude TI-MOUN) devrait permettre d'obtenir des données relatives à la consommation alimentaire d'enfants âgés de 3 et 7 mois. Ces données ne seront disponibles qu'en 2007.

Dès lors, l'évaluation de l'exposition chez ces enfants ne peut être étudiée spécifiquement à l'heure actuelle. L'exposition ne peut être scientifiquement qu'approchée par le groupe d'âge issu de l'étude ESCAL le plus proche à savoir les 3 à 5 ans.

2.2 POUR LE VOLET CONTAMINATION DES ALIMENTS

La contamination des aliments a été estimée à partir des **822 données de contamination** communiquées depuis fin 2001 par différents services de l'État : CIRE Antilles-Guyane, services centraux ministériels, services de contrôles déconcentrés (DDCCRF, DSV, DSDS, SPV) et l'IFREMER. Seules les données de contrôles effectués en Martinique sont considérées. Elles concernent les légumes racines et aériens (487), les viandes (118), l'eau (66), les poissons (60), les fruits (43), les crustacés (24), le lait (22) et les œufs (2) (Tableau 1).

Excepté certains légumes racines, les **données disponibles par groupe d'aliments sont le plus souvent faibles, voire absentes**. De nombreuses approximations (cf. § 3.1, point 2) ont donc dû être utilisées pour estimer au mieux l'exposition alimentaire de la population. De plus, il reste des incertitudes sur les niveaux de contamination relevés et leur signification en terme de mode de contamination, notamment lorsque peu de données sont disponibles (ex : concombre, tomate). Toutefois, pour ne pas sous-estimer l'exposition, aucune donnée de contamination n'a été écartée de l'analyse. Enfin, compte tenu du manque d'informations accompagnant les résultats d'analyses transmis, il est **impossible de se prononcer sur la représentativité des données utilisées**.

Une enquête spécifique destinée à recueillir des informations complémentaires sur les niveaux de contamination en chlordécone des aliments de Martinique doit débuter courant septembre 2005 (enquête RESO). Coordonnée par la CIRE en collaboration avec l'Afssa, cette étude permettra d'analyser une vingtaine d'aliments selon une base d'échantillonnage représentative et ainsi de lever les incertitudes en terme de contamination pour de nombreux aliments non ou peu documentés à ce jour. Selon les résultats obtenus par cette étude, il pourra être nécessaire de procéder à une nouvelle évaluation de l'exposition et de proposer des LM plus abouties.

Pour l'eau, nous avons choisi de conserver l'ensemble des données de contamination transmises à l'Afssa, même si elles ne sont sans doute pas représentatives de la situation en 2005, compte tenu des mesures de contrôle et de réduction des contaminations par traitement de l'eau. Ce choix s'expliquait par l'objectif assigné à l'Afssa de proposer des LM dans les aliments. Nous avons donc voulu tester également la LM déjà applicable à l'eau de consommation, à savoir 0,1 µg/l.

Les données de contamination des aliments pour la Guadeloupe sont en cours de constitution et de regroupement. Au 30 juin 2005, l'Afssa disposait de 271 données de contamination pour les aliments en Guadeloupe et 113 données de contamination de l'eau. **Il n'était donc pas possible de réaliser une estimation d'exposition aussi fiable pour la Guadeloupe que pour la Martinique, d'autant que les données de consommation étaient aussi en cours de codification par l'InVS et que d'autres données analytiques étaient en cours d'obtention.** C'est la raison pour laquelle nous ne présentons ici pour la Guadeloupe que des données de contamination incomplètes en annexe.

Les données recueillies en Guadeloupe montrent en général des taux de contamination des aliments d'ordre de grandeur comparable ou supérieure. Les 14 données de dachines contaminés pour la Guadeloupe (sur 27 échantillons) sont très élevées, bien plus élevées que les données issues de la Martinique. Il existe notamment en Guadeloupe une donnée analytique de chlordécone dans le dachine de 14,9 mg/kg qui est qualifiée de « difficilement interprétable » par le rapport des inspections générales d'avril 2005.

On ne peut pas actuellement mener une comparaison rigoureuse des deux sources de données Guadeloupe et Martinique, dans la mesure où il faudrait que l'Afssa dispose d'une information précise sur le caractère aléatoire ou non des prélèvements et de l'échantillonnage (prélèvements aléatoires ou ciblés). Même si cette information était disponible l'hétérogénéité des modes de prélèvements et des protocoles d'analyses rendrait sans doute la comparaison hasardeuse.

Nous avons tout de même choisi de **réaliser l'estimation de l'exposition et les simulations visant à tester l'impact de l'application de limites maximales pour la Martinique sans attendre les données nécessaires de la Guadeloupe pour les raisons suivantes :**

- les populations, acteurs locaux et pouvoirs publics ont un besoin urgent de ces propositions.
- Les premières données disponibles de contamination des aliments pour la Guadeloupe apparaissent au moins égales voire supérieures à celles de la Martinique. Si les VTR sont dépassées en Martinique, elles le seront aussi en Guadeloupe, d'autant que les pratiques de consommation de produits locaux sont réputées au moins aussi fréquentes. La décision de proposer des LM sera donc également justifiée pour la Guadeloupe.
- Il est possible d'ajouter à la liste des aliments à réglementer éventuellement les aliments pour lesquels au moins une donnée de contamination positive existe en Guadeloupe seulement (par exemple c'est le cas des melons, on le verra plus loin).
- Le niveau des LM proposées ne dépend pas des données de contamination les plus élevées mais surtout des VTR et des données de consommation, et dans l'attente des résultats de l'étude CALBAS, nous n'avons pas d'éléments nous faisant penser qu'elles soient très significativement différentes entre les deux îles.

Tableau 1. Synthèse des données de contamination disponibles (Martinique)

Groupes	Aliments	Nombre total d'échantillons	Nombre d'échantillons contaminés (%)	LOQ ¹	Contamination moyenne (ens. des échantillons)		Écart-Type (ens. des échantillons)	Contamination haute observée		Contamination moyenne (échantillons contaminés)
					ND = 0	ND = LOQ		95 ^{ème} perc.	Max	
Légumes racines (µg/kg pb)	Carotte	13	1 (7,7 %)	10 ou 20	11,54	20,77	41,60	60,00	150,00	150,00
	Chou caraïbe	14	3 (21,4 %)	10	16,43	24,29	33,65	80,50	100,00	76,67
	Dachine	174	27 (15,5 %)	10 ou 20	40,75	48,95	166,20	197,00	1600,00	262,59
	Igname	143	1 (0,7 %)	10 ou 20	0,35	10,84	4,18	0,00	50,00	50,00
	Patate douce	75	14 (18,7 %)	10 ou 20	59,87	69,87	248,21	391,00	1870,00	320,71
	Navet	8	0 (0,0 %)	10 ou 20	0,00	11,25	0,00	0,00	0,00	/
	Autres légumes racines ²	11	2 (18,2 %)	10 ou 20	14,55	25,45	36,98	80,00	120,00	80,00
Légumes aériens (µg/kg pb)	Concombre	14	2 (14,3 %)	10 ou 20	5,00	17,14	16,05	27,50	60,00	35,00
	Tomate	19	1 (5,3 %)	10 ou 20	1,58	11,58	6,88	3,00	30,00	30,00
	Autres légumes aériens ³	16	0 (0,0 %)	10	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	/
Viandes (µg/kg mg)	Bovin	54	10 (18,5 %)	5 ou 10	5,91	12,57	17,01	30,89	106,00	31,89
	Porcin	37	6 (16,2 %)	5 ou 10	3,49	9,84	10,26	23,98	52,00	21,50
	Ovin	8	3 (37,5 %)	5	10,78	13,90	17,01	38,79	43,90	28,73
	Caprin	2	0 (0,0 %)	5	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	/
	Poulet	9	1 (11,1 %)	10	8,44	17,33	25,33	45,60	76,00	76,00
	Gibiers	6	2 (33,3 %)	10	96,00	102,67	148,77	291,00	294,00	288,00
	Autres volailles ⁴	2	0 (0,0 %)	10	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	/
Eau (µg/L)	Eau de captage	25	6 (24,0 %)	0,01-0,02	0,12	/	0,20	0,50	0,77	0,49
	Eau (usine de traitement)	41	29 (70,7 %)	0,01-0,02	0,20	/	0,16	0,47	0,64	0,29
Poissons (µg/kg pb)	Tilapia / Saint Pierre	13	9 (69,2 %)	0,5 ou 1	56,47	56,63	116,73	272,00	386,00	81,57
	Carpe	6	0 (0,0 %)	1	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	/
	Loup	8	0 (0,0 %)	1	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	/
	A.bahianus	11	1 (9,1 %)	1	0,11	1,02	0,36	0,60	1,20	1,20
	Autres poissons ⁵	22	5 (22,7 %)	1	1,00	1,78	2,01	4,10	7,00	4,42
Fruits (µg/kg pb)	Banane	25	0 (0,0 %)	10 ou 20	0,00	13,60	0,00	0,00	0,00	/
	Autres fruits ⁶	18	0 (0,0 %)	10	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	/
Crustacés (µg/kg pb)	Ecrevisse	9	5 (55,6 %)	1	3,07	3,51	7,50	14,36	23,00	5,52
	Langouste royale	10	4 (40,0 %)	1	7,40	8,00	10,97	26,05	31,00	18,50
	Autres crustacés (crabes)	5	3 (60,0 %)	1	5,44	5,84	8,55	17,26	20,00	9,07
Lait (µg/kg mg)	Lait	22	5 (22,7 %)	10	26,72	34,45	96,17	50,49	452,60	117,58
Œufs (µg/kg mg)	Oeufs	2	0 (0,0 %)	10	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	/

¹ LOQ : Limite de quantification ; ² Autres légumes racines : manioc/kamarioc (6), gingembre (3), betterave (1), pomme de terre (1) ; ³ Autres légumes aériens : christophine (4), chou pommé/chou vert (3), giraumon (2), laitue (2), aubergine (1), chou blanc (1), chou rouge (1), piments (1), ciboule (1) ; ⁴ Autres volailles : dinde (1), poule (1) ; ⁵ Autres poissons : A.chirurgus (4), anchois (4), maquereau (4), pisquette (4), mullet (3), marignan (1), mérrou (1), rougé barbet (1) ; ⁶ Autres fruits : citron vert (5), orange (5), pastèque (5), ananas (3).

Dans ce tableau sont présentées les données moyennes de contamination avec les deux hypothèses ND=0 et ND=LOQ. En annexe1 figurent les contaminations moyennes par denrées avec deux autres hypothèses de traitement des données non détectées ou non quantifiables (données censurées) : 0 si résultat <LOD (non détecté) et ND=LOD si résultat >LOD et <LOQ (détecté mais non quantifiable) dans l'hypothèse basse et ND=LOD si résultat <LOD (non détecté) et ND=LOQ si résultat >LOD et <LOQ (détecté mais non quantifiable) dans l'hypothèse haute.

Source : Données fournies par les services déconcentrés de l'Etat en Martinique (DSV, DDCCRF, DSDS, SPV) et l'IFREMER. – Traitement Afssa

Par ailleurs, il n'existe pas à l'heure actuelle de données de contamination des laits maternels que l'Afssa avait signalées comme nécessaires en décembre 2003. Les études HIBISCUS et TIMOUN de l'INSERM (U625) devraient apporter des premiers éléments avant fin 2005. Pour l'étude de l'exposition chez les enfants de moins de 3 ans, des données de contamination concernant le lait maternel et les farines de toluane qui peuvent être utilisées dans les biberons selon une information récemment obtenue par l'Afssa sont attendues en septembre. En l'absence de ces données, il paraît difficile de proposer une estimation de l'exposition. Aussi, le cas des nourrissons ne sera-t-il pas traité dans ce document (en dehors du cas particulier de l'exposition aiguë) mais sera étudié ultérieurement.

Courant août 2005, au moment de la finition de ce rapport, de nouvelles données issues d'expérimentation sur des cultures sur sols fortement contaminées ont été communiquées à l'Afssa par l'INRA, le CIRAD et le SPV de Guadeloupe. Ces données non présentées dans le tableau précédent faisaient état de contamination de parties basses de cannes à sucre et d'ananas proches du sol et d'un lot de bananes desserts Cavendish. Nous avons donc pris en compte ces nouvelles données dans l'évaluation de risque finale.

3 Méthode d'évaluation de l'exposition alimentaire au chlordécone et de proposition de limites maximales de contamination dans les denrées alimentaires

3.1 EXPOSITION CHRONIQUE CHEZ LES PERSONNES DE PLUS DE 3 ANS

3.1.1 Approche « théorique et maximaliste » de l'exposition

Une première estimation **globale** de l'exposition chronique au chlordécone a été réalisée par le calcul de l'apport journalier maximal théorique (AJMT) pour différentes propositions de LM.

