

*Santé environnement*

# Impact sanitaire de l'utilisation du chlordécone aux Antilles françaises

Recommandations pour les recherches  
et les actions de santé publique

**Synthèse – Octobre 2009**

Document soumis à concertation

**Inserm**



Institut national  
de la santé et de la recherche médicale



INSTITUT  
DE VEILLE SANITAIRE

# Sommaire

Abréviations	2
Résumé	3
<b>1. Définition du problème : le chlordécone et les pesticides aux Antilles françaises, une problématique de santé publique</b>	<b>7</b>
1.1 Introduction	7
1.2 Mandat du Conseil scientifique	7
1.3 Composition et méthode de travail du Conseil scientifique	8
1.4 Problématique	8
1.5 Nécessité d'une approche globale et intégrée	9
<b>2. Dangers connus ou suspectés du chlordécone</b>	<b>11</b>
2.1 Dangers connus ou suspectés	11
2.2 Incertitudes	11
<b>3. Valeurs toxicologiques de référence à retenir</b>	<b>13</b>
<b>4. Expositions et groupes à risque élevé</b>	<b>14</b>
4.1 Niveaux d'exposition humaine actuels et passés au chlordécone	14
4.1.1 Populations cibles et sources d'exposition	14
4.1.2 Niveaux d'imprégnation biologique	15
4.1.3 Apport de chlordécone par voie alimentaire	16
4.2 Incertitudes	17
<b>5. Niveau de risque encouru par les populations antillaises</b>	<b>18</b>
5.1 Risques	18
5.2 Groupes à risque élevé	18
5.3 Incertitudes	19
<b>6. Recommandations</b>	<b>20</b>
6.1 Recherche étiologique	20
6.2 Suivi de l'état de santé et des expositions	21
6.3 Appui à la prévention	22
<b>7. Priorités</b>	<b>26</b>

# Impact sanitaire de l'utilisation du chlordécone aux Antilles françaises

## Recommandations pour les recherches et les actions de santé publique

### Synthèse – Octobre 2009

Document soumis à concertation

Cette synthèse a été construite à partir des éléments d'analyse scientifique rassemblés dans le rapport principal du Conseil scientifique. Elle en extrait les faits les plus significatifs du point de vue de la santé de la population et s'efforce de les présenter sous une forme accessible pour l'ensemble des acteurs concernés par ce problème (chapitres 1 à 5). Elle expose les recommandations qui nous ont été demandées dans le cadre du mandat qui nous a été confié (chapitre 6).

#### Remerciements

Le Conseil scientifique tient à remercier toutes les personnes rencontrées ou auditionnées pour leur disponibilité et les informations apportées.

Il exprime aussi sa reconnaissance à la Cire Antilles-Guyane et tout particulièrement à Alain Blateau ainsi qu'à Laurence Guldner du Département santé environnement (DSE) de l'Institut de veille sanitaire (InVS) qui ont accompagné les travaux du Conseil et lui ont fourni des données importantes.

Il remercie également Nathalie Bonvallot (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail), Frédéric Dor, Cécile Kairo, Florence Coignard (InVS-DSE) et Eric Godard (ministère de la Santé et des Sports) pour leur contribution significative.

# Abréviations

<b>Afssa</b>	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
<b>Afsset</b>	Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail
<b>ANR</b>	Agence nationale de la recherche
<b>ATSDR</b>	Agency for Toxic Substances and Diseases Registry
<b>Calbas</b>	Comportements alimentaires dans le sud de la Basse-Terre en Guadeloupe (étude sur)
<b>Cire</b>	Cellule interrégionale d'épidémiologie
<b>CS</b>	Conseil scientifique
<b>CSP</b>	Catégorie socioprofessionnelle
<b>Elfe</b>	Étude longitudinale française depuis l'enfance
<b>Escal</b>	Enquête sur la santé et les comportements alimentaires
<b>GEP</b>	Groupe d'études et de prospective
<b>Inpes</b>	Institut national de prévention et d'éducation pour la santé
<b>Inra</b>	Institut national de la recherche agronomique
<b>Inserm</b>	Institut national de la santé et de la recherche médicale
<b>InVS</b>	Institut de veille sanitaire
<b>Irset</b>	Institut de recherche en santé, environnement et travail
<b>Jafa</b>	Jardins familiaux
<b>Lipoprotéines LDL et VHDL</b>	Low Density Lipoprotein et Very High Density Lipoprotein
<b>LMR</b>	Limites maximales de résidus
<b>OPESCT</b>	Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et techniques
<b>PB-PK</b>	Physiologically-Based Pharmacokinetic
<b>PCB</b>	Polychlorobiphényles
<b>PNNS</b>	Programme national nutrition santé
<b>Remalan</b>	Registre des malformations congénitales aux Antilles
<b>Reso</b>	Résidus organochlorés dans les aliments (étude sur)
<b>US-EPA</b>	United States – Environmental Protection Agency
<b>VTR</b>	Valeurs toxicologiques de référence

La Martinique et les îles principales de l'archipel de la Guadeloupe, Grande-Terre et Basse-Terre subissent encore aujourd'hui une pollution de l'environnement par le chlordécone, un insecticide organochloré employé de 1973 jusqu'en 1993 pour lutter contre le charançon du bananier. La persistance du chlordécone dans les sols consacrés à la culture de la banane, sa présence dans les eaux de rivières et les sédiments, la contamination de certaines espèces de la faune sauvage et de la chaîne alimentaire soulèvent des inquiétudes sanitaires car c'est une substance dont la toxicité est avérée.

Le Conseil scientifique (CS) a analysé les connaissances scientifiques et médicales disponibles, modélisé la situation, mené des évaluations complémentaires et rencontré de nombreux acteurs. Il livre ici ses conclusions et ses recommandations en soulignant que si les risques liés à l'exposition au chlordécone ne sont pas parmi les principaux problèmes de santé qui affectent les Antillais, ils n'en constituent pas moins un enjeu important qui doit être traité sérieusement et sur une durée prévisible de plusieurs dizaines d'années.

## 1. LE PROFIL TOXICOLOGIQUE DU CHLORDÉCONE RELATIVEMENT CERNÉ

L'exposition humaine au chlordécone, professionnelle et environnementale, provoquée par la fabrication du Kepone dans une usine de Virginie (Hopewell, États-Unis), a suscité de nombreux travaux de recherche sur les dangers et les risques liés à cette substance. Le chlordécone a une toxicité neurologique et reproductive chez l'Homme et l'Animal. Il possède des propriétés hormonales (notamment oestrogéniques) et il est considéré comme un perturbateur endocrinien. Les conséquences sanitaires de ces propriétés hormonales ne sont pas connues.

Il existe des arguments scientifiques pour considérer que certains groupes de population sont plus vulnérables : les femmes enceintes pour les effets sur le développement embryonnaire et fœtal ; les nourrissons et jeunes enfants pour les effets neurocomportementaux ; les porteurs de certains variants fonctionnels de l'enzyme qui métabolise le chlordécone chez l'Homme...

Le CS a retenu une valeur toxicologique de référence (VTR) fondée sur une approche comportant un seuil d'effet en prenant en compte l'effet toxique connu survenant pour la plus petite dose connue. Cette valeur, de 0,5 µg/kg.j (correspondant à la toxicité rénale chez le rongeur), a été retenue par les agences d'expertise françaises et américaines.

## 2. UNE PART NON NÉGLIGEABLE DE LA POPULATION ACTUELLEMENT À UN NIVEAU ÉLEVÉ D'EXPOSITION

Les populations antillaises ont un niveau de contact avec le chlordécone qui n'est pas anecdotique. Chez les Guadeloupéens, les concentrations moyennes dans le sang sont très inférieures à celles ayant entraîné des troubles de santé chez les employés de l'usine d'Hopewell. La population exposée au-delà de la VTR du fait de ses habitudes alimentaires

représente 1,3 % de la population de la Guadeloupe qui vit dans la zone regroupant les parcelles de sol contaminé (zone dite "contaminée" située sur la Basse-Terre) et 1,9 % de la population de Martinique vivant dans la zone regroupant les parcelles de sol contaminé (zone dite "contaminée"). L'exposition au chlordécone est plus importante chez les enfants que chez les adultes (surtout chez les 3 à 5 ans).