Cette approche est souvent utilisée dans le cadre de l'évaluation des pesticides pour l'établissement de LMR. Le calcul est alors effectué pour une population en multipliant la LMR fixée pour la substance considérée pour un aliment donné par la quantité consommée de cet aliment par cette population, puis en sommant les apports théoriques de la substance active concernée apportée par chacun des aliments. Ce modèle ne prend donc en compte que les aliments pouvant être traités par la substance, ce qui n'est pas possible dans le cas d'une contamination environnementale. Les aliments à considérer ont donc été choisis par rapport à leur origine locale ou non et à leur contamination ou non d'après les données disponibles.

Ainsi, le calcul a été réalisé pour l'ensemble des aliments susceptibles d'être d'origine locale, à l'exception de ceux pour lesquels l'ensemble des analyses de résidus effectuées (nombre total supérieur à 10) se sont révélées négatives (ex : banane, agrume, ...). Bien que certains aliments tels que les fruits et légumes aériens sans contact avec le sol soient suspectés de n'être jamais contaminés en raison de la nature non-systémique du chlordécone, ils ont été pris en compte en l'absence de données permettant de confirmer cette hypothèse. Par ailleurs, la part de consommation issue de l'importation n'étant pas connue, elle n'a pas été identifiée dans le calcul.

Ce scénario (**scénario 1**) est donc un **modèle d'exposition théorique et maximaliste** basé sur l'hypothèse peu réaliste que l'ensemble des aliments consommés sont contaminés au niveau de la LM. Sous cette hypothèse, un AJMT, correspondant à la quantité maximale moyenne de résidus qu'un individu est susceptible d'ingérer quotidiennement, a été calculé pour les différentes classes d'âge :

$$AJMT = \sum (C_i \times LM_i)$$

avec C_i : la quantité quotidienne moyenne d'aliment i consommée par la classe d'âge considérée ;
 LM_i : la limite maximale de contamination pour l'aliment i .

Les consommations alimentaires moyennes des aliments concernés (C_i) ont été estimées à partir de l'enquête ESCAL.

Rappelons que **cette démarche AJMT ne doit pas être considérée comme une évaluation réaliste de l'exposition** mais comme une surestimation de l'exposition (Gems/Food, 1997). Elle permet néanmoins de donner un ordre de grandeur des LM qui seront testées par la suite, lorsque l'estimation de la contamination des aliments à partir des données observées a permis une approche plus « réaliste » de l'exposition de la population.

3.1.2 Approche « réaliste » de l'exposition

La figure 1 (en fin de rapport) présente le schéma global de la démarche de proposition de limites maximales sur la base d'une exposition chronique. Cette démarche s'inspire de la méthodologie de l'évaluation de l'exposition alimentaire aux contaminants et toxines publiée par l'OMS et la FAO en 2000. Cette démarche scientifique initiée par le Codex Alimentarius pour hiérarchiser les aliments vecteurs pour lesquels une Limite Maximale peut être proposée est mise en application au sein du comité Codex sur les Additifs et les Contaminants depuis deux ans [4].

1. Estimation des consommations alimentaires individuelles à partir du fréquentiel ESCAL

Bien qu'habituellement plus précis, les rappels de 24 heures recueillis lors de l'enquête ESCAL en Martinique n'ont pas été retenus pour l'estimation de l'exposition des consommateurs. En effet, le taux de sous-déclarants « sévères » calculé à partir des deux rappels de 24 heures pour la validation des données a montré des forts taux de sous-déclarants (38 à 47 % selon la méthode appliquée) qui peuvent conduire à des problèmes lors de l'exploitation des données (représentativité, perte de puissance, ...)³. Par ailleurs, les rappels de 24 heures ne concernaient que les individus de 16 ans et plus, ce qui excluait les enfants de 3 à 15 ans de l'analyse.

Les consommations alimentaires individuelles ont donc été estimées à partir du fréquentiel, sur la base des tailles de portion locales issues des rappels de 24 heures des normo-évaluants⁴ pour les sujets de 16 ans et plus. Pour les enfants de 3 à 15 ans, des ratios « taille de portion enfants/taille de portion adulte » ont été estimés à partir des données de l'enquête nationale métropolitaine INCA 1 puis appliqués aux tailles de portion observées chez les adultes en Martinique. Ces ratios ont été calculés pour 3 tranches d'âge différentes (3-5 ans, 6-10 ans et 11-15 ans) de façon à tenir compte de l'augmentation des portions avec l'âge.

Pour valider la cohérence des données fournies par cette méthode d'évaluation des consommations à partir du fréquentiel, les apports énergétiques totaux (AET) individuels ont été estimés. Le tableau 2 montre que les AET moyens calculés sont relativement élevés. A titre de comparaison, les AET estimés dans la population métropolitaine en 1998-99 par l'enquête INCA 1 étaient de 2203 kcal/j chez les plus de 15 ans et de 1603 à 2052 kcal/j chez les 3 à 15 ans. **Ces résultats traduisent une surestimation des consommations alimentaires individuelles, notamment chez les enfants, qui conduira à des résultats d'exposition surévalués et donc à des propositions de LM protectrices.**

Tableau 2. Distribution des apports énergétiques individuels moyens calculés à partir du fréquentiel (kcal/j) et taux de sous-déclarants sévères (%) selon la classe d'âge

	N	AET moyen (kcal/j)	ET	Min	Max	Taux de sous-déclarants
3-5 ans	69	2135,6	547,8	713,7	3404,7	1,5 %
6-10 ans	160	2363,9	611,4	771,1	4808,2	4,5 %
11-15 ans	207	2995,1	844,2	999,6	6030,6	4,9 %
16 ans et plus	1342	2380,3	701,8	215,8	5619,9	15,6 %

Source : Etude ESCAL (CIRE / InVS) – Traitement Afssa

Cette sur-estimation est renforcée par l'exclusion des sous-déclarants « sévères » (n=220) des analyses. Les individus ayant des AET supérieurs à 6000 kcal/jour ont également été exclus.

Les consommations alimentaires ont été estimées selon les types d'approvisionnement en utilisant le questionnaire fréquentiel combiné par le questionnaire sur les modes d'approvisionnement. La part des circuits courts (autoconsommation) a été identifiée.

⇒ Hypothèses de consommation alimentaire :

Les ratios de tailles de portion entre les enfants et les adultes en Martinique sont identiques à ceux de la métropole.

2. Exploitation des données de contamination

A partir des données de contamination disponibles, les moyennes de contamination ont été calculées pour les aliments et groupes d'aliments définis dans le fréquentiel ESCAL (cf. annexe 1). Plusieurs niveaux de contamination ont été retenus selon le mode d'approvisionnement alimentaire et la contamination ou non de la zone de résidence des individus (la zone dite « contaminée » est définie dans l'enquête ESCAL par les communes dont plus de 25 % des sols sont contaminés, selon la cartographie établie par le BRGM) :

³ Afssa (2005) Note technique OCA/CD/2005-088 adressée le 26 mai 2005

⁴ Individus non identifiés comme sous-déclarants sévères

- **Contamination « bruit de fond »** = contamination moyenne de l'ensemble des échantillons (y compris les données censurées, c'est-à-dire inférieures aux limites de détection ou de quantification). Etant donné que plus de 80 % des données de contamination sont censurées, les calculs et simulations ont été réalisés selon deux hypothèses de **contamination « bruit de fond »** : **basse** (ND = 0 et <LOQ = LOD) et **haute** (ND = LOD et <LOQ=LOQ), conformément aux recommandations de l'OMS (Gems/Food, 1995).
- **Contamination « élevée »** = contamination moyenne des seuls échantillons contaminés (données censurées exclues). La moyenne des échantillons contaminés a été considérée plutôt que le maximum de contamination relevé. En effet, si on examine les premiers résultats du CIRAD sur les modalités de transfert des organochlorés du sol vers les plantes, il en ressort une **grande variabilité (intra et inter-parcelles) de contamination des aliments cultivés sur des sols contaminés**, la contamination des denrées n'étant pas systématique (Achard et al, 2004). Par ailleurs, l'utilisation de la moyenne de contamination, plutôt que la médiane, permet de mieux tenir compte des valeurs les plus élevées. A l'inverse, l'utilisation de la valeur maximale aurait conduit à une forte sur-estimation du niveau d'exposition chronique.

⇒ **Hypothèses particulières de contamination des aliments :**

- Cas des aliments pour lesquels aucune donnée n'est disponible :
 - rapprochement avec des aliments pour lesquels des données sont disponibles (ex : yaourt et lait ou café/thé et eau du robinet) ;
 - contamination considérée comme nulle notamment pour les produits importés de la métropole (ex : eau embouteillée, fromage, lait stérilisé, ...) ;
 - application de l'hypothèse ND (i.e. contamination égale à zéro en contamination basse et à la LOD en contamination haute) notamment lorsque des analyses ont montré que ces aliments pouvaient être contaminés (ex : groupe des cucurbitacées).
- Cas des aliments pour lesquels toutes les données de contamination sont négatives :
 - au dessus de 10 échantillons, contamination nulle dans tous les cas (ex : agrume, banane, ti-nain, ...). Des analyses systématiquement négatives et en nombre non négligeable (> 10) étayant une présomption de non contamination de l'aliment. De plus, si une future analyse se révélait positive, l'impact sur la contamination moyenne resterait faible.
 - en-dessous de 10 échantillons, contamination égale à zéro en contamination basse et à la LOD en contamination haute.

⇒ **Limites :**

- Aucune donnée de contamination d'aliments auto-consommés (issus de jardins familiaux) n'est disponible.

3. Modulation de l'exposition en fonction du type d'approvisionnement

Pour chaque individu, le niveau de contamination appliqué aux aliments qu'il consomme dépend du mode d'approvisionnement de l'aliment (local ou grande distribution) et de la contamination ou non de la zone d'habitation du sujet.

Ainsi, en zone contaminée, les aliments issus d'un approvisionnement de type local (circuit court ou autoconsommation, marché et petite distribution : boulangerie, épicerie, ...) sont affectés du niveau de contamination « élevé », et les aliments issus d'un approvisionnement en « grande distribution » (hypermarché, supermarché, supérette) du niveau de contamination « bruit de fond ». En zone non contaminée, tous les aliments ont été affectés d'une contamination « bruit de fond », quel que soit le type d'approvisionnement.

⇒ **Hypothèse de contamination selon l'approvisionnement :**

Tous les aliments achetés en approvisionnement local en zone contaminée sont contaminés.

Cette hypothèse de contamination généralisée des aliments issus de la zone géographique contaminée peut paraître maximaliste car la pollution des sols n'est pas uniforme et car il existe des aliments non contaminés dans ces zones, même cultivés sur des sols contaminés (Achard et al, 2004). Néanmoins, il est préférable en situation d'incertitude de choisir une hypothèse protectrice. Par ailleurs ce n'est pas une hypothèse irréaliste dans le cas d'un consommateur dont le jardin ou

l'exploitation agricole est située sur des sols contaminés et qui utiliserait très majoritairement les produits issus de ce jardin. Ultérieurement, des modélisations prenant en compte l'hétérogénéité des contaminations pourront être réalisées en utilisant la méthode probabiliste ou de Monte Carlo.

4. Estimation de la distribution de l'exposition dans la population

A partir des consommations alimentaires individuelles et des données de contamination disponibles, l'exposition a été calculée pour chaque individu normo-évaluant, à l'aide de la formule suivante :

<p><u>Exposition pour un individu i en zone contaminée :</u></p> $\sum_{\text{aliments}} [(qte_i \times \text{conta. « bruit de fond »} \times f_{q_i} \text{ appro. « grande distribution »} + (qte_i \times \text{conta. « élevée »} \times f_{q_i} \text{ appro. « locale »})]$ <p><u>Exposition pour un individu i en zone non contaminée :</u></p> $\sum_{\text{aliments}} (qte_i \times \text{conta. « bruit de fond »})$

La courbe de distribution de l'exposition dans la population ainsi obtenue a permis d'estimer la part des consommateurs qui dépassent la limite tolérable d'exposition chronique de 0,5 µg/kg p.c./j.

5. Identification et hiérarchisation des principaux aliments vecteurs de chlordécone

Les principaux aliments vecteurs de chlordécone ont été identifiés et hiérarchisés suivant leur contribution aux apports de chlordécone totaux, d'une part dans la population générale (adulte et enfant) et d'autre part chez les sujets les plus fortement exposés (dernier décile, compte tenu des effectifs disponibles). Les aliments apportant plus de 10 % des apports totaux en chlordécone ont alors été retenus comme devant prioritairement faire l'objet de limites maximales de contamination. Toutefois, les aliments contribuant de 5 à 10 % des apports en chlordécone ont également été considérés pour l'application des limites maximales.

6. Proposition de Limites maximales (LM) et simulations d'exposition associées

A partir des premiers résultats fournis par le calcul de l'AJMT, des limites maximales de contamination ont été proposées pour les denrées les plus contributives de façon à obtenir une exposition au chlordécone inférieure à la VTR chronique chez les individus fortement exposés (95^{ème} percentile). Plusieurs scénarios sont envisagés dans ce document. Pour simplifier la mise en œuvre du respect des LMs par les services en charge du contrôle des denrées alimentaires, les LMs proposées dans ce document ont été établies à un niveau équivalent pour l'ensemble des aliments contributeurs majeurs identifiés. Quatre LMs supérieures aux limites de quantification actuelles (1 à 20 µg/kg pour les aliments solides) ont été envisagées : 50, 100, 200 et 300 µg/kg d'aliment.

Les LM sont testées par simulation de l'exposition de la population générale et des forts consommateurs, après application des différentes valeurs proposées. Ces simulations ont été effectuées pour les enfants et les adultes. Une simulation de l'exposition a également été conduite pour les cinq groupes de consommateurs identifiés par la CIRE Antilles-Guyane lors de l'exploitation parallèle des données de l'enquête ESCAL.

Plusieurs scénarios d'exposition sont envisagés dans ce document :

Scénario 2 : estimation de l'état de l'exposition en l'absence de toutes limites maximales de contamination des denrées alimentaires (incluant l'eau) ;

Scénario 3 : simulations de l'exposition après application des différentes limites maximales citées précédemment (50, 100, 200 et 300 µg/kg et 0,1 µg/L pour l'eau de boisson) à l'ensemble des aliments consommés ;

Scénario 4 : simulations de l'exposition après application des différentes limites maximales citées précédemment (50, 100, 200 et 300 µg/kg et 0,1 µg/L pour l'eau de boisson) aux seules denrées mises sur le marché (grande distribution, épicerie, marché). Ce scénario considère que les contrôles de contamination ne pourront être effectués sur les denrées issues de l'autoconsommation.

7. Hypothèses et limites

L'ensemble de cette démarche fait appel à différentes hypothèses et présente plusieurs limites, qu'il est important de retenir pour l'examen des résultats. **Les hypothèses de travail ont été définies de façon à surestimer plutôt que sous-estimer l'exposition** (ex : utilisation du fréquentiel sur-estimant les consommations alimentaires, exclusion des sous-déclarants sévères, contamination systématique des aliments locaux en zone contaminée, ...). Cette sur-estimation permet de palier en partie aux incertitudes qui subsistent sur le niveau de contamination réel d'aliments pour lesquels les données analytiques restent encore en nombre faible. Une étude complémentaire d'analyses pour des aliments prioritaires définis au moyen de l'exploitation des données de l'étude ESCAL est actuellement en cours de préparation. Financée par la DGS, elle est coordonnée par la CIRE Antilles-Guyane et débutera courant septembre 2005 (enquête RESO).

Compte tenu de l'ensemble des limites et hypothèses inhérentes au manque de données de contamination ou de consommation chez les plus jeunes, les LM qui sont proposées dans ce document sont provisoires. Il conviendra de les affiner quand les résultats des différentes enquêtes en cours seront disponibles : RESO pour les données de contamination et HIBISCUS et TIMOUN pour les données relatives aux enfants en bas-âge.

3.2 EXPOSITION AIGUË

Rappelons que la valeur toxicologique de référence aiguë du chlordécone est nettement plus élevée que la valeur toxicologique de référence chronique (20 fois supérieure). Il faut cependant estimer l'exposition aiguë sur la base des hypothèses de consommation maximale d'aliments contaminés un jour donné.

L'étude ESCAL apporte des données de consommation maximale d'aliments consommés un jour donné. L'exposition aiguë maximale correspond au produit de ces consommations maximales un jour donné par les contaminations maximales. On s'intéresse donc en particulier aux aliments les plus contaminés tels que les dachines et les patates douces ou les tilapias. (Cf. tableau 1 ci dessus).

Dès lors que des valeurs maximales sont proposées pour limiter l'exposition chronique, il faudra vérifier que ces valeurs sont suffisamment protectrices pour l'exposition aiguë et les compléter le cas échéant par une valeur maximale protectrice au titre de l'exposition aiguë pour des aliments rarement consommés mais fortement contaminés. En effet, ceux-ci ne contribueraient pas significativement à l'exposition chronique mais seraient susceptibles d'influer sur l'exposition aiguë.

3.3 CAS DES ENFANTS DE MOINS DE 3 ANS

En l'attente de données de contamination du lait maternel ainsi que d'aliments destinés aux enfants en bas âge (farines infantiles) il n'est pas possible de quantifier scientifiquement l'exposition des nourrissons. Lorsque ces données seront disponibles, on pourra estimer des expositions des nourrissons sur la base des quantités de lait consommées avant la diversification alimentaire.

Pour les enfants en bas âge ayant diversifié leur alimentation, l'exposition sera estimée à partir des données de consommation des plus jeunes enfants de l'étude ESCAL (3 à 5 ans) et des données de contamination présentées dans le tableau 1. La méthodologie n'est donc pas différente de celle mise en œuvre pour les autres groupes d'âge chez les enfants et pour les adultes. Une évaluation plus précise de l'exposition sera envisageable lorsque les données des enquêtes HIBISCUS et TIMOUN seront disponibles.

4 Résultats

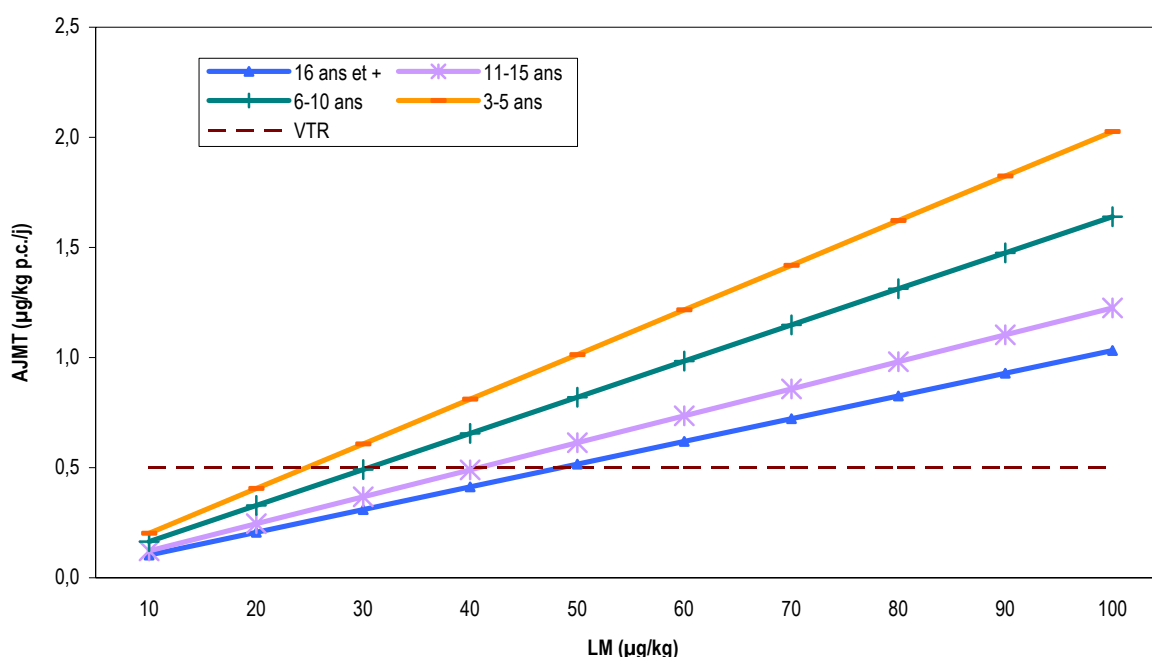
Les données présentées dans cette partie résultent de **scénarios d'exposition théoriques**, tenant compte des seules données de consommation ou de contamination disponibles.

4.1 SCENARIO 1 : EXPOSITION MAXIMALISTE POUR DIFFÉRENTES LM PAR LE CALCUL D'UN AJMT

Rappelons que cette approche se base sur l'hypothèse maximaliste que l'ensemble des aliments consommés sont contaminés au niveau de la LM proposée. Bien que ce scénario ne soit pas réaliste, il permet dans un premier temps de situer les valeurs de LM qui pourraient être proposées lors de scénarios plus réalistes.

La figure 1 montre l'évolution de l'AJMT en fonction des LM et de l'âge. Elle indique que les limites maximales théoriques permettant de rester en deçà de la VTR sont d'un ordre de grandeur qui se chiffre en dizaines de microgrammes par kilo d'aliment et qu'elles dépendent selon l'âge des individus : **de 25 µg/kg pour les 3-5 ans à 50 µg/kg pour les adultes**. D'autre part, elle montre que l'AJMT augmente d'autant plus vite que l'individu est jeune (lié au poids de l'individu). Les variations de l'exposition en fonction des LM proposées seront donc plus importantes chez les jeunes enfants.

Figure 1. Evolution de l'AJMT en fonction des LM et de l'âge



D'après l'enquête ESCAL (CIRE / InVS) - Traitement Afssa

Cette approche globale confirme la possibilité de fixer des LM supérieures à la LOQ actuellement appliquée pour l'exclusion des denrées du marché. Compte-tenu toutefois de la maximisation de la contamination des aliments liée à cette méthode⁵, il semble nécessaire **d'affiner les propositions de LM sur la base d'une évaluation** de l'exposition au chlordécone **plus réaliste**. D'autre part, l'utilisation de ce premier scénario ne permet pas **d'identifier les principaux aliments vecteurs** qui mériteraient d'être réglementés.

⁵ Il paraît en effet peu probable, à la vue des données de contamination déjà disponibles, que l'ensemble des aliments locaux soient contaminés de façon continue à un niveau aussi élevé que les LM.

La méthode utilisée dans les scénarios suivants, basée sur les recommandations de l’OMS, permet de réaliser une estimation « réaliste » de l’exposition, sous la limite toutefois de l’exhaustivité et de la représentativité des données utilisées.

4.2 SCENARIO 2 : ESTIMATION DE L’EXPOSITION CHRONIQUE AU CHLORDÉCONE DE LA POPULATION MARTINICAISE SOUS L’HYPOTHÈSE D’ABSENCE DE LIMITE MAXIMALE

Dans ce premier scénario « réaliste », aucune limite maximale de contamination des denrées alimentaires n’a été appliquée, de façon à estimer l’exposition au chlordécone qui résulterait d’une non-réglementation (Tableau 3).

Cette hypothèse ne correspond pas à la situation actuelle pour laquelle les denrées ne peuvent être mises sur le marché que si les sols ne sont pas contaminés ou bien dans ce cas, que si des contrôles négatifs des denrées sont effectués.

Ce calcul d’exposition permet tout d’abord de confirmer **qu’une part de la population, située exclusivement en zone contaminée selon nos hypothèses de départ, dépasserait significativement la VTR chronique de 0,5 µg/kg pc/j en l’absence de mise en œuvre de limites maximales**. Cela peut être en partie expliqué par l’hypothèse sur-estimatrice que tous les aliments locaux issus de la zone contaminée sont contaminés. Le niveau de dépassement de la VTR pour ces individus est précisé dans le tableau 4.