Pour maîtriser cette situation au plan sanitaire, il faudra mettre en œuvre un ambitieux programme de recherches pour combler les lacunes en termes de connaissances et d'outils d'évaluation, mais aussi, se préparer à agir de façon durable et prolongée. Compte tenu de la persistance du chlordécone dans les sols, de ses propriétés toxiques et des niveaux d'exposition actuellement estimés, le CS estime qu'il faudra poursuivre pendant une période qui sera vraisemblablement très longue, des actions visant à réduire la quantité de chlordécone ingérée par les Antillais, chez les enfants en priorité, notamment ceux habitant la zone dite "contaminée" et qui disposent d'un jardin familial et cela, avant même de connaître le résultat des recherches en cours.

## 3. RECOMMANDATIONS POUR LA RECHERCHE

### 3.1 Un programme de recherches fondamentales et appliquées est nécessaire

Dans ses recommandations scientifiques, le Conseil a privilégié les questions non encore prises en compte et pour lesquelles il existe des signaux d'un danger possible. Il a aussi considéré que la situation créée aux Antilles par l'usage du chlordécone offre la possibilité d'améliorer les connaissances générales sur les conséquences de l'exposition aux polluants persistants. Si les connaissances sur la toxicité du chlordécone sont quantitativement plus importantes que pour de nombreuses autres substances chimiques, elles résultent, en grande partie, de travaux maintenant anciens qui méritent d'être complétés ou actualisés.

#### Recommandation 1 – Développer la recherche toxicologique

Il est nécessaire de hiérarchiser la multitude des mécanismes toxiques qui ont été rapportés et de vérifier leur transposition possible chez l'Homme, d'investiguer les mécanismes toxicologiques pouvant entraîner des effets à long terme, d'explorer les effets à faible dose et de se préoccuper de cibles toxiques potentielles non prises en compte jusqu'à ce jour.

#### Recommandation 2 – Poursuivre et renforcer la recherche épidémiologique

Les études épidémiologiques portant sur le chlordécone ont été restreintes dans le passé à celles consécutives à l'exposition industrielle de Hopewell. Il faut désormais :

- compléter les études en cours menées par l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) (cas-témoins Karuprostata et cohorte mère-enfant Timoun) sur d'autres agents de l'environnement (métaux lourds et pesticides organophosphorés, notamment) pouvant agir en synergie avec le chlordécone ;

- explorer le lien entre le chlordécone et le cancer du sein chez la femme et le cancer du foie et les myélomes multiples dans les deux sexes. Pour les cancers prostatiques, s'il convient d'attendre les résultats complets de l'étude Karuprostate en Guadeloupe, la faisabilité d'une étude comparative avec les Antillais résidant en métropole mériterait d'être explorée tout comme celle d'études similaires ou complémentaires en Martinique;
- étudier les pathologies neurodégénératives, en particulier les syndromes parkinsoniens, autant en Martinique qu'en Guadeloupe;
- développer des études portant sur la fonction de reproduction. Ces études devront tenir compte des résultats de la cohorte mère-enfant Timoun tout comme des premières observations issues du Registre des malformations congénitales des Antilles (Remalan) mis en place au début 2009.

Chez l'enfant, il convient d'attendre les résultats complets de Timoun pour définir les questions de recherche qui resteraient en suspens.

### 3.2 Le suivi de l'état de santé et des expositions doit être organisé sur le long terme

Si on dispose d'indications générales sur les niveaux d'exposition actuels et leur distribution, il manque des informations sur des groupes susceptibles d'être ou d'avoir été particulièrement exposés. C'est, notamment, le cas des expositions passées des travailleurs des bananeraies. De plus, il est nécessaire de penser à un dispositif qui permettra de suivre l'évolution des niveaux d'exposition car il s'agit du critère principal pour juger de l'efficacité des actions de prévention. Enfin, il est nécessaire de réfléchir à un dispositif pour surveiller l'état de santé de la population antillaise sur le long terme.

#### Recommandation 3 – Améliorer la connaissance des expositions pour évaluer les risques auprès de populations spécifiques

Une enquête pour connaître les scénarios d'exposition les plus plausibles et les plus fréquents est nécessaire. Les populations prioritaires pour la connaissance des niveaux d'exposition sont :

- les femmes enceintes et allaitantes;
- les pêcheurs et leur famille;
- les personnes ayant été exposées professionnellement au chlordécone et leur famille (pour cette population particulière, l'évaluation de l'exposition se fera dans le cadre de la recommandation n°5).

Les autres pesticides devraient aussi être concernés, et ceci d'autant plus que les expositions aux divers produits phytosanitaires ont pu être simultanées.

#### Recommandation 4 – Réaliser tous les cinq ans une étude d'imprégnation au chlordécone dans la population générale et dans des groupes cibles particuliers

Des dosages de chlordécone dans le sang, répétés à intervalles de temps réguliers sur des échantillons de personnes, permettraient de connaître les niveaux d'imprégnation actuels de la population et d'observer leur évolution au cours du temps, ce qui permettrait de :

- fournir une "photographie" de l'imprégnation biologique, permettant de cibler les populations les plus exposées, notamment les autoconsommateurs vivant en zone dite "contaminée" ou les anciens travailleurs des bananeraies;

- disposer d'un état de référence de la population permettant d'évaluer ultérieurement l'efficacité des mesures de réduction de l'exposition;
- valider les scénarios évoqués dans la recommandation n°3.

Ces enquêtes de prévalence de l'imprégnation doivent aussi concerner les autres produits phytosanitaires utilisés aux Antilles et pourront s'intégrer dans la stratégie nationale de biosurveillance actuellement développée en France.

#### Recommandation 5 – Mieux connaître les conséquences sanitaires de l'exposition au chlordécone chez les travailleurs exposés

Comme l'indique le plan chlordécone, il est nécessaire de mieux connaître les conséquences sanitaires de l'exposition au chlordécone chez les travailleurs exposés. Et pour cela, on doit :

- reconstituer de la façon la plus exhaustive possible la cohorte des travailleurs de la banane qui étaient en activité lors de la période d'utilisation du chlordécone (1973-1993);
- suivre cette population de travailleurs, toujours en activité ou retraités, pour surveiller la décroissance des niveaux d'imprégnation au chlordécone au cours du temps;
- mener des études et des actions de surveillance et de prévention auprès de cette population.

Une étude de faisabilité devra être réalisée pour apprécier la possibilité de recenser auprès de diverses sources la population de travailleurs concernée, accompagnée d'une réflexion sur les actions à mener auprès de leur famille et les modalités de suivi rétrospectif et prospectif de cette population.

#### Recommandation 6 – Améliorer le suivi à long terme de l'état de santé de la population antillaise et tout particulièrement les enfants

De façon générale, le CS recommande que tous les dispositifs de surveillance épidémiologique en population générale menés en métropole comportent systématiquement une extension et si nécessaire une adaptation antillaise.

Il faut mettre en place un dispositif permanent et pérenne qui permettra de répondre aux questions qui se posent actuellement et qui servira de support, et à celles qui se poseront inévitablement dans un futur plus ou moins proche. Cette surveillance doit porter sur les problèmes de santé possiblement liés à l'exposition au chlordécone et aux autres pesticides, mais doit aussi inclure les problématiques concernées par les actions de prévention, notamment les risques métaboliques (obésité, diabète) et les comportements alimentaires.

À ce titre, le CS se félicite de la mise en place ou du développement des registres de cancers et de malformations congénitales sur les deux îles ainsi que du projet de développer un Centre de toxicovigilance antillais, et recommande que ces dispositifs soient pérennisés.

Une extension de la surveillance doit prioritairement viser la santé des enfants. Il s'agira de surveiller les évolutions de leur état de santé et de faciliter des études à visée étiologique. Plusieurs opportunités existent pour bâtir cette surveillance : la cohorte Timoun qui pourrait être étendue et prolongée; la cohorte Elfe qui se monte en métropole (avec, s'il y a lieu, une adaptation de ses objectifs au contexte antillais).