Tableau 3. Estimation de l’exposition et du pourcentage de personnes dépassant la VTR dans les populations adultes et enfants de Martinique

	N	Estimation basse			Estimation haute		
		Moy ± ET (µg/kg pc/j)	p 95	% de personnes dépassant la VTR	Moy ± ET (µg/kg pc/j)	p 95	% de personnes dépassant la VTR
Jeunes enfants (3-5 ans)							
Population générale	66	0,144 ± 0,059	0,522	5,6 ± 6,5 %	0,183 ± 0,059	0,529	5,6 ± 6,5 %
Zone non-contaminée	39	0,067 ± 0,013	0,144	0,0 %	0,111 ± 0,019	0,230	0,0 %
Zone contaminée	27	0,475 ± 0,159	1,535	29,6 ± 17,2 %	0,494 ± 0,161	1,562	29,6 ± 17,2 %
Enfants (3-15 ans)							
Population générale	402	0,095 ± 0,017	0,407	3,8 ± 2,2 %	0,123 ± 0,017	0,416	3,9 ± 2,2 %
Zone non-contaminée	239	0,043 ± 0,004	0,124	0,0 %	0,075 ± 0,006	0,189	0,0 %
Zone contaminée	163	0,320 ± 0,047	0,936	20,3 ± 14,1 %	0,335 ± 0,047	0,956	20,9 ± 10,8 %
Adultes (16 ans et plus)							
Population générale	1093	0,076 ± 0,008	0,381	3,1 ± 1,2 %	0,095 ± 0,008	0,391	3,2 ± 1,2 %
Zone non-contaminée	619	0,029 ± 0,001	0,064	0,0 %	0,051 ± 0,002	0,102	0,0 %
Zone contaminée	474	0,260 ± 0,020	0,750	15,2 ± 5,6 %	0,269 ± 0,020	0,760	15,6 ± 5,6 %

Source : Enquête ESCAL (CIRE / InVS) - Traitement Afssa

Il est possible que des consommateurs vivant en zone non contaminée mais s’approvisionnant en zone contaminée aient des niveaux d’exposition équivalents à ceux des habitants de la zone contaminée tels qu’estimés ici. L’intérêt de la distinction faite ici est de démontrer que la population martiniquaise qui ne privilégie pas particulièrement les aliments issus des zones contaminées, n’est pas à risque de dépassement de la VTR chronique du chlordécone.

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 très nettement plus élevées.

Les résultats obtenus soulignent la nécessité de proposer des limites maximales de contamination des denrées alimentaires de façon à abaisser le niveau d’exposition de la population. Pour cela, conformément à la procédure établie par l’OMS/FAO, la liste des principaux aliments contributeurs à l’apport à chlordécone a été établie à partir du croisement des données de consommation et de contamination (Tableau 5).

**Tableau 4. Niveau d'exposition et de dépassement de la VTR
chez les individus dépassant la VTR**

	Estimation basse				Estimation haute			
	N	Médiane (µg/kg pc/j)	Max (µg/kg pc/j)	Max (en % de la VTR)	N	Médiane (µg/kg pc/j)	Max (µg/kg pc/j)	Max (en % de la VTR)
Enfants (3-15 ans)	33	0,722	1,702	340,4 %	34	0,732	1,741	348,2 %
Adultes (16 ans et plus)	72	0,637	1,270	254,0 %	74	0,644	1,293	258,6 %

Guide de lecture : 33 enfants de 3 à 15 ans (soit les 20,3 % des 163 enfants vivant dans la zone contaminée indiqués dans le tableau 2) dépassent la VTR chronique en estimation basse. Leur exposition médiane est de 0,722 µg/kg p.c./j (à comparer à la VTR chronique de 0,5 µg/kg p.c./j). L'enfant de 3 à 15 ans ayant l'exposition la plus élevée atteint 1,7 µg/kg p.c./j soit 340 % ou 3,4 fois la VTR chronique (0,5 µg/kg p.c./j).

Source : Enquête ESCAL (CIRE / InVS) - Traitement Afssa

Le principal aliment contributeur est le dachine, qui apporte jusqu'à 48 % de chlordécone chez les sujets les plus exposés. **Le principal groupe d'aliments contributeur (>10% des apports totaux en chlordécone) pour la population générale et les sujets les plus fortement exposés en estimation basse ou haute est celui des légumes racines (dachine, patate douce, igname).** Les autres aliments identifiés sont presque exclusivement des produits végétaux. Le poulet est la seule denrée animale qui contribue significativement à l'apport en chlordécone dans la population générale en raison de son niveau élevé de consommation. L'eau apparaît comme contributrice avec des données de contamination souvent « brutes » avant traitement. Il s'agit donc d'une hypothèse plutôt maximisatrice.

Tableau 5. Identification des principaux aliments vecteurs de chlordécone

	Estimation basse		Estimation haute	
	> 10 % des apports totaux en chlordécone	Entre 5 et 10 % des apports totaux en chlordécone	> 10 % des apports totaux en chlordécone	Entre 5 et 10 % des apports totaux en chlordécone
Population générale				
Jeunes enfants (3-5 ans)	Dachine (26 %) Eau du robinet (15 %)	Concombre (9 %) Carotte (8 %) Poulet (7 %) Patate douce (6 %)	Dachine (19%)	Eau du robinet (9 %) Concombre (9 %) Carotte (6 %) Poulet (6 %) Patate douce (5 %)
Enfants (3-15 ans)	Dachine (23 %) Eau du robinet (16 %)	Concombre (9 %) Carotte (8 %) Poulet (8 %) Patate douce (7 %)	Dachine (17 %)	Eau du robinet (10 %) Concombre (9 %) Poulet (7 %) Melon (6 %) Carotte (6 %) Tomate (5 %)
Adultes (16 ans et plus)	Dachine (26 %) Carotte (11 %) Eau du robinet (11 %)	Concombre (9 %) Poulet (8 %) Patate douce (8 %)	Dachine (20 %)	Concombre (8 %) Carotte (8 %) Poulet (7 %) Eau du robinet (6 %) Tomate (6 %) Igname (5 %)
Sujets les plus fortement exposés (≥ 90^e percentile)				
Jeunes enfants (3-5 ans)	Dachine (44 %) Patate douce (15 %)	Concombre (9 %) Igname (8 %)	Dachine (40 %) Patate douce (14 %) Concombre (11 %)	Igname (9 %)
Enfants (3-15 ans)	Dachine (47 %) Patate douce (12 %)	Concombre (9 %) Igname (8 %)	Dachine (45 %) Patate douce (13 %)	Concombre (8 %) Igname (7 %)
Adultes (16 ans et plus)	Dachine (48 %) Patate douce (13 %)	Carotte (5 %) Concombre (5 %)	Dachine (48 %) Patate douce (12 %) Igname (11 %)	Carotte (5 %) Concombre (5 %)

Source : Enquête ESCAL (CIRE / InVS) - Traitement Afssa

A noter que, comme indiqué précédemment, certains aliments ont été exclus de l'analyse par l'application d'une contamination nulle. Or certains d'entre eux, compte tenu de leur forte consommation par la population, peuvent ressortir en tant qu'aliments contributeurs de chlordécone lorsqu'un niveau hypothétique de contamination de 3 µg/kg (environ la LOD) leur est attribué (ex : agrumes, banane, ti-nain). Dans le cas des différentes espèces de bananes et compte tenu de leur consommation et du résultat d'août 2005 de l'expérimentation SPV Guadeloupe-CIRAD, nous avons réalisé une simulation complémentaire pour savoir si la liste d'aliments à réglementer et les niveaux de LM étaient modifiés au cas où il faudrait considérer la contamination potentielle des bananes. En revanche, le groupe des melons n'a pas été exclu de l'analyse puisqu'il est susceptible d'être contaminé (2 échantillons contaminés en Guadeloupe issus de données non expérimentales). Sa contribution devient alors non négligeable, en estimation haute, lorsque son niveau de contamination est fixé à 3 µg/kg.

En raison du faible nombre d'analyses disponibles, **il faut souligner le caractère fragile du classement de certains aliments dans le groupe des aliments vecteurs principaux de chlordécone, en particulier de la carotte, de la tomate et du poulet.** En effet, nous ne disposons que d'une seule donnée positive pour chacun de ces trois aliments. Pour la tomate, il s'agirait d'une tomate d'importation en provenance du Venezuela. Cependant et compte tenu de l'importance de la consommation de ces deux légumes et de cette viande, il nous a paru plus prudent de considérer ces aliments comme principaux aliments vecteurs potentiels.

Ces résultats d'exposition obtenus par la méthode type « OMS/FAO » ont été comparés aux cinq groupes de consommateurs adultes identifiés par la typologie réalisée par la CIRE Antilles-Guyane (analyse des correspondances multiples puis classification hiérarchique) dont les caractéristiques sont présentées dans le Tableau 6.

Tableau 6. Caractéristiques des groupes identifiées par la typologie de la CIRE

Groupe	n	Consommation	Approvisionnement	Contamination de la zone habitée
Groupe 1	221	Consommation d'œuf < 1 fois/semaine Consommation de légumes = 1 fois/jour	Pas d'autoconsommation Approvisionnement de légumes au marché Approvisionnement des produits de la pêche en circuit court	Non contamination de la zone
Groupe 2	432	Consommation de légumes racines < 2 fois/semaine Consommation de légumes = 1 fois/jour	Pas d'autoconsommation Approvisionnement des aliments en grande distribution	Non contamination de la zone
Groupe 3	72	Faible consommation de produits laitiers et d'œufs	Peu d'approvisionnement en grande distribution Autoconsommation de racines, légumes et fruits Approvisionnement en circuit court ou en marché	Contamination de la zone
Groupe 4	264	Consommation de légumes racines > 5 fois par semaine Consommation de légumes verts > 1 fois par jour	Autoconsommation de fruits, légumes et racines Approvisionnement moyen de viandes, légumes, produits de la pêche et fruits en grande distribution	Contamination de la zone
Groupe 5	380	Consommation de légumes verts >1 fois/jour Consommation de légumes racines 2-5 fois/semaine Consommation de produits laitiers > 1 fois/jour	Autoconsommation de fruits, légumes et racines Approvisionnement de viandes, légumes, fruits, œufs et produits de la pêche en grande distribution	Contamination de la zone

Source : Enquête ESCAL (CIRE / InVS) - Traitement CIRE Antilles-Guyane

La CIRE a identifié les groupes 3, 4 et 5 comme étant le plus à risque d'exposition au chlordécone. Afin de vérifier la concordance des deux méthodes, la répartition des différents groupes de la typologie au sein du dernier décile de la courbe d'exposition a été examinée. Il en ressort que les groupes les plus fréquemment représentés au-dessus du 90^{ème} percentile sont les groupes 4 (41 %) et

5 (31 %), le groupe 3 ne représentant que 9 % des individus fortement exposés. Néanmoins, il faut ramener ces pourcentages au nombre d'individus présents dans chaque groupe. Ainsi, 35 % des individus du groupe 4 et 29 % des sujets du groupe 3 font partie du dernier décile d'exposition, contre 19 % du groupe 5 et 6 à 8 % des groupes 1 et 2.

Les résultats obtenus par les deux méthodes semblent donc assez cohérents puisque les individus des groupes les plus à risque (zone contaminée, autoconsommation de racines) sont majoritairement représentés dans les individus les plus exposés.

4.3 SCENARIOS 3 ET 4 : HYPOTHÈSES DE PROPOSITION DE LIMITES MAXIMALES DE CONTAMINATION ET SIMULATION DE L'EXPOSITION ASSOCIÉE

Les résultats d'exposition précédents montrent qu'il est nécessaire d'appliquer des limites maximales de contamination de façon à diminuer le niveau d'exposition de la population. Pour cela, il est préférable de limiter la contamination des aliments les plus contributeurs identifiés dans le tableau 4. Dans un premier temps, l'impact des mesures de gestion actuellement mises en place (à savoir l'exclusion du marché des denrées contaminées au-delà de la limite de quantification) sur l'exposition de la population, a été estimé. Par la suite, plusieurs simulations d'exposition ont été réalisées avec différentes limites maximales de contamination (50, 100, 200 et 300 µg/kg d'aliment) appliquées indifféremment à l'ensemble des principaux aliments vecteurs de chlordécone. Pour l'eau de boisson, la LM appliquée correspond à celle en vigueur actuellement (0,1 µg/L). Le tableau 7 présente les valeurs de contamination moyennes des aliments vecteurs recalculées après application des différentes hypothèses de LM.