## 4. RECOMMANDATIONS POUR LA SANTÉ PUBLIQUE

### 4.1 La prévention ne doit pas entraîner d'effets indésirables

La prévention doit viser à réduire et à maintenir les niveaux d'exposition de la population à des valeurs basses. Cet objectif doit être atteint sans provoquer des modifications de comportements alimentaires qui favoriseraient des maladies chroniques liées au surpoids et à la consommation de sucre, de sel et de gras en excès. Il ne faut pas détourner la population de la consommation de légumes que l'on peut obtenir à bas coût par des cultures locales.

#### Recommandation 7 – Renforcer et étendre le programme Jafa

Le CS considère que le programme Jafa (jardins familiaux), par ses objectifs et ses modalités d'intervention, est particulièrement pertinent et bien construit. Le point de départ de l'action est la connaissance des niveaux de contamination des sols croisée avec la cartographie de l'habitat. Cependant, certaines personnes qui n'habitent pas dans des zones dites "contaminées" s'inquiètent de leur exposition au chlordécone. Il est légitime d'offrir une réponse à cette inquiétude. Le programme Jafa, dans son volet de diagnostic de la situation, pourrait constituer une réponse à cette demande en intégrant les principes mis en œuvre dans le Programme national nutrition santé (PNNS).

Par ailleurs, des actions spécifiques visant à diminuer les expositions aux pesticides des femmes enceintes et des jeunes enfants doivent être initiées pour leur apporter des informations particulières et des outils de suivi des expositions en lien avec les médecins généralistes, les obstétriciens, les pédiatres et les sages-femmes.

#### Recommandation 8 – Envisager une approche spatialisée du risque

Considérant :

- la forte méfiance vis-à-vis de l'effectivité des contrôles de qualité des aliments ;
- le déficit important de capacité locale de mesurage du chlordécone dans les matrices alimentaires ;
- la confusion créée par le fait qu'entre 2004 et 2008, trois limites maximales de résidus (LMR) différentes ont été édictées pour les mêmes produits ;
- le rôle crucial de la qualité des informations délivrées à la population pour le succès de la prévention.

Le CS recommande que soit mise à l'étude, par un groupe de travail dédié, la possibilité que le contrôle de qualité s'exerce non seulement au niveau des aliments, mais aussi au niveau géographique sur les parcelles cultivées (en complément des obligations actuelles d'autocontrôle). Cela aurait l'avantage d'être un outil de contrôle moins onéreux, et de regagner la confiance puisque ce contrôle pourrait être fait par les services publics, mais aussi par les citoyens et les associations.

Plusieurs conditions sont nécessaires pour qu'une gestion spatiale des expositions puisse se mettre en place :

- une connaissance fiable et précise des sols contaminés par le chlordécone ;
- une connaissance des facteurs influençant les transferts sol-plante ;
- l'élaboration d'un système d'alerte simple qualifiant les sols où certaines cultures sont interdites totalement, partiellement ou sans restriction.

#### Recommandation 9 – Aucune action nouvelle de dépistage n'est justifiée

Trois maladies font l'objet de demandes de mise en place d'un dépistage systématique par des parties prenantes : le cancer de la prostate, les syndromes parkinsoniens et la puberté précoce. Sans nier la pertinence de cette préoccupation, le CS considère que les conditions ne sont pas réunies pour qu'une telle action procure des avantages supérieurs aux inconvénients. Il ne recommande donc pas d'organiser de campagnes de dépistage en lien avec la question du chlordécone dans le contexte scientifique et médical actuel.

### 4.2 Mobiliser autour des actions de prévention et les évaluer

#### Recommandation 10 – Favoriser une dynamique sociale favorable à la prévention

Les caractéristiques de la situation et sa durée prévisible nécessitent d'organiser la prévention sur la base d'une mobilisation durable des autorités publiques, des acteurs économiques, des professionnels de la santé, de l'éducation, de l'information et de la population elle-même au travers, notamment, de ses relais associatifs.

Cette mobilisation requiert une information partagée et accessible en toute transparence dans un système d'information géographique agrégeant toutes les données disponibles en les ramenant, quand cela est possible, à une base géographique définie et aussi détaillée que possible. Ce système devrait servir de base à la gestion spatialisée et cartographiée que le CS recommande de mettre à l'étude (recommandation 8).

Un autre élément clé de la mobilisation sociale est l'implication des professionnels de santé. Un dispositif spécifique leur donnant accès aux éléments scientifiques de ce dossier doit être régulièrement mis à jour, en particulier grâce à un site Internet dédié en lien avec celui de l'observatoire des résidus de pesticides.

Il serait également utile de former des "conseillers chlordécone" sur les deux îles auxquels les praticiens pourraient s'adresser en cas de besoin et qui actualiseraient leurs connaissances au fur et à mesure des publications sur le sujet.

#### Recommandation 11 – Évaluer le plan chlordécone

Le CS recommande que le plan chlordécone fasse l'objet d'une évaluation formelle, notamment grâce aux outils faisant l'objet des recommandations 3, 4 et 6.

## 5. NÉCESSITÉ DE RENFORCER L'INFRASTRUCTURE SCIENTIFIQUE DES ANTILLES FRANÇAISES

La pollution par le chlordécone a déjà donné lieu à un important effort scientifique. Mais le niveau de l'exposition, les inquiétudes qui se sont exprimées et les incertitudes persistantes qui empêchent de donner des réponses claires aux questions légitimes de la population justifient que cet effort soit poursuivi dans la durée. Ceci suppose que les Antilles disposent d'une infrastructure scientifique pérenne à la hauteur de ces enjeux.

## **Recommandation 12 – Donner à la recherche une organisation pérenne**

Les études recommandées devraient faire l'objet d'un programme spécifique coordonné, doté d'un CS, en complément des mécanismes habituels d'évaluation des projets préalables à leur financement par les organismes comme l'Agence nationale de la recherche (ANR). Le CS suggère que pour fournir une base stable à ce programme, en particulier sur les aspects épidémiologiques, soit mise à l'étude la création d'une structure associant des chercheurs provenant de l'Inserm, de l'Institut de veille sanitaire (InVS) et de l'Université des Antilles et de la Guyane, et permettant la mise en place d'études portant sur les risques sanitaires entraînés par des expositions environnementales et professionnelles. Une telle structure pourrait être intégrée à l'Institut de recherche en santé, environnement et travail (Irset), en cours de constitution.

## **6. EN CONCLUSION : DEUX PRIORITÉS STRUCTURANTES**

Le CS souhaite en conclusion souligner qu'il s'est efforcé de retenir des propositions importantes pour améliorer l'état de santé des

populations antillaises et justifiées par le manque de connaissances scientifiques. Par conséquent, elles ont toutes leur importance. Cependant, elles ne pourront pas être mises en œuvre simultanément, car il sera nécessaire de mobiliser des budgets et compléter les compétences actuellement disponibles sur place.

C'est pourquoi le CS, pour terminer, met l'accent sur les propositions qui lui semblent structurantes en termes de développement scientifique, dans l'optique d'offrir aux populations des réponses aux questions légitimes qu'elles se posent sur les menaces qui pèsent sur leur santé en raison de leur exposition au chlordécone.

De ce point de vue, deux recommandations prennent une place première :

- la mise en place d'un suivi à long terme de l'état de santé des enfants antillais ;
- la réalisation périodique d'études d'imprégnation au chlordécone.

Telles sont les analyses qui ressortent de nos travaux et que nous proposons maintenant de débattre avec les scientifiques et les acteurs locaux.