Tableau 7. Contamination moyenne des principaux aliments vecteurs de chlordécone selon les hypothèses de LM

	Contamination moyenne « bruit de fond » (µg/kg PB) (basse / haute)						Contamination moyenne élevée (µg/kg PB) (données censurées exclues)					
	Sans LM	LOQ	50 ppb	100 ppb	200 ppb	300 ppb	Sans LM	LOQ	50 ppb	100 ppb	200 ppb	300 ppb
Carotte	11,5 / 14,3	0,0 / 3,0	0,0 / 3,0	0,0 / 3,0	11,5 / 14,3	11,5 / 14,3	150,0	3,0	3,0	3,0	150,0	150,0
Concombre	5,0 / 8,6	0,8 / 4,7	0,8 / 4,7	5,0 / 8,6	5,0 / 8,6	5,0 / 8,6	35,0	10	10	35,0	35,0	35,0
Dachine	23,5 / 28,5	0,1 / 4,0	3,5 / 7,0	8,4 / 11,8	13,0 / 16,3	17,1 / 20,3	262,6	4,0	41,3	62,1	81,8	98,4
Eau	0,17	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,17	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Igname	0,4 / 3,5	0,0 / 3,2	0,4 / 3,5	0,4 / 3,5	0,4 / 3,5	0,4 / 3,5	50,0	3,2	50,0	50,0	50,0	50,0
Patate douce	19,1 / 22,3	0,2 / 3,9	3,6 / 6,9	4,6 / 7,9	6,9 / 10,1	6,9 / 10,1	320,7	10,0	31,4	36,3	48,9	48,9
Poulet	1,2 / 1,9	0,3 / 1,1	0,3 / 1,1	1,2 / 1,9	1,2 / 1,9	1,2 / 1,9	8,5	1,1	1,1	8,5	8,5	8,5
Melon	0,0 / 3,0	0,0 / 3,0	0,0 / 3,0	0,0 / 3,0	0,0 / 3,0	0,0 / 3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Tomate	1,6 / 4,6	0,0 / 3,2	1,6 / 4,6	1,6 / 4,6	1,6 / 4,6	1,6 / 4,6	30,0	3,2	30,0	30,0	30,0	30,0

Ces valeurs de contamination tronquées par les limites maximales ont été envisagées selon deux scénarios :

- le premier considère que tous les aliments consommés sont soumis à la limite maximale et qu'aucun aliment dépassant cette LM ne peut être ingéré.
- le second prend en compte la difficulté pratique de contrôler les aliments issus de l'autoproduction des ménages (également appelée autoconsommation) et fait l'hypothèse que ces aliments ne sont pas soumis à ces LM et qu'ils peuvent être consommés même en étant contaminés au-delà de la LM considérée.

Les résultats présentés dans cette partie correspondent à l'hypothèse haute de contamination et d'exposition, soit le cas le plus protecteur de chaque scénario.

4.3.1 SCENARIO 3 : Application des LM à l'ensemble des aliments vecteurs

Tableau 8. Simulation des expositions les plus élevées et pourcentage de personnes dépassant la VTR selon les propositions de LM appliquées à l'ensemble des principaux aliments vecteurs de chlordécone (estimation haute)

	Sans LM		LM = LOQ		LM = 50 ppb		LM = 100 ppb		LM = 200 ppb		LM = 300 ppb	
	p 95	% > VTR	p 95	% > VTR	p 95	% > VTR	p 95	% > VTR	p 95	% > VTR	p 95	% > VTR
Jeunes enfants (3-5 ans)												
Population générale	0,529	5,6 ± 6,5	0,144	0,0	0,200	0,7 ± 2,4	0,312	2,1 ± 4,1	0,344	2,1 ± 4,1	0,353	2,1 ± 4,1
Zone non-contaminée	0,230	0,0	0,135	0,0	0,146	0,0	0,168	0,0	0,186	0,0	0,200	0,0
Zone contaminée	1,562	29,6 ± 17,2	0,207	0,0	0,474	3,7 ± 7,1	0,619	11,1 ± 11,9	0,806	11,1 ± 11,9	0,875	11,1 ± 11,9
Enfants (3-15 ans)												
Population générale	0,416	3,9 ± 2,2	0,116	0,0	0,164	0,1 ± 0,4	0,215	0,6 ± 0,9	0,237	0,8 ± 1,0	0,254	0,8 ± 1,0
Zone non-contaminée	0,189	0,0 %	0,103	0,0	0,115	0,0	0,134	0,0	0,159	0,0	0,167	0,0
Zone contaminée	0,956	20,9 ± 10,8	0,145	0,0	0,304	0,6 ± 1,2	0,370	3,1 ± 4,6	0,444	4,3 ± 5,4	0,468	4,3 ± 5,4
Adultes (16 ans et plus)												
Population générale	0,391	3,2 ± 1,2	0,067	0,0	0,145	0,0	0,182	0,0	0,214	0,2 ± 0,3	0,227	0,4 ± 0,4
Zone non-contaminée	0,102	0,0 %	0,057	0,0	0,061	0,0	0,073	0,0	0,085	0,0	0,090	0,0
Zone contaminée	0,760	15,6 ± 5,6	0,120	0,0	0,258	0,0	0,320	0,0	0,373	1,1 ± 1,6	0,393	2,1 ± 2,2
Groupes de la typologie CIRE Antilles-Guyane												
Groupe 1	0,182	1,2 ± 1,8	0,063	0,0	0,087	0,0	0,099	0,0	0,133	0,0	0,134	0,3 ± 0,9
Groupe 2	0,129	0,7 ± 1,0	0,051	0,0	0,061	0,0	0,071	0,0	0,087	0,0	0,093	0,0
Groupe 3	0,481	3,9 ± 7,5	0,140	0,0	0,180	0,0	0,215	0,0	0,288	1,3 ± 4,4	0,293	2,6 ± 6,1
Groupe 4	0,744	12,2 ± 5,7	0,114	0,0	0,248	0,0	0,316	0,0	0,357	1,1 ± 1,8	0,386	1,6 ± 2,2
Groupe 5	0,379	2,3 ± 2,0	0,069	0,0	0,138	0,0	0,169	0,0	0,193	0,0	0,201	0,2 ± 0,6

Guide de lecture :

P95 : 95^{ème} percentile de l'exposition, c'est à dire l'exposition atteinte ou dépassée par les 5% de la population ayant les expositions les plus élevées
% > VTR : pourcentage de personnes dépassant la VTR. Les intervalles de confiance sont donnés après le pourcentage. *Exemple : 0,6 ± 0,9 signifie que 0,6% de personnes dépassent la VTR et que l'intervalle de confiance est entre 0 et 1,5%. Ce pourcentage n'étant pas significativement différent de 0, la case correspondante n'est pas grisée.*

Source : Enquête ESCAL (CIRE / InVS) - Traitement Afssa

Entre la LOQ et 300 µg/kg, les LM proposées permettent d'obtenir des taux de dépassement de la VTR non significativement différents de zéro (à la limite de la significativité pour LM = 300 ppb) (tableau 8). Ces résultats conduisent à des LM protectrices plus élevées que dans le scénario 1 maximaliste.

Cependant, dans le cas où d'autres aliments considérés jusqu'à présent comme jamais contaminés —comme les bananes— pourraient être considérés comme contaminés même rarement et donc se voir affecter une valeur de contamination égale à la LOD, les hypothèses 50 et 100 ppb apparaissent suffisamment protectrices alors que l'hypothèse 200 ppb ne l'est plus. C'est la raison pour laquelle nous préférons préconiser actuellement, en raison des incertitudes la valeur 50 à 100 ppb avec une préférence pour 50 ppb qui permet une marge de sécurité supplémentaire, même si nous ne disposons pas d'éléments objectifs pour réfuter la valeur de 100 ppb.

Le niveau d'exposition ainsi que le pourcentage d'individus dépassant la VTR semble augmenter avec l'âge, de façon cohérente avec les enseignements du scénario 1. Dans le cas des 3-5 ans, les pourcentages estimés sont relativement élevés mais restent non significatifs en raison de la faiblesse de l'effectif associé à cette classe d'âge. Chez les adultes, les taux observés restent égaux à 0 % jusqu'à la LM de 100 ppb.

De la même manière, les catégories de la typologie ne présentent pas de taux de dépassement de la VTR significativement différents de zéro, quelle que soit la limite maximale appliquée. Les groupes 3 et 4 semblent là encore les plus à risque, avec un taux de dépassement de la VTR observé qui augmente plus rapidement que chez les autres groupes. A l'inverse, le groupe 2 reste à 0 % de dépassement de la VTR sous toutes les hypothèses et semble ainsi le moins à risque d'exposition au chlordécone (tableau 8).

Il faut noter que plus la LM simulée est élevée, plus le pourcentage de denrées exclues du marché diminue (Tableau 9). Ainsi, à 200 ou 300 ppb, seulement deux aliments sont touchés par la LM (dachine et patate douce) tandis qu'à la LOQ les 7 principaux aliments vecteurs sont concernés par la LM.

Tableau 9. Estimation du pourcentage d'aliment à exclure du marché selon les propositions de LM (estimation à partir des données de contamination disponibles pour la Martinique)

	LM = LOQ	LM= 50 ppb	LM = 100 ppb	LM = 200 ppb	LM = 300 ppb
Carotte	[0,2 % - 36,0 %]	[0,2 % - 36,0 %]	[0,2 % - 36,0 %]	0 %	0 %
Concombre	[1,8 % - 42,8 %]	[0,2 % - 33,9 %]	0 %	0 %	0 %
Dachine	[10,9 % - 25,1 %]	[5,0 % - 16,6 %]	[1,2 % - 9,6 %]	[0,0 % - 5,7 %]	[0,0 % - 2,7 %]
Igname	[0,0 % - 2,1 %]	0 %	0 %	0 %	0 %
Patate douce	[7,6 % - 26,5 %]	[1,0 - 12,9 %]	[0,4 % - 10,7 %]	[0,04 % - 8,3 %]	[0,04 % - 8,3 %]
Poulet	[0,3 % - 48,3 %]	[0,3 % - 48,3 %]	0 %	0 %	0 %
Tomate	[0,1 % - 26,0 %]	0 %	0 %	0 %	0 %

Nous n'avons présenté dans ce tableau que les intervalles de confiance en raison du faible nombre de données, ce qui explique que ces intervalles sont très larges. Il n'est pas possible d'estimer cette proportion d' « exclusion du marché » pour le melon pour lequel aucune donnée martiniquaise n'est disponible. Les deux valeurs guadeloupéennes positives disponibles pour le melon sont respectivement 90 et 160 µg/kg ce qui conduit à les exclure du marché pour la proposition de LM de 50 µg/kg et l'une des deux pour la LM de 100 µg/kg.

4.3.2 SCENARIO 4 : Application des LM aux seuls aliments mis sur le marché (produits commercialisés)

La simulation d'exposition précédente s'applique à tous les aliments sans distinction de leur origine d'approvisionnement. Or il peut être plus difficile d'appliquer le respect d'une LM pour des produits issus des jardins privés. De plus, la part de l'autoconsommation semble généralement plus élevée en zone contaminée et peut être très importante pour les légumes racines (dachine, igname) (tableau 10).

Tableau 10. Part moyenne de l'autoconsommation dans l'approvisionnement pour les principaux aliments vecteurs de chlordécone

	Enfants (3-15 ans)		Adultes (16 ans et plus)	
	Zone non-contaminée	Zone contaminée	Zone non-contaminée	Zone contaminée
Carotte	4,3 %	4,8 %	5,8 %	6,2 %
Concombre	18,5 %	40,4 %	18,7 %	39,7 %
Dachine	30,4 %	55,6 %	34,0 %	56,1 %
Igname	32,4 %	58,4 %	38,6 %	62,9 %
Patate douce	27,8 %	38,8 %	26,3 %	38,5 %
Poulet	31,1 %	44,3 %	34,3 %	46,7 %
Melon	38,9 %	45,2 %	35,5 %	51,2 %
Tomate	9,1 %	17,2 %	13,7 %	39,0 %

Source : Enquête ESCAL (CIRE / InVS) - Traitement Afssa

Cette forte pratique d'autoconsommation peut donc conduire à limiter fortement les bénéfices pour les populations d'une fixation de LM qui ne s'appliqueraient que sur les denrées mises sur le marché. Aussi, une nouvelle simulation a-t-elle été réalisée en appliquant les LM uniquement aux produits commercialisés (marchés forains, épiceries, grande distribution) et en excluant de leur champ d'application les aliments autoconsommés par les individus. Dans cette simulation, les aliments autoconsommés (jardins, consommation par les agriculteurs de leur propre production) ont gardé le niveau de contamination mesuré par les plans d'analyse, même s'il était supérieur aux LM. Mécaniquement, les niveaux d'exposition obtenus après application de cette hypothèse nouvelle sont supérieurs à ceux obtenus lors des premières simulations.

Tableau 11. Simulation des fortes expositions et taux de dépassement de la VTR en fonction des propositions de limites maximales appliquées aux principaux aliments vecteurs de chlordécone, hors autoconsommation (estimation haute)

	Sans LM		LM = LOQ		LM = 50 ppb		LM = 100 ppb		LM = 200 ppb		LM = 300 ppb	
	p 95	% > VTR	p 95	% > VTR	p 95	% > VTR	p 95	% > VTR	p 95	% > VTR	p 95	% > VTR
Jeunes enfants (3-5 ans)												
Population générale	0,529	5,6 ± 6,5	0,330	1,4 ± 3,3	0,357	2,1 ± 4,1	0,357	2,1 ± 4,1	0,420	3,5 ± 5,2	0,443	3,5 ± 5,2
Zone non-contaminée	0,230	0,0	0,133	0,0	0,145	0,0	0,168	0,0	0,186	0,0	0,200	0,0
Zone contaminée	1,562	29,6 ± 17,2	0,990	7,4 ± 9,9	0,990	11,1 ± 11,9	0,990	11,1 ± 11,9	0,991	18,5 ± 14,6	0,991	18,5 ± 14,6
Enfants (3-15 ans)												
Population générale	0,416	3,9 ± 2,2	0,299	2,5 ± 1,8	0,318	2,8 ± 1,9	0,341	2,9 ± 1,9	0,361	3,2 ± 2,0	0,361	3,2 ± 2,0
Zone non-contaminée	0,189	0,0	0,102	0,0	0,115	0,0	0,134	0,0	0,159	0,0	0,167	0,0
Zone contaminée	0,956	20,9 ± 10,8	0,767	13,5 ± 9,1	0,769	14,7 ± 9,4	0,778	15,3 ± 9,5	0,854	17,2 ± 10,0	0,854	17,2 ± 10,0
Adultes (16 ans et plus)												
Population générale	0,391	3,2 ± 1,2	0,311	2,3 ± 1,1	0,327	2,4 ± 1,1	0,333	2,4 ± 1,1	0,343	2,6 ± 1,1	0,346	2,7 ± 1,1
Zone non-contaminée	0,102	0,0	0,057	0,0	0,061	0,0	0,073	0,0	0,085	0,0	0,090	0,0
Zone contaminée	0,760	15,6 ± 5,6	0,653	11,2 ± 4,9	0,691	11,6 ± 5,0	0,691	11,6 ± 5,0	0,702	12,9 ± 5,2	0,702	13,3 ± 5,3

Source : Enquête ESCAL (CIRE / InVS) - Traitement Afssa

Les résultats du tableau 11 montrent qu'aucune des LM proposées, excepté la LOQ et LM=50 µg/kg chez les très jeunes enfants, ne permet d'abaisser suffisamment le niveau d'exposition si on applique ces LM uniquement aux denrées commercialisées et non aux denrées autoconsommées.

Or il sera difficile d'appliquer des limites maximales réglementaires à des aliments qui ne sont pas commercialisés (difficultés de contrôle). Ainsi, **pour que l'exposition des autoconsommateurs soit effectivement réduite pour atteindre les niveaux acceptables, il semble nécessaire d'accompagner la fixation de LM de recommandations de consommation concernant l'autoconsommation, notamment de produits issus de la zone contaminée.** En effet, il en ressort du tableau 12 qu'en zone contaminée, davantage d'individus auto-consomment des dachines ou patates douces, les deux principaux aliments vecteurs chez les individus les plus exposés et ce à une fréquence plus élevée (Tableau 10).

Tableau 12. Pourcentage d'auto-consommateurs de dachine ou patate douce

Classes d'âge	% d'auto-consommateurs	
	Zone contaminée	Zone non contaminée
3-5 ans	70,4 % [49,8 – 86,3]	46,2 % [37,2 – 69,9]
6-10 ans	63,8 % [50,1 – 76,0]	47,2 % [41,9 – 63,5]
11-15 ans	69,6 % [59,9 – 78,4]	55,9 % [46,7 – 65,1]
16 ans et plus	70,0 % [65,9 – 74,1]	49,1 % [47,0 – 54,8]
Total	69,4 % [65,8 – 73,0]	49,7 % [46,4 – 53,0]

Source : Enquête ESCAL (CIRE / InVS) - Traitement Afssa

A titre d'exemple, le tableau 13 estime les quantités quotidiennes maximales de dachines ou patates douces qui peuvent être consommées pour ne pas dépasser la VTR chronique de 0,5 µg/kg pc/j, à partir du poids moyen observé dans chaque classe d'âge et du niveau de contamination « élevée » du dachine. Près de 6 % des auto-consommateurs en zone contaminée, et seulement 2,3 % en zone non-contaminée, consomment des quantités journalières moyennes de dachines ou patates douces supérieures aux quantités limites définies par classe d'âge.

Tableau 13. Quantité moyenne maximale d'autoconsommation de légumes racines, fréquence de consommation acceptable et pourcentage d'individus dépassant ces quantités

Classe d'âge	Poids moyen dans l'étude	Quantité de consommation quotidienne maximale	Taille de portion quotidienne moyenne ¹	Fréquence de consommation acceptable	Autoconsommateurs dépassant cette quantité en zone contaminée (%)	Autoconsommateurs dépassant cette quantité en zone non-contaminée (%)
3-5 ans	18,3 kg	35 g/j	140 g/j	1,8 fois/sem	5,3 % [0,1 – 26,0]	5,6 % [0,1 – 27,3]
6-10 ans	31,8 kg	61 g/j	140 g/j	3 fois/sem	13,5 % [4,5 – 28,8]	0,0 % [0,0 – 8,4]
11-15 ans	53,9 kg	104 g/j	210 g/j	3,5 fois/sem	12,7 % [5,3 – 24,5]	3,2 % [0,4 – 11,0]
16 ans et plus	73,1 kg	141 g/j	210 g/j	4,7 fois/sem	4,5 % [2,3 – 6,7]	2,3 % [0,6 – 4,0]
Total					6,3 % [4,0 – 8,6]	2,3 % [0,9 – 3,7]

¹ les tailles de portion moyennes sont estimées à partir du rappel de 24 heures de l'étude ESCAL

Grille de lecture : Pour un jeune enfant de 18,3 kg consommant des dachines contaminées à 260 µg/kg pb qui représente la valeur de la contamination moyenne des seuls échantillons contaminés, la consommation quotidienne maximale pour ne pas dépasser la VTR chronique de 0,5 µg/kg pc/jour est de 35 g par jour. Pour une portion moyenne de 140 grammes de dachine, cela signifie que l'on peut recommander de ne pas consommer des dachines plus de deux fois par semaine.

Source : Enquête ESCAL (CIRE / InVS) - Traitement Afssa

Au global, compte tenu que le dépassement modéré de la VTR chronique n'est pas synonyme de risque pour la santé humaine, **une préconisation générale de ne pas consommer de légumes racines du type dachine ou patate douce provenant du jardin plus de deux fois par semaine (portion moyenne de 140 g par jour pour un enfant de 18 kg de poids corporel et 210 grammes par jour pour un adulte de 73 kg), pour les familles vivant dans des secteurs où les sols sont contaminés et où les dachines ont des teneurs moyennes en chlordécone de l'ordre de 260 µg/kg** apparaît comme une préconisation prudente dans l'attente de données plus détaillées sur les contaminations réelles des aliments tels que consommés, sur les relations entre contamination des sols et contamination des légumes racines et sur une meilleure connaissance des déterminants agronomiques éventuels de cette contamination.

Une étude permettant de caractériser, au niveau socio-démographique, les populations plus particulièrement concernées par cette recommandation sera menée par la CIRE Antilles-Guyane, à partir des résultats d'exposition fournis par l'Afssa et présentés dans ce rapport. Les résultats de cette étude complémentaire sont prévus pour septembre 2005. Aussi, les aspects socio-démographiques de l'exposition ne seront-ils pas présentés dans ce document.

Ces préconisations concernent la consommation de légumes racines (dachine, patate douce) cultivées dans les jardins ou les exploitations pour les besoins propres des cultivateurs. Elles seront fonction des niveaux de contamination des sols. La connaissance des transferts sols-plantes à laquelle contribuent les travaux du CIRAD et de l'INRA est nécessaire à la détermination de recommandations pour des fréquences de consommation selon la contamination des sols.

4.4 EXPOSITION AIGUË

La valeur toxicologique de référence aiguë proposée par l'Afssa pour le chlordécone est de 10 µg/kg pc/j. Cette valeur est 20 fois supérieure à la valeur toxicologique de référence chronique. Cependant, il est nécessaire de vérifier qu'un jour donné cette limite ne peut être dépassée par un consommateur qui consommerait une grande quantité d'aliments fortement contaminés. Pour réaliser cette vérification, un rétro-calcul de la quantité d'aliment à consommer pour atteindre cette VTR aiguë a été effectué.

Le « bruit de fond » chronique de l'exposition, tous aliments confondus, des populations exposées ne doit pas dépasser 0,5 µg/kg pc/j qui est la valeur toxicologique de référence chronique. Il reste donc un crédit toxicologique de 9,5 µg/kg pc/j pour des ingestions accidentelles d'aliments fortement contaminés.

La quantité maximale d'aliments consommés à ne pas dépasser pour ne pas atteindre cette valeur est donnée par l'équation suivante :

$$\text{Conso}_{\text{Max}} = \frac{9,5 \times \text{Poids corporel}}{\text{LM}_{\text{aliment}}}$$

avec poids corporels : Adulte=73 kg, Enfant de 3 à 5 ans =18 kg, Enfant en bas âge = 6 kg.

Soulignons qu'il s'agit de la quantité d'un aliment accidentellement fortement contaminé et non de la quantité totale d'aliments consommée un jour donné. En effet, la probabilité que tous les différents types d'aliments consommés un jour donné soient tous très fortement contaminés est négligeable.

Dans l'ensemble des données de contamination disponibles pour la Martinique, il n'existe que quatre catégories d'aliments occasionnellement contaminés au-delà de 100 µg/kg (**carotte, dachine patate douce et tilapia**) et seulement trois catégories d'aliments contaminés au-delà de 200 µg/kg (**dachine patate douce et tilapia**). Selon des informations préliminaires issues d'une expérimentation et non d'un plan de surveillance et communiquées au mois d'août par le CIRAD, l'INRA et le SPV de Guadeloupe, il serait également possible que ponctuellement, les parties les plus proches du sol des cannes à sucre et des ananas atteignent ces valeurs.

Dans l'étude ESCAL, la quantité maximale de carottes, dachines et patates douces consommées un jour donné⁶ s'élève à 750 grammes pour un adulte et 450 grammes pour un enfant de 3 à 5 ans.

Pour ces valeurs maximales de consommation un jour donné qui correspondent à une circonstance de consommation exceptionnelle, le niveau de contamination nécessaire pour atteindre ponctuellement la VTR aiguë est supérieure à 200 µg/kg d'aliment pour un enfant de 3 à 5 ans et de plus de 500 µg/kg pour un adulte (Tableau 15). Nous n'avons pas de données de consommation de nourrissons et enfants en bas âge mais la quantité quotidienne maximale consommée de 285 grammes correspondant à une limite de 200 µg/kg apparaît élevée et protectrice.

Tableau 14. Exposition aiguë en fonction des limites maximales dans un aliment

LM (µg/kg d'aliment)	Conso Max Adulte (kg)	Conso Max Enfant de 3 à 5 ans (kg)	Conso Max Enfant bas âge (kg)
10	69	17	5,7
50	13,9	3,4	1,14
100	6,9	1,7	0,57
200	3,47	0,85	0,285
500	1,39	0,34	0,114
1000	0,69	0,17	0,057

Il apparaît donc que les limites maximales envisagées au vu de l'exposition chronique telle que présentées dans le tableau 7 précédent (50 à 100 ppb) sont inférieures à cette limite envisagée pour l'exposition aiguë (200 ppb). Néanmoins, cette limite liée à l'exposition aiguë étant indépendante du poids relatif de la consommation de l'aliment considéré dans le régime alimentaire global, elle pourrait être utile pour éviter des dépassements de VTR aiguës pour des aliments très rarement consommés tels que le tilapia ou le crabe et qui pourraient être ponctuellement fortement contaminés, même si de telles valeurs (200 ppb **en poids brut**) n'ont pour l'instant été rencontrées que pour des aliments contribuant fortement à l'exposition chronique (dachine et patate douce), quelques tilapias prélevés à l'embouchure de l'estuaire de la Lézarde en Martinique (IFREMER, 2002) ainsi que ponctuellement sur des sols très contaminés, les parties basses d'ananas et de cannes à sucre (SPV Guadeloupe-CIRAD-INRA, 2005).

⁶ Le tilapia est trop rarement consommé dans l'étude ESCAL pour être pris en compte dans ce calcul.

Une LM de 200 µg/kg pour les aliments rarement consommés mais pouvant être fortement contaminés paraît donc une sécurité complémentaire des limites maximales envisagées pour les aliments vecteurs principaux qui contribuent significativement à l'exposition chronique. Il est intéressant de souligner que cette proposition est cohérente avec la limite maximale pour le chlordécone de 300 µg/kg proposée par la FDA pour les produits de la mer (FDA, 2001).