# 1. Définition du problème : le chlordécone et les pesticides aux Antilles françaises, une problématique de santé publique

## 1.1 INTRODUCTION

La Martinique et les îles principales de l'archipel de la Guadeloupe, Grande-Terre et Basse-Terre subissent encore aujourd'hui une pollution de l'environnement par le chlordécone<sup>1</sup>, un insecticide organochloré employé de 1973 jusqu'en 1993 aux Antilles pour lutter contre le charançon du bananier. La persistance du chlordécone dans les sols consacrés à la culture de la banane, sa présence dans les eaux de rivières et les sédiments, et la contamination de certaines espèces de la faune sauvage et de la chaîne alimentaire soulèvent des inquiétudes sanitaires, car c'est une substance dont la toxicité est avérée.

Comme le soulignent fort justement les deux parlementaires, Jean-Yves Le Déaut et Catherine Procaccia, qui ont dirigé la rédaction du récent rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et techniques (OPECST), sur les pesticides aux Antilles, la pollution par le chlordécone n'est pas une spécificité des Antilles françaises. En effet, le chlordécone utilisé aux Antilles ne représenterait qu'une fraction de la production totale de l'insecticide au niveau mondial.

Dès 1975, le chlordécone a entraîné une crise aussi bien sociale que politique à Hopewell (Virginie, États-Unis) où se trouvait l'usine fabriquant le Kepone, insecticide à base de chlordécone. Des effets sur la santé des travailleurs de l'exposition professionnelle au chlordécone y furent identifiés. Cette crise a eu des effets sur la construction des délits environnementaux et la responsabilité des entreprises ; elle a conduit à la réalisation de nombreuses études scientifiques sur les effets du chlordécone ; elle a abouti à l'interdiction du chlordécone aux États-Unis en 1976 et, plus généralement, au renforcement de la réglementation de l'utilisation des produits phytosanitaires.

L'utilisation du chlordécone a continué dans d'autres parties du monde et en particulier aux Antilles françaises. La Guadeloupe et la Martinique sont les seuls lieux où la question des conséquences sanitaires de l'exposition au chlordécone a été soulevée au cours de ces dernières années et où elle a pris la dimension d'une crise.

Sur ces deux îles où vit un total d'environ 800 000 personnes, la superficie de terres potentiellement contaminées est de l'ordre de 20 000 à 30 000 hectares, essentiellement des bananeraies dont certaines ont été rendues à la culture vivrière. Les produits contaminés sont aussi bien des produits animaux que végétaux qui peuvent être des produits commercialisés, mais qui peuvent également être diffusés au travers de circuits informels (don, échange) ou faire l'objet d'une consommation dans le strict cadre familial.

La distribution de la contamination dépend certes des anciens lieux de culture de la banane, mais elle correspond aussi à une organisation sociale. À cet égard, les situations guadeloupéennes et martiniquaises sont en partie différentes :

- en Guadeloupe, les zones de cultures bananières sont relativement circonscrites et relativement constantes dans le temps. En conséquence, les terres anciennement bananières sont regroupées sur quelques communes et plutôt bien identifiées ;

- en Martinique, les zones de cultures bananières sont plus étendues et ont occupé plus d'espace, parfois pour des durées assez courtes. En conséquence, les terres cultivées potentiellement contaminées sont plus étendues et la proportion de cultures vivrières concernée est plus importante.

Cette histoire agricole – elle-même dépendante de facteurs aussi différents que la pédologie ou les fluctuations du marché de la banane – pèse sur les pollutions actuelles et la construction des risques associés. L'engagement des élus sur ces questions, les formes de mobilisation sociale, les connaissances scientifiques produites sont différents sur chaque île. En dépit de ces différences, nous restituons ici un regard global sur les problèmes à traiter dans les deux territoires et les deux populations, car les types de dangers et les formes d'actions à mettre en œuvre sont les mêmes.

## 1.2 MANDAT DU CONSEIL SCIENTIFIQUE

L'action 16 du plan d'action chlordécone en Martinique et en Guadeloupe 2008-2010 prévoit **d'installer un comité scientifique international pour proposer des recherches complémentaires et le renforcement de la veille sanitaire et de la surveillance de l'impact sanitaire des pesticides.**

La lettre de mission qui crée ce CS précise qu'il doit formuler des recommandations concernant :

- 1) les recherches complémentaires à celles déjà mises en œuvre pour améliorer la connaissance de l'impact sanitaire du chlordécone dans la population générale et les travailleurs ;
- 2) les dispositifs complémentaires à ceux déjà mis en œuvre pour surveiller les conséquences sanitaires de l'utilisation du chlordécone sur la population antillaise, y compris les travailleurs ;
- 3) les actions de santé publique pour prévenir les conséquences sanitaires susceptibles d'être entraînées par l'exposition passée ou actuelle au chlordécone ;
- 4) les modalités d'évaluation de ces actions.

Par rapport à la formulation de l'action 16, la lettre de mission semble élargir le champ du travail puisqu'elle fait référence aux actions de santé publique, alors que le texte du plan d'action n'évoque que la recherche et la surveillance. En réalité, cet élargissement n'est qu'apparent. Il est en effet impossible de discuter le renforcement des dispositifs de surveillance si l'on n'a pas une vision claire des risques sanitaires et de l'efficacité des actions de prévention à mettre en œuvre.

Le mandat du CS est donc de rassembler les connaissances permettant d'apprécier la nature et l'importance de l'impact sanitaire du chlordécone. Si ces connaissances existent, il s'agira de guider les actions de prévention des effets des expositions passées ou actuelles. Si les connaissances sont insuffisantes, il faudra proposer des recherches complémentaires. Dans tous les cas, il conviendra de s'interroger sur les outils permettant de surveiller l'état de santé de la population, et sur les outils de suivi et d'évaluation des actions entreprises.

<sup>1</sup> En cohérence avec la majorité des auteurs ayant travaillé sur cette question, nous considérons dans ce rapport que chlordécone est un nom masculin.

Plusieurs travaux ont déjà été consacrés à la genèse de ce problème et à ses aspects historiques et économiques. Sans nier l'importance de ces considérations qui peuvent déterminer ce qui est souhaitable, tolérable et faisable pour protéger la santé des populations antillaises exposées au chlordécone, le CS a privilégié une vision résolument prospective. Son rôle n'est pas de juger ce qui a déterminé l'ensemble des facteurs ayant contribué à cette situation. En revanche, il est de préparer les autorités, les acteurs économiques et la population à faire face à une menace sanitaire inhabituellement longue puisqu'elle pourrait concerner des dizaines de générations.

### 1.3 COMPOSITION ET MÉTHODE DE TRAVAIL DU CONSEIL SCIENTIFIQUE

Le comité scientifique a regroupé des experts venus d'institutions et d'horizons différents, toxicologue, épidémiologistes, sociologue, spécialisés dans les polluants organiques persistants, les cancers, les maladies neurologiques ou en santé environnementale :

- William Dab, Conservatoire national des arts et métiers, Paris (président du CS);
- Martine Ledrans, InVS (secrétaire scientifique), Cire Antilles-Guyane, Fort-de-France;
- Sylvie Ledoux, Inserm (secrétaire scientifique) jusqu'en novembre 2008, Paris;
- Robert Barouki, Université Paris Descartes, Inserm-U747, Paris;
- Eric Dewailly, Université de Laval, Québec;
- Daniel Eilstein, InVS, Département santé environnement, Saint-Maurice;
- Alexis Elbaz, Inserm-U708, Paris;
- Pascal Guénel, Inserm-U754, Villejuif;
- Donna Mergler, Université du Québec, Montréal;
- Luc Multigner, Inserm-U625, Pointe-à-Pitre;
- Agnès Rogel, InVS, Département des maladies chroniques et traumatismes, Saint-Maurice;
- Didier Torny, Institut national de la recherche agronomique (Inra)-équipe RiTME, Ivry.