4.5 CAS DES ENFANTS DE MOINS DE 3 ANS

Nous ne pouvons pas pour l'instant présenter de résultats relatifs aux nourrissons, en l'attente de données de contamination de lait maternel et de farines utilisées pour la préparation des biberons. Il faut souligner que pour un autre polluant organique persistant lipophile, les dioxines, l'Afssa et l'InVS ont recommandé en mars 2003 de privilégier l'allaitement maternel compte tenu des bénéfices associés même en cas de fort dépassement de la valeur toxicologique de référence DJT de l'OMS. Il faudra étudier les résultats des études HIBISCUS et TIMOUN pour évaluer plus précisément ce cas particulier.

Nous avons vu au paragraphe précédent qu'une limite de 200 µg/kg d'aliment serait suffisamment protectrice pour un enfant en bas âge de 6 kg ayant diversifié son alimentation et dans le cas d'une exposition aiguë.

Pour l'exposition chronique des enfants en bas âge qui ne sont plus des nourrissons comme les enfants de 2 à 3 ans, nous avons présenté précédemment les données disponibles les plus proches qui sont celles des enfants de 3 à 5 ans de l'étude ESCAL. Ces premières estimations pourraient laisser penser que les très jeunes enfants ne semblent pas plus à risque d'exposition que la population générale. Toutefois, ces résultats mériteraient d'être validés par une **étude spécifique, et avec des effectifs suffisants, chez les enfants en bas-âge** de façon à obtenir une meilleure précision des estimations de dépassement de la VTR.

5 Conclusions et recommandations

Cette étude a permis de mettre en évidence l'intérêt en termes de santé publique de proposer des mesures proportionnées permettant de réduire l'exposition des populations guadeloupéenne et martiniquaise au chlordécone via l'alimentation de façon à ce que les limites toxicologiques soient respectées.

Une première approche théorique de l'exposition, basée sur l'hypothèse que tous les aliments consommés et d'origine locale sont contaminés au niveau de la LM, a été conduite via le calcul d'un AJMT. Selon cette méthode maximaliste, une LM de 25 µg/kg pb permettrait de couvrir le risque de dépassement de la VTR pour l'ensemble des classes d'âge. Si ce scénario indique les niveaux de LM qui pourraient être testés, il surestime l'exposition et ne permet pas d'identifier les principaux aliments vecteurs de chlordécone qui devraient être réglementés en priorité.

C'est pourquoi des scénarios d'exposition plus réalistes ont été conduits à partir des données de consommation et de contamination disponibles en s'appuyant sur une méthodologie internationale préconisée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

L'intérêt des mesures de gestion actuelle et notamment l'exclusion des circuits commerciaux des aliments produits sur des sols contaminés suite aux arrêtés préfectoraux du 20 mars 2003 pour la Martinique et du 20 octobre 2003 pour la Guadeloupe, ainsi que la limite maximale de 0,1 µg/l dans l'eau de consommation a pu ainsi être pleinement démontré.

Cependant, grâce à l'exploitation de l'ensemble des nouvelles données disponibles, notamment des données sur les habitudes alimentaires en Martinique issues de l'étude ESCAL, il apparaît que **l'efficacité de l'ensemble des mesures prises actuellement pourrait être améliorée en ciblant mieux les populations exposées et les aliments contributeurs à l'exposition au chlordécone.**

Nous avons ainsi proposé une liste **d'aliments prioritaires significativement contributeurs à l'exposition chronique au chlordécone, pour lesquels une limite maximale provisoire de 50 à 100 µg/kg poids frais serait efficace** pour éviter que les consommateurs les plus réguliers de ces aliments commercialisés ne soient dans une zone d'incertitude en matière de risque. **Ces aliments sont le dachine, la patate douce, l'igname, le concombre, la carotte, la tomate, le melon et la chair de poulet.** Pour les légumes aériens tels que la tomate, des études complémentaires devront permettre de préciser les raisons et les modalités de la contamination (cœur de la tomate ou simplement surface de la peau par simple contact avec le sol). Les travaux étudiant les modalités de contamination et de transferts du chlordécone entre le sol et les plantes mis en œuvre par le CIRAD et l'INRA devrait prochainement y contribuer. Pour les bananes, il serait nécessaire de statuer clairement si des contaminations peuvent être rencontrées usuellement, auquel cas, il faudra ajouter les différentes espèces de bananes à cette liste.

Cette liste des aliments les plus contributeurs devra être actualisée en fonction des nouvelles données analytiques disponibles pour la Guadeloupe comme pour la Martinique. Les limites maximales proposées devront également être révisées si nécessaire en fonction des futures données analytiques recueillies. Cette proposition modifie la contrainte des arrêtés préfectoraux de 2003 cités précédemment dans la mesure où la limite maximale proposée est supérieure au seuil appliqué actuellement dans les contrôles (limite de quantification, le plus souvent et selon les analyses de 5, 10 ou 20 µg/kg) et où elle oriente la surveillance de la contamination vers les aliments les plus contributeurs.

Pour les autres aliments contributeurs plus occasionnels de chlordécone, nous avons proposé une limite basée sur l'exposition aiguë de 200 µg/kg poids frais qui permettrait d'éviter des dépassements accidentels de la valeur toxicologique de référence aiguë pour les adultes comme pour les enfants et enfants en bas âge. Cette limite concerne les poissons et crustacés, les cannes à sucre, les ananas.

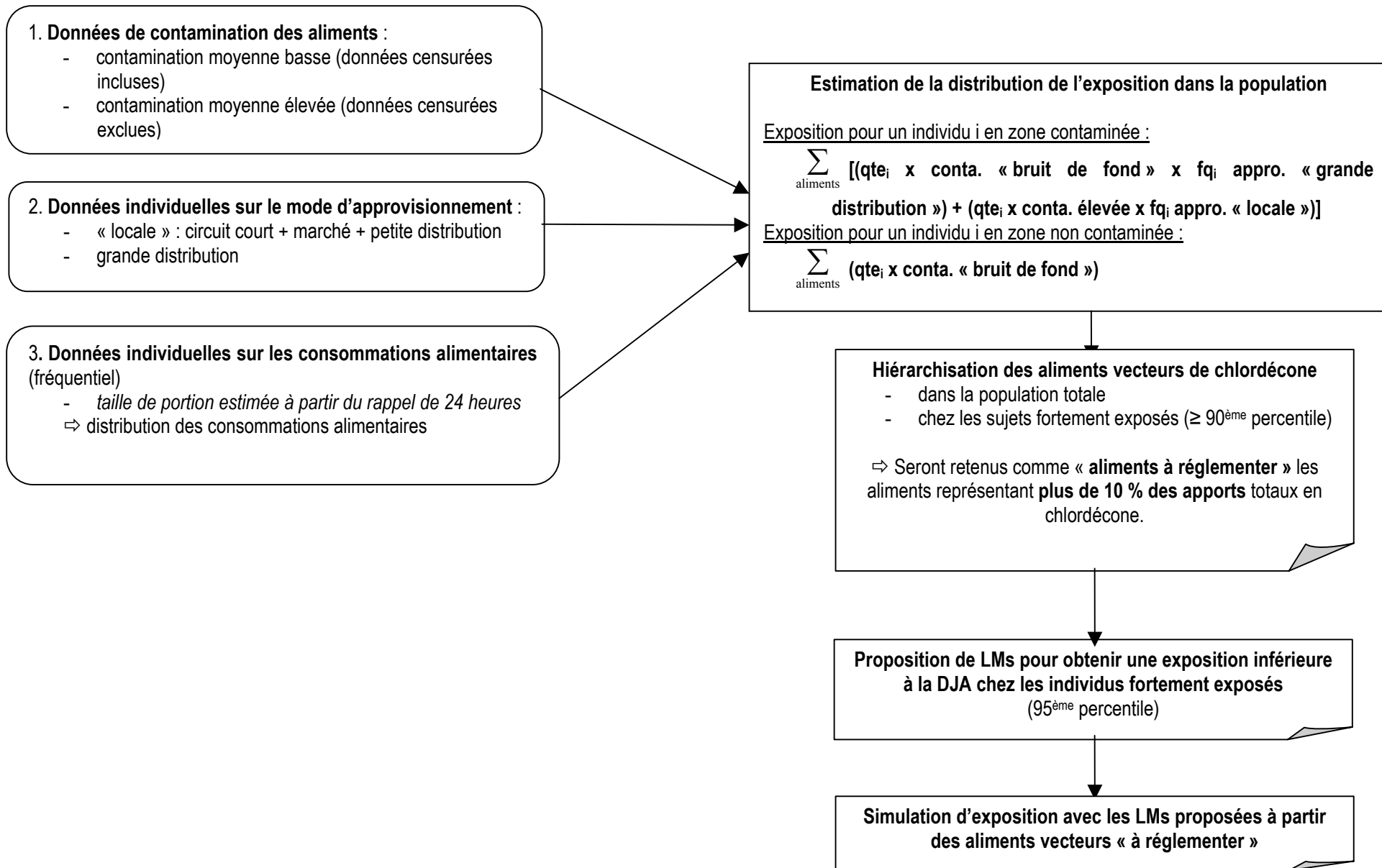
Nous avons également montré que **la fixation de limites maximales pour les aliments commercialisés n'est pas suffisante pour protéger la population des consommateurs de légumes racines cultivés dans les jardins ou exploitations agricoles et consommés directement par les populations sans commercialisation (autoconsommation)**. En effet, l'étude ESCAL de la CIRE a démontré que ces pratiques pouvaient être régulières en milieu rural et en particulier dans la zone contaminée du nord-est de la Martinique. Pour cette population ainsi que pour la population rurale de Guadeloupe résidant sur des sols contaminés et dont l'exposition reste encore mal connue, nous proposons **d'évaluer de façon plus approfondie l'exposition réelle en tenant compte de l'ensemble des facteurs pouvant la déterminer : niveau de contamination des sols, épiluchage et préparation des dachines et autres légumes racines, mode de cuisson...etc**. Cette préconisation avait déjà été faite par la mission d'inspection générale interministérielle dans son rapport d'avril 2005. **En attendant les résultats d'une étude plus approfondie à ce sujet, nous préconisons provisoirement, pour les familles exploitant un jardin sur un sol contaminé de limiter leur consommation de dachine et patate douce provenant du jardin à deux fois par semaine environ (pour une portion moyenne de 140 g par jour pour un enfant de 18 kg de poids corporel et 210 grammes par jour pour un adulte de 73 kg)**. Les modalités d'application de cette recommandation sont sans doute difficiles à établir et nécessitent des analyses complémentaires à celles réalisées dans ce rapport.

Enfin, du fait que nous n'avons pas quantifié la contribution de l'exposition par ingestion de terre des jeunes enfants, il apparaît nécessaire de vérifier la contribution éventuelle de cette ingestion à l'exposition des jeunes enfants et selon les résultats d'envisager des conseils aux familles vivant sur les zones dont les sols sont les plus contaminés. La vérification de l'absence ou du caractère négligeable d'autres voies d'exposition serait souhaitable. Cette mission sortant des prérogatives de l'Afssa, l'appui scientifique d'une autre agence sanitaire (InVS, Afsse) serait préférable sur ces sujets.

Il reste à réaliser un travail identique pour la Guadeloupe, même si on a d'ores et déjà intégré dans l'analyse quelques données guadeloupéennes. L'étude CALBAS de la CIRE Antilles Guyane permettra de réaliser cette étude plus spécifiquement pour la Guadeloupe.

Cette étude a par ailleurs permis d'identifier les compléments d'analyse nécessaires pour préciser l'exposition et vérifier que les LMs provisoires proposées ainsi que les préconisations de consommation d'aliments racines issus des jardins sont bien adaptées. Ces futures analyses pourront être intégrées dans l'étude complémentaire coordonnée par la CIRE Antilles Guyane à laquelle les laboratoires de l'Afssa participeront (mise en œuvre coordonnée de cette nouvelle série d'analyses par le LERQAP) ainsi qu'aux plans de surveillance des aliments mis en place par les administrations.

Figure 1 - Proposition d'une démarche de fixation de LM sur la base d'une exposition chronique



6 Références bibliographiques

Afssa (2003). *Avis de l'Afssa relatif à l'évaluation des risques liés à la consommation de denrées alimentaires contaminées par le chlordécone en Martinique et en Guadeloupe*, 8 pages.

Achard R., Caron A., Nelson R., Duféal D. et Chabrier C. (mai 2004). *Étude des modalités de transfert des organochlorés du sol vers les plantes* – Rapport d'avancement.
Comité Codex sur les Additifs et les Contaminants (CCFAC) (2004). Rapport de la 36^{ème} session, Rotterdam, mars.

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.

FAO/OMS (2000). *Rapport de la consultation mixte FAO/OMS sur la méthodologie d'évaluation de l'exposition aux contaminants et aux toxines alimentaires*, juin, Genève.

FDA (2001). Fish and Fisheries Products Hazards and Controls Guidance: *Third Edition* Center for Food Safety & Applied Nutrition, June.

GEMS/Food-WHO (1995). Reliable Evaluation of Low-Level Contamination of Food, Workshop in the frame of GEMS/Food EURO, Kulmbach, Germany, 26-27 May, Geneva.

GEMS/Food (1997). Guidelines for Predicting Dietary Intake of Pesticides Residues, WHO/FSF/FOS/97.7.

Godard E, Bellec S, (2002). Contamination par les produits phytosanitaires organochlorés en Martinique. Caractérisation de l'exposition des populations. Etat des lieux, proposition d'axes d'intervention, DSDS, mars.

IFREMER (2002). *Bilan ponctuel de la présence et des effets des pesticides en milieu littoral martiniquais en 2002*.

Inspection interministérielle (2005). Évaluation des actions menées en rapport avec la présence de chlordécone et autres pesticides organochlorés en Guadeloupe et en Martinique, avril.

International Programme on Chemical Safety OMS. EHC n° 43, 1984. Chlordecone.

Volatier J.-L. (coord.), (2000).- *Enquête Inca (Individuelle et Nationale sur les Consommations Alimentaires)*. Introduction de M. Hirsch, Préfaces de C. Geslain-Laneelle et R. Rochefort, Éditions Tec & Doc, 192 p. ISBN 2-7430-0426-6.

**7.1 ANNEXE 1 – NIVEAU DE CONTAMINATION EN CHLORDÉCONE
DES ALIMENTS OU GROUPES D’ALIMENTS DU FRÉQUENTIEL ESTIMÉ
À PARTIR DES DONNÉES DE CONTAMINATION DISPONIBLES**

Groupe d'aliments	Aliment fréquentiel	Données de contamination	Nbre	Moyenne « bruit de fond »		Moyenne « élevée »
				basse (si ND ou 0 : 0 si <LOQ : LOD)	haute (si ND ou 0 : LOD si <LOQ : LOQ)	
Légumes racines	dachine	oui	111	23,53	23,77	262,59
	igname	oui	143	0,35	3,50	50,00
	manioc	oui	6	26,66	30,16	80,00
	patate douce	oui	75	19,08	22,26	320,71
	chou caraïbe	oui	12	8,33	11,08	100
	pomme de terre (frite y compris)	oui	1	0,00	3,00	3,00
	betterave	oui	1	0,00	3,00	3,00
	carotte	oui	13	11,54	14,31	150,00
	toloman	non		0,00	3,00	3,00
	gingembre	oui	3	0,00	3,00	3,00
	navet	oui	8	0,00	3,38	3,38
Légumes aériens	fruit à pain	non		0,00	3,00	3,00
	maïs	non		0,00	0,00	0,00
	aubergine	oui	1	0,00	3,00	3,00
	avocat	non		0,00	0,00	0,00
	choux (vert, blanc, rouge)	oui	5	0,00	3,00	3,00
	concombre	oui	14	5,00	8,64	35,00
	courgette	non		0,00	3,00	3,00
	cristophine	oui	4	0,00	3,00	3,00
	giraumon	oui	2	0,00	3,00	3,00
	gombos	piment	1	0,00	3,00	3,00
	haricots verts	non		0,00	0,00	0,00
	laitue	oui	2	0,00	3,00	3,00
	oignon-pays	non		0,00	3,00	3,00
	poireau	non		0,00	3,00	3,00
	poivron	piment	1	0,00	3,00	3,00
	soja	non		0,00	3,00	3,00
	tomate	oui	19	1,58	4,58	30,00
Fruits aériens	ananas	oui	3	0,00	0,00	0,00
	abricot pays	non		0,00	0,00	0,00
	banane	oui	22	0,00	0,00	0,00
	banane jaune	banane	25	0,00	0,00	0,00
	canne à sucre	non		0,00	3,00	3,00
	cerise pays	non		0,00	0,00	0,00
	cerise, raisin (France)	non		0,00	0,00	0,00
	coco (eau, lait pulpe)	non		0,00	0,00	0,00
	goyave	non		0,00	0,00	0,00

Groupe d'aliments	Aliment fréquentiel	Données de contamination	Nbre	Moyenne « bruit de fond »		Moyenne « élevée »
				basse (si ND ou 0 : 0 si <LOQ : LOD)	haute (si ND ou 0 : LOD si <LOQ : LOQ)	
	mangue	non		0,00	0,00	0,00
	orange, mandarine, pamplemousse, citron	oui	10	0,00	0,00	0,00
	pastèque, melon papaye, carambole	oui (pastèque)	5	0,00	3,00	3,00
	pomme d'eau, pomme cannelle, quenette, surette, corossol	non		0,00	0,00	0,00
	pomme, poire, abricot (France)	non		0,00	0,00	0,00
	ti nain	banane	25	0,00	0,00	0,00
	jus de fruit	non		0,00	3,00	3,00
Viandes	bœuf	oui	38	0,83	1,16	2,88
	Steak haché	bœuf	38	1,77	2,47	6,14
	veau	jeune bovin mâle	16	0,43	1,13	2,14
	porc (sauf charcuterie)	oui	37	0,80	1,45	3,18
	agneau ou mouton	oui	8	2,06	2,41	4,99
	cabri	oui	2	0,17	0,50	0,50
	poulet	oui	9	1,24	1,94	8,51
	autres volailles, lapin	oui (dinde, poule)	2	0,50	1,68	1,68
	charcuterie	porc	37	1,68	3,03	6,62
	jambon (blanc, cru, bacon)	porc	37	0,26	0,48	1,05
	salaison (groin, pieds et queues de cochon)	porc	37	1,27	2,29	5,00
	boudin antillais	porc	37	0,21	0,39	0,86
	boudin noir ou blanc (France)	non		0,00	0,00	0,00
	abats	bœuf, agneau, volaille	108	1,57	2,25	7,71
Produits de la mer	poissons pélagiques	oui	16	0,69	0,71	5,50
	poissons de nasses et de filets	oui	31	0,40	0,42	3,08
	poissons salés ou fumés	non		0,00	0,03	0,03
	poissons ou crustacés d'eau douce	oui (écrevisse, tilapia)	12	63,36	63,43	75,71
	poissons ou crustacés d'élevage	oui (écrevisse, tilapia)	10	0,49	0,96	1,15
	saumon frais et fumé	non		0,00	0,03	0,03
	langouste	oui	10	7,40	7,42	18,50
	crabes	oui	5	5,45	5,84	9,07
	mollusques	non		0,00	0,03	0,03
	crevettes	non		0,00	0,03	0,03
	poissons en conserve	non		0,00	0,00	0,00
	poissons panés	non		0,00	0,03	0,03
	surimi	non		0,00	0,00	0,00
	boudins à base de poissons	non		0,00	0,03	0,03
Produits laitiers	lait cru	oui	22	1,02	1,21	4,11
	lait entier	non		0,00	0,00	0,00
	lait demi-écrémé	non		0,00	0,00	0,00

Groupe d'aliments	Aliment fréquentiel	Données de contamination	Nbre	Moyenne « bruit de fond »		Moyenne « élevée »
				basse (si ND ou 0 : 0 si <LOQ : LOD)	haute (si ND ou 0 : LOD si <LOQ : LOQ)	
	lait écrémé	non		0,00	0,00	0,00
	yaourt, fromage blanc	lait	22	0,41	0,48	1,64
	fromage	non		0,00	0,00	0,00
	beurre	non		0,00	0,00	0,00
	crème fraîche	non		0,00	0,00	0,00
Oeufs	œufs	oui	2	0,32	1,05	1,05
Matières grasses	huile	non		0,00	0,00	0,00
	margarine	non		0,00	0,00	0,00
Boissons	eau du robinet	oui	66	0,17	0,17	0,32
	eau de source	non		0,00	0,01	0,01
	eau de pluie	non		0,00	0,01	0,01
	eau du puits	non		0,00	0,01	0,01
	eau embouteillée locale	non		0,00	0,01	0,01
	eau embouteillée importée de Guadeloupe	non		0,00	0,01	0,01
	eau embouteillée importée de France	non		0,00	0,00	0,00
	glaçons à base d'eau de robinet	eau robinet	66	0,17	0,17	0,32
	glaçon d'origine industrielle	non		0,00	0,00	0,00
	café	eau robinet	66	0,17	0,17	0,30
	thé	eau robinet	66	0,17	0,17	0,30
	infusions	eau robinet	66	0,17	0,17	0,30
	sodas	non		0,00	0,00	0,00
	boissons sucrées aux fruits	non		0,00	0,00	0,00
	bière	non		0,00	0,00	0,00
autres boissons alcoolisées	non		0,00	0,00	0,00	
Produits transformés	pâtés salés, friands	non		0,00	0,00	0,00
	acras, beignets, nems, samoussas	non		0,00	0,00	0,00
	croque-monsieur	non		0,00	0,00	0,00
	pizza	non		0,00	0,00	0,00
	hamburgers	non		0,00	0,00	0,00
	frites	pomme de terre	1	0,00	3,00	3,00
	biscuits, pâtisserie, crème dessert, chocolat, glaces	non		0,00	0,00	0,00
	soupe	non		0,00	0,00	0,00

7.2 ANNEXE 2 - DONNÉES DE CONTAMINATION DES ALIMENTS POUR LA GUADELOUPE

Groupes	Aliments	Nombre total d'échantillons	Nombre d'échantillons contaminés	LOQ ¹	Contamination moyenne (ens. des échantillons)		Écart-Type (ens. des échantillons)	Contamination maximale observée		Contamination moyenne (échantillons contaminés)
					ND=0	ND = ½ LOQ		95 ^e perc.	Max	
Légumes racines (µg/kg pb)	Carotte	3	0	10	0	5	/	/	/	/
	Chou caraïbe	1	0	10	0	5	/	/	/	/
	Dachine	27	14	10	811,48	813,88	2869,63	6840	14900	1565
	Igname	15	1	10	1,33	6	3,87	/	20	20
	Patate douce	30	17	10	59,33	61,5	79,79	228	340	104,7
	Malanga	13	4	10	40	43,46	111,6	359	410	130
	Navet	2	0	10	0	5	/	/	/	/
	Cive	9	0	10	0	5	/	/	/	/
	Couscouche	2	0	10	0	5	/	/	/	/
	Gingembre	4	1	10	40	43,75	77,5	/	160	160
	Rhizome de maranta+ Dictame	5	0	10	0	5	/	/	/	/
	Manioc	4	0	10	0	5	/	/	/	/
Légumes aériens (µg/kg pb)	Concombre	8	2	10	10	13,75	19,41	/	60	40
	Tomate	6	0	10	0	5	/	/	/	/
	Piment/safran	4	0	10	0	5	/	/	/	/
	Aubergine	4	0	10	0	5	/	/	/	/
	Chou	2	0	10	0	5	/	/	/	/
	Cristophine	3	0	10	0	5	/	/	/	/
	Courgette	3	0	10	0	5	/	/	/	/
	Giraumon	1	1	10	30	30	/	/	/	/
	Poivron	1	0	10	0	5	/	/	/	/
	Laitue et autres salades	11	0	10	0	5	/	/	/	/
Fruits (µg/kg pb)	Banane	10	0	10	0	5	/	/	/	/
	Ananas	3	0	10	0	5	/	/	/	/
	Agrume	6	0	10	0	5	/	/	/	/
	Melon	3	2	10	83,33	85	/	/	160	125
Viandes (µg/kg mg)	Bovin	25	2	10 (MG)	0,39	4,54	0,91	/	5,2	4,95
	Porcin	22	0	10 (MG)	0	1,04	0,47	/	/	/
	Lapin	2	0	10 (MG)	0	0,14	/	/	/	/
	Caprin	5	0	10 (MG)	0	1,5	1,45	/	/	/
	Poulet	5	0	10 (MG)	0	0,3	0,04	/	/	/
Eau (µg/L)	Eau (usine de traitement)	113	22	0,01-0,02	0,07	/	0,059	0,35	6,3	0,36
Poissons (µg/kg pb)	Tilapia / Saint Pierre	5	0	10 (MG)	0	0,05	/	/	/	/
Crustacés (µg/kg pb)	Ecrevisse	20	6	10 (MG)	0,18	0,2	0,38	1,34	1,54	0,59
Œufs (µg/kg mg)	Oeuf	7	0	10 (MG)	0	0,48	/	/	/	/

Nb éch. total 384

Nb éch. sans l'eau 271