Les membres du Conseil ont reçu une lettre de mandat de la part des directeurs généraux de l'InVS et de l'Inserm. Le travail du CS initié en mars 2008 s'est appuyé :

- sur l'expertise de ses membres;
- sur des auditions ou des contributions de spécialistes :
  - le Dr Annie Lannuzel, chef du Service de neurologie au Centre hospitalier universitaire de Pointe-à-Pitre a été entendue sur le sujet des formes atypiques de syndromes parkinsoniens en Guadeloupe et de leur étiologie,
  - des scientifiques du Département santé environnement de l'InVS (Laurence Guldner, Florence Coignard et Frédéric Dor), de la Cire Antilles-Guyane (Alain Bateau et Philippe Quénel), de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) (Fanny Héraud), du Département santé, environnement, travail de l'École des hautes études en santé publique (Nathalie Bonvallot) et de la Direction générale de la santé (Isabelle de Guido), ainsi qu'Eric Godard, chargé de mission interministériel du plan chlordécone, qui ont soutenu activement les travaux du CS,
  - William Dab a rencontré le Pr Belpomme, auteur d'un rapport sur le sujet;
- sur une mission aux Antilles qui a eu lieu du 27 au 31 octobre 2008 au cours de laquelle le CS a rencontré de nombreux acteurs locaux

aux Antilles, les a écoutés et a communiqué sur ses missions, sa compréhension du dossier et son agenda de travail;

- sur un travail de recherche bibliographique et de synthèse réalisé autour de huit problématiques clés, chacune traitée par un sous-groupe animé par un des membres du CS :
  1. Quels sont les dangers connus ou suspectés et leurs mécanismes ?
  2. Quelles sont les expositions passées, actuelles et futures ; quels sont les groupes à risque élevé ?
  3. Quelles valeurs toxicologiques de référence (VTR) peut-on retenir ?
  4. Quel est le niveau des risques sanitaires encourus ?
  5. Quels sont les éléments à considérer pour mettre en place une surveillance sanitaire ?
  6. Quels sont les outils de prévention disponibles et que sait-on de leur efficacité ?
  7. Quelles sont les attentes des populations et des professionnels de santé ?
  8. Comment évaluer les actions entreprises ?

Une synthèse des connaissances et informations recueillies à travers les étapes précédentes et l'élaboration des recommandations qui en découlaient ont été réalisées au cours d'un séminaire résidentiel de deux journées à la fin du mois de mars 2009.

Les recommandations engagent collectivement les membres du Conseil mais pas les institutions auxquelles appartiennent les experts.

### 1.4 PROBLÉMATIQUE

La situation actuelle se caractérise par une pollution chronique persistante de la chaîne alimentaire mettant en cause tout particulièrement, mais pas exclusivement, le chlordécone.

Au plan historique, ce dossier présente une double originalité : d'une part, ce sont des mesurages officiels dans les eaux d'alimentation qui sont à l'origine de la découverte de la contamination (et non des phénomènes morbides ou des mesures privées ou associatives); d'autre part, cette découverte fut une surprise pour les acteurs locaux. En effet, le chlordécone était beaucoup moins connu ou redouté que d'autres pesticides (aldicarbe, dieldrine...).

De cette origine découlent deux faits structurants. D'une part, la pollution ne fait pas en elle-même l'objet de controverses. Chacun admet que l'eau, le sol, les sédiments et la chaîne alimentaire peuvent être contaminés à différents degrés suivant les lieux et les milieux. Il n'y a pas de développement de contre-expertise ou de batailles sur la réalité de cette contamination. D'autre part, l'ensemble de ce dossier est dominé par les actions des pouvoirs publics : fixation des LMR, fermeture des captages d'eau, interdiction de la pêche fluviale, actions de contrôles de qualité, etc... Ces actions ont créé des inquiétudes légitimes des différentes populations impliquées parce qu'elles valident l'existence d'une contamination existant depuis de nombreuses années et potentiellement dangereuse pour la santé. De plus, les travaux des organismes publics ont montré que les populations antillaises allaient devoir vivre avec cette pollution pour une longue période, vraisemblablement plusieurs générations<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> La référence aux "cinq à six siècles" est issue des modélisations du rapport du Groupe d'études et de prospective (GEP) en 2005, puis reprise dans le rapport OPEST et largement répandue.

En conséquence, nous sommes dans une problématique relativement classique en santé publique, marquée par l'existence d'une pollution invisible mais omniprésente. Ce qui entraîne soit du fatalisme voire du négationnisme ("après tout, l'espérance de vie ne cesse de progresser"), soit la colère avec la recherche des responsables. Confrontée à une double pression logique de dénégation et d'alarmisme, la population développe logiquement un sentiment de méfiance que renforcent les conditions discutables dans lesquelles cette substance a été autorisée, le retard pris dans la révélation de la contamination, les modifications successives des règles de gestion des aliments contaminés, ainsi que les difficultés de mesurage qui ne permettent pas de dire clairement ce qui est sain et ce qui est contaminé.

Cependant, ce dossier de contamination alimentaire, s'il n'est pas sans précédent (on pense en particulier aux pollutions par la dioxine et à la crise de la vache folle), présente de fortes originalités qui interdisent de plaquer sur lui, de façon systématique, des solutions essayées antérieurement. D'abord, il recèle une charge symbolique et historique liée d'une part, à ce que représente l'alimentation dans la vie de l'Homme (et, en particulier, les légumes racines contaminés) et, d'autre part, à une répartition socialement déterminée des risques et des bénéfices qui ont été créés par l'usage du chlordécone. Ensuite, il se caractérise par une forte incertitude qui concerne non seulement les dangers et les risques, mais aussi les avantages et inconvénients des solutions envisageables pour atténuer l'impact de cette pollution. Enfin, comme nous l'avons déjà dit, il engage une période d'action très longue qui dépasse de loin le cadre habituel des actions de prévention.

Le CS est conscient que dans une telle situation, une approche purement scientifique et technique ne sera pas suffisante. Pour autant, il souhaite apporter des éléments factuels sur les connaissances acquises et les incertitudes qui demeurent, permettant aux différents acteurs de débattre des solutions sur une base partagée. En effet, face à une situation aussi complexe, seule une mobilisation scientifique et sociale de grande ampleur permettra de limiter les conséquences de la pollution par le chlordécone.

Aujourd'hui, tous les acteurs ont donc besoin de voir clair sur le fardeau sanitaire créé par cette pollution. Le fait qu'un effet sur ma santé soit ou non avéré est devenu un enjeu central dont les conséquences concernent certes la santé publique<sup>3</sup>, mais comportent également une dimension politique, économique et juridique. C'est pourquoi, les recherches permettant d'estimer les impacts sanitaires de cette pollution, passés, présents et futurs, sont cruciales.

La démarche d'évaluation des risques sanitaires au sein de populations exposées à des agents présents dans l'environnement relève aujourd'hui d'un cadre méthodologique bien défini<sup>4</sup>. Celui-ci comporte deux axes scientifiques principaux : identifier les dangers possibles, probables ou certains, et estimer les niveaux d'exposition passés, actuels et futurs. Ce dernier point est clé sur le plan de la prévention.

## 1.5 NÉCESSITÉ D'UNE APPROCHE GLOBALE ET INTÉGRÉE

Ainsi, si l'exposition d'une population à un agent chimique toxique n'est pas une problématique nouvelle, elle comporte, dans le cas

présent, certaines particularités qui la rendent complexe. Il faut, tout de suite, signaler qu'on a affaire à une exposition chronique et à faible niveau, alors que l'essentiel des connaissances sur la toxicité chez l'Homme provient d'une contamination d'origine industrielle, survenue dans l'usine américaine d'Hopewell, qui a provoqué une exposition professionnelle à forte dose sur une période relativement courte. Signalons, malgré tout, que la contamination d'Hopewell a fourni un grand nombre de données cliniques chez l'homme, et a suscité aussi de nombreux travaux expérimentaux dans les années 70 et 80. Par ailleurs, les expositions chroniques à faible dose constituent une préoccupation pour un grand nombre de polluants ; ainsi, les connaissances qui sont ou seront acquises sur le cas du chlordécone pourront avoir des implications pour d'autres contaminations chimiques préoccupantes (PCB, dioxine, autres pesticides...).

L'autre fait essentiel est que ce dossier ne pourra pas être géré selon une logique binaire de type tout ou rien. Quand on agit sur la qualité des aliments et les comportements alimentaires, on touche à un besoin essentiel et cela peut induire des effets qui peuvent être bénéfiques ou indésirables. Il faut nécessairement resituer ce dossier dans un contexte large, celui des relations entre les modes d'alimentation et la santé. Si on détourne la population de certains produits végétaux ou animaux disponibles localement et consommés traditionnellement, cela peut induire des phénomènes de substitution qui ne seront pas forcément sans inconvénient. On pense notamment au développement de la restauration rapide ou industrielle, sans compter la dimension économique dont les événements sociaux récents ont révélé l'importance. Toutes les décisions relatives à ce dossier, comme à d'autres dossiers de contamination alimentaire, doivent être pensées en termes de risques mais aussi de bénéfices.

Pour structurer son travail, le CS a donc ressenti le besoin de définir un modèle, c'est-à-dire une représentation structurée et simplifiée de la réalité, ce qui ne veut pas dire qu'elle soit simpliste. Ce modèle se veut écosystémique, prenant en compte la globalité des phénomènes de santé et d'environnement, et permettant de combiner les apports des sciences de la terre, des sciences sociales et des sciences du vivant. Par souci de lisibilité, nous avons fait la distinction entre la situation passée (figure 1) et les situations actuelle et future (figure 2).

Le point d'entrée de l'analyse de la situation passée est l'utilisation du chlordécone dans les bananeraies. La figure 1 schématise les flux de polluants dans les différents milieux concernés et la manière dont cela a pu se traduire en termes d'exposition des populations.

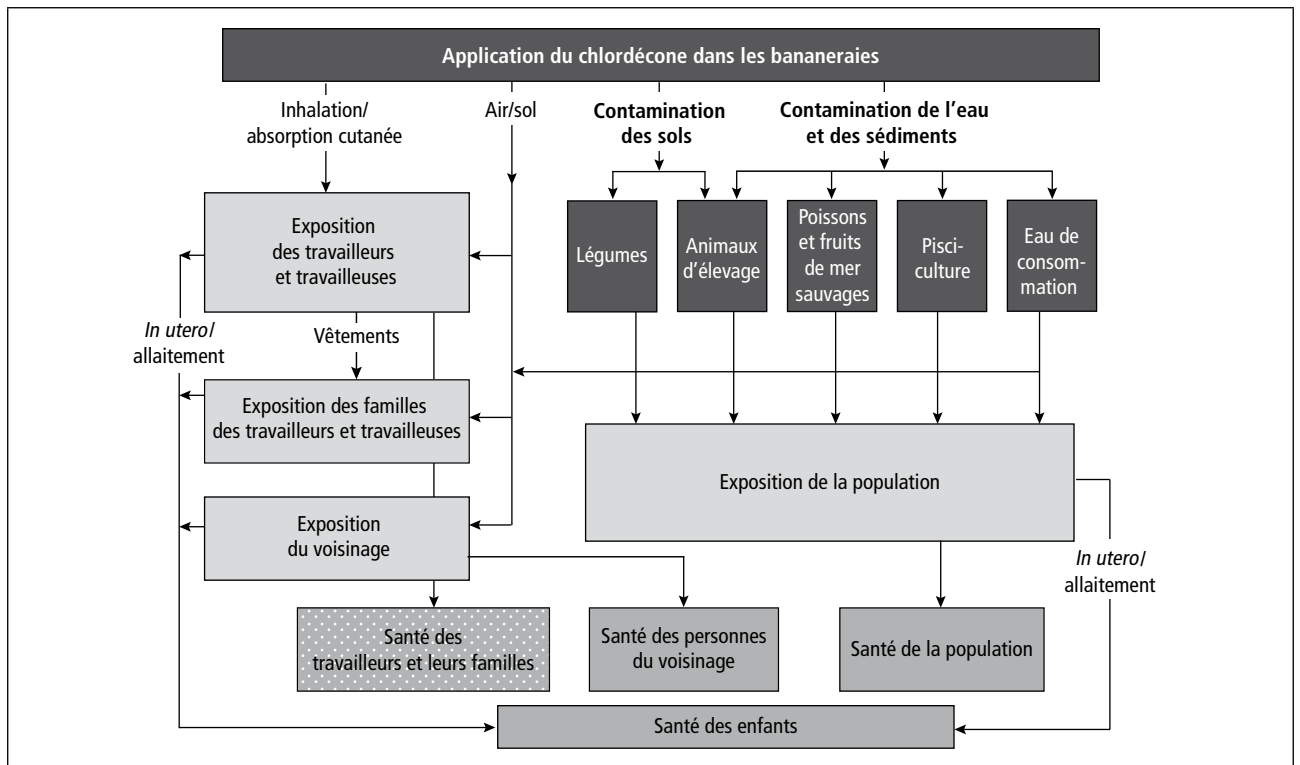
Le point d'entrée de l'analyse des situations actuelle et future est l'origine des expositions humaines. C'est, en effet, le phénomène qui déterminera l'ampleur des conséquences sanitaires possibles de la pollution. La figure 2 fournit une représentation des différentes voies d'exposition des personnes peuvent être mises en contact avec le chlordécone et les autres pesticides.

Les connaissances permettant de documenter chaque élément de base de ces schémas se trouvent dans le rapport principal. Elles montrent fondamentalement que la question n'est pas seulement celle des sols, mais aussi celle de l'eau.

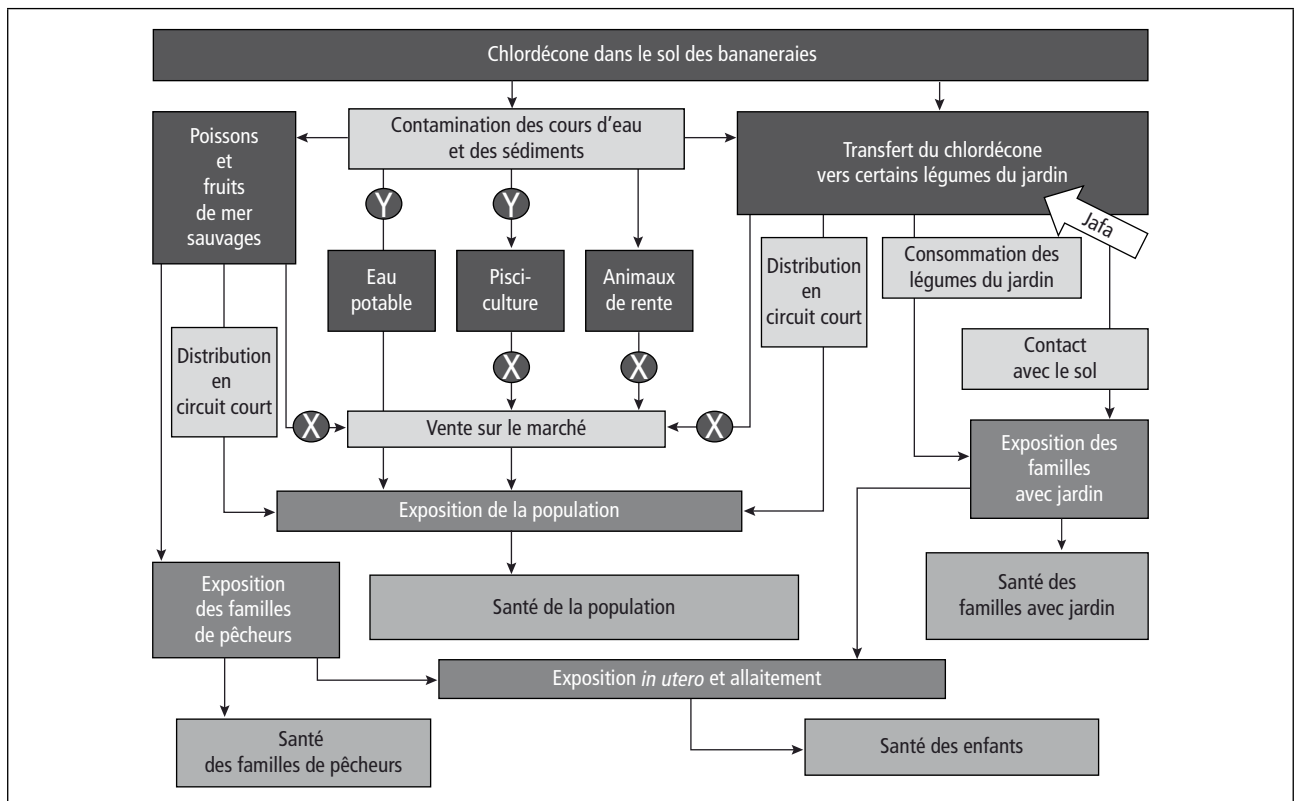
<sup>3</sup> Le terme de santé publique est utilisé dans ce rapport en tant que champ de connaissances et d'actions relatifs aux aspects populationnels de la santé.

<sup>4</sup> Dab W. Santé et environnement. Que sais-je n° 3771. PUF; 2007.

### Représentation écosystémique des conséquences de l'usage du chlordécone



### Représentation écosystémique des sources d'exposition humaine



\* Les Y encerclés indiquent des endroits de réduction de chlordécone; les X encerclés indiquent les points d'application des règlements sur les concentrations permises; la flèche indique le lieu des actions du programme Jafa.

## 2. Dangers connus ou suspectés du chlordécone

Par danger, il faut entendre les propriétés toxiques du chlordécone. Les dangers du chlordécone ont fait l'objet de nombreuses études scientifiques publiées dans la littérature internationale. Le rapport principal fournit une revue détaillée des connaissances disponibles.

### 2.1 DANGERS CONNUS OU SUSPECTÉS

L'exposition qui s'est produite à Hopewell renseigne sur un certain nombre d'effets néfastes se produisant à la suite d'une exposition élevée. Cette exposition est à l'origine d'un syndrome clinique caractérisé principalement par des troubles neurologiques

accompagnés d'une hépatomégalie et d'une altération de certaines caractéristiques spermatiques chez les hommes (syndrome du Kepone). Ces troubles sont apparus au-delà d'un seuil d'exposition évalué par la concentration plasmatique en chlordécone (de l'ordre de 1 000 µg/L). La sévérité des troubles a été corrélée à la concentration plasmatique en chlordécone, et s'est atténuée après arrêt de l'exposition. Ces effets ont été reproduits chez l'Animal de laboratoire (principalement des rongeurs) et, comme chez l'Homme, la plupart étaient réversibles après arrêt de l'exposition. Cependant, d'autres effets néfastes ont été observés chez l'Animal de laboratoire. Le tableau ci-dessous, extrait du rapport principal, indique les principaux effets toxiques, avec leur niveau de preuve, constatés chez l'Homme (à partir des observations d'Hopewell) et chez l'Animal de laboratoire.

| TABLEAU 1 |

#### Principaux dangers connus ou suspectés pour le chlordécone

Toxicité	Espèce	Niveau de preuve	Commentaire
Tumeurs du foie	Rongeur	Certain	Très fortes doses utilisées
Autres cancers	Rongeur	Absence de preuve pour chlordécone	Possible pour Mirex
Atteinte hépatique (hépatomégalie, induction enzymatique)	Homme, rongeur	Certain	Argument en faveur d'une cancérisation hépatique chez le rongeur
Neurologique	Homme, rongeur	Certain	
Système reproducteur mâle (spermatogénèse)	Homme, rongeur	Certain (rongeur), probable (homme)	Pas d'effet net sur la fertilité chez l'homme
Système reproducteur femelle	Rongeur	Certain	Non exploré à Hopewell ; pas d'arguments chez la femme
Développement neurologique	Rongeur	Probable	Non exploré à Hopewell
Tératogénèse	Rongeur	Probable	Non exploré à Hopewell
Toxicité rénale	Rongeur	Certain	Non observé à Hopewell (mais exploré)
Immuno-perturbation	Rongeur	Possible	Pas d'argument à Hopewell (doute sur l'exploration)
Eruption cutanée	Homme	Certain	Rongeurs ?
Autres toxicités (muscles, anémie, surrénales, lipides sanguins...)	Rongeur	Certain	Non observées chez l'homme (mais explorés à Hopewell)

### 2.2 INCERTITUDES

Bien que le profil toxicologique du chlordécone soit relativement bien cerné – en comparaison avec de nombreux autres polluants persistants – il existe de nombreuses incertitudes. Pour l'essentiel, le chlordécone a une toxicité neurologique et reproductive. Il possède des propriétés hormonales (notamment oestrogéniques) et, à ce titre, il est considéré comme étant un perturbateur endocrinien. Cependant, les conséquences sanitaires en lien avec les propriétés hormonales du chlordécone sont, à ce jour, méconnues.

Certaines populations – femmes enceintes ou enfants – n'ont pas fait l'objet d'étude à Hopewell. On ne peut donc pas préjuger des conséquences qu'une imprégnation au chlordécone, aux niveaux

actuellement constatés aux Antilles, pourrait avoir tant sur le développement intra-utérin que sur le développement post-natal, en particulier sur le plan neurocomportemental.

Le chlordécone, bien que non génotoxique, ni mutagène, favorise la survenue de tumeurs hépatiques chez les rongeurs par un mécanisme de promotion. Chez l'Homme, aucun lien n'a été établi à ce jour entre l'exposition au chlordécone et la survenue d'un processus tumoral, notamment suite à l'exposition de Hopewell. Les études qui y avaient été annoncées ne semblent pas avoir été menées, peut être en raison des faibles effectifs de la population exposée. Cependant, étant donné les effets observés chez l'Animal, le Centre international de recherche sur le cancer a classé le chlordécone comme cancérigène possible pour l'Homme (2B).

Outre les pathologies tumorales, les pathologies survenant à un âge avancé de la vie (pathologies neurodégénératives) n'ont pas été étudiées à Hopewell, eu égard à l'absence de suivi à très long terme. Compte tenu de la neurotoxicité du chlordécone et de l'absence d'études fondamentales ciblées sur les maladies neurodégénératives (*i.e.* Parkinson), il n'est pas possible de se prononcer sur l'impact de l'exposition au chlordécone sur ces pathologies.

De nombreux mécanismes biologiques ont été évoqués en fonction des cibles toxiques (neurotoxicité, reprotoxicité, cancérogénicité...). La grande majorité de ces études ayant été réalisées, il y a maintenant plus de 20 ans, certains aspects mériteraient d'être approfondis en tenant compte des outils méthodologiques actuellement disponibles. C'est le cas particulier de la neurotoxicité.

### 3. Valeurs toxicologiques de référence à retenir

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont des indicateurs caractérisant le lien entre l'exposition à une substance toxique et l'occurrence d'un danger. Elles sont spécifiques d'un effet néfaste donné, d'une voie et d'une durée d'exposition.

Rappelons ici que la construction des VTR est fondée sur un certain nombre d'hypothèses qui sont utilisées lorsque les connaissances issues d'études toxicologiques ou épidémiologiques chez l'Homme ne sont pas disponibles ou suffisantes pour estimer directement la relation exposition-risque.

Ces hypothèses, par défaut, sont utilisées pour pouvoir conduire l'évaluation des risques, même dans le cas de substances pour lesquelles très peu d'éléments sont disponibles dans un contexte d'aide à la décision. Ces incertitudes déterminent l'utilisation de facteurs de sécurité. Dans le cas du chlordécone, la VTR a été construite sur la base de valeurs d'exposition à partir desquelles un effet est observé (ou non) chez le rat. La prise en compte de l'incertitude a conduit à diviser ces valeurs seuil par un facteur variant de 100 à 300.

La construction des VTR diffère selon les hypothèses formulées sur les mécanismes d'action toxique. On distingue les effets à seuil (déterministes) et les effets sans seuil (stochastiques), ces derniers caractérisant les cancérigènes initiateurs et génotoxiques.

Le chapitre 4 du rapport principal fournit une analyse détaillée des VTR proposées pour le chlordécone. En l'absence d'arguments en faveur du caractère génotoxique du chlordécone, et en l'état actuel des connaissances, le choix d'une VTR à seuil est privilégié.

Chez l'Animal, le premier effet néfaste observé, c'est-à-dire survenant à la plus faible dose lors d'une exposition chronique, est une protéinurie signalant une toxicité rénale. En fondant la VTR sur l'effet apparaissant aux plus faibles doses, on répond à un principe de prudence. Les deux calculs disponibles de VTR à seuil (ATSDR et US-EPA) ont conduit à des résultats sensiblement similaires pour les VTR chroniques déterminées pour ce danger (cf. tableau 2).

Cependant, chez l'Homme et chez l'Animal, il existe un effet reprotoxique caractérisé par une diminution du nombre de spermatozoïdes (oligospermie) et de leur mobilité spontanée (asthénospermie); chez l'Homme, cet effet n'a été observé que pour des concentrations plasmatiques de chlordécone supérieures à 1000 µg/L. Le CS s'est penché sur la question de la pertinence de l'élaboration d'une VTR spécifique aux effets reprotoxiques. Même si une telle VTR s'avérait utile et pertinente dans le contexte antillais, les données disponibles ne permettent pas de réaliser une expertise plus précise que celle fournie par l'US-EPA.

Le tableau ci-dessous fournit les principales VTR chroniques préconisées par les agences sanitaires françaises et américaines. Le CS a retenu la VTR fondée sur l'effet toxique survenant pour la plus petite dose. La valeur de 0,5 µg/kg.j (correspondant à la toxicité rénale chez le rat) a servi de référence pour évaluer les risques consécutifs aux niveaux d'exposition des populations antillaises. Depuis, l'US-EPA, dans une nouvelle approche, a retenu la valeur de 0,3 µg/kg.j, qui pourra être utilisée dans les études ultérieures.

| TABLEAU 2 |

#### Principales valeurs toxicologiques de référence proposées par les agences sanitaires françaises et américaines

Origine	Effet	VTR chronique
ATSDR/Afssa/InVS	Toxicité rénale liée à une exposition orale subchronique et chronique	0,5 µg/kg.j
	Toxicité neurologique liée à une exposition orale aiguë	10 µg/kg.j
US-EPA	Toxicité rénale liée à une exposition chronique	0,3 µg/kg.j
	Lésions hépatiques liée à une exposition chronique	0,5 µg/kg.j
	Diminution de 65 % de la taille du nouveau-né liée à une exposition subchronique	0,3 µg/kg.j
	Atrophie testiculaire liée à une exposition chronique	0,04 µg/kg.j
	Reprotoxicité liée à une exposition chronique	0,3 µg/kg.j

*Exposition aiguë: ≤14 jours; subchronique: 15 jours à 1 an; chronique: >1 an, voire toute la vie. Il s'agit du postulat dont part l'ATSDR. L'US-EPA a d'autres références, pour l'exposition chronique en particulier qui doit excéder 7 ans.*

## 4. Expositions et les groupes à risque élevé

L'exposition désigne le contact entre l'Homme et un polluant. Il est important de comprendre que la pollution d'un milieu et l'exposition humaine ne sont pas synonymes. Un milieu peut être très pollué, mais si l'Homme n'est pas du tout en contact avec lui, l'exposition est nulle.

Un groupe à risque est un ensemble de personnes qui est significativement plus exposé que la population dans son ensemble et/ou qui possède des facteurs fragilisant qui induisent une vulnérabilité particulière vis-à-vis de l'exposition en cause.

Un important travail d'étude des expositions au chlordécone a déjà été réalisé aux Antilles. De nombreuses données sont ainsi disponibles sur les sols, les aliments et les matrices biologiques. Certaines ont été recueillies pour étudier spécifiquement les expositions. D'autres sont fournies par des études à visée scientifique sur les liens entre ces expositions et des problèmes de santé, mais qui apportent des informations utilisables pour apprécier l'imprégnation de la population générale ou de groupes à risque. Il s'en dégage une cartographie des niveaux d'exposition et de leur distribution dont les principaux éléments sont résumés ci-après.

### 4.1 NIVEAUX D'EXPOSITION HUMAINE ACTUELS ET PASSÉS AU CHLORDÉCONE

Le chlordécone présente un certain nombre de caractéristiques particulières dont il faut tenir compte pour interpréter les données disponibles. Après une exposition, le chlordécone se distribue dans l'ensemble des compartiments de l'organisme. Contrairement à la plupart des autres polluants persistants, le principal organe de stockage est le foie. Le chlordécone est rapidement éliminé par les voies biliaires dans la lumière intestinale. Cependant, compte tenu d'une très importante réabsorption intestinale, son élimination est fortement ralentie. L'allaitement est un autre mode d'élimination du chlordécone. Cependant, du fait de sa faible capacité de fixation aux lipoprotéines LDL et VHDL, son excrétion par le lait est plus faible comparativement à la plupart des autres polluants persistants. Il est à noter que le chlordécone n'est pas éliminé par les urines. La demi-vie (temps nécessaire à la réduction de 50 % de la concentration

d'une substance dans un compartiment biologique donné lorsque l'exposition a cessé) du chlordécone dans le sang a été estimée à environ six mois.

#### 4.1.1 Populations cibles et sources d'exposition

Il y a cinq populations cibles pour lesquelles un schéma d'exposition peut être établi :

- les anciens travailleurs de la banane ayant été exposés professionnellement lors de la période d'utilisation du chlordécone. Depuis l'arrêt de l'utilisation du chlordécone, ces travailleurs ont été exposés, au moins de la même façon que la population générale ;
- les riverains des bananeraies ;
- la population générale ;
- les nourrissons, dans la mesure où, dans les premières semaines, ils peuvent être nourris quasi exclusivement par allaitement maternel, source d'exposition possible, et qu'ensuite, l'introduction de certains légumes racines dans l'alimentation du nourrisson est traditionnelle aux Antilles ;
- la femme enceinte et le fœtus, le chlordécone pouvant traverser la barrière placentaire.

Si, dans le passé, la voie respiratoire, tout comme la voie cutanée, a pu constituer une voie d'exposition non négligeable parmi les utilisateurs du chlordécone, de nos jours, la principale source d'exposition est alimentaire (eau et aliments).

Dans l'état actuel des connaissances, la pollution des sols par le chlordécone peut contaminer les légumes racines et, dans une moindre mesure, les légumes aériens. Les animaux d'élevage peuvent également être concernés. Les enquêtes Reso de 2005 et 2006 montrent que globalement, 11 % des aliments sont contaminés, principalement les poissons et crustacés, les légumes racines et les cucurbitacées. Dans l'étude Hibiscus, 40% des prélèvements de lait maternel obtenus dans les trois jours suivant la naissance contiennent du chlordécone à des niveaux analytiquement détectables.

Le tableau suivant synthétise le schéma des expositions à prendre en compte pour les différentes populations cibles.

**Modalités d'exposition pendant et après la période d'utilisation du chlordécone**

Population	1973-1993	1993 à nos jours*
Professionnels de la banane	Exposition professionnelle et exposition alimentaire	Exposition de la population générale (cf. ci-dessous) pouvant présenter des caractéristiques liées à la profession
Riverains des bananeraies	Exposition résidentielle possible par transport aérien de la molécule et exposition alimentaire	Exposition de la population générale (cf. ci-dessous) pouvant présenter des caractéristiques liées à la localisation géographique
Population générale	Exposition par la pollution résiduelle des sols lors des rotations de cultures (la dachine des légumes racines pouvant être plantée en alternance avec la banane) et lors de l'abandon des bananeraies	Exposition due à la pollution résiduelle des sols, la migration potentielle du chlordécone dans les eaux et l'air, et la contamination de l'alimentation animale et humaine
Jeunes enfants	Exposition par le lait maternel (renforcée pour les enfants de femmes de travailleurs ou de riverains de bananeraies)	Exposition par le lait maternel et les sols pollués (résidence ou fréquentation de lieux installés sur d'anciennes bananeraies)
	Exposition par la pollution résiduelle des sols lors des rotations de cultures (la dachine des légumes racines pouvant être plantée en alternance avec la banane) et lors de l'abandon des bananeraies	Exposition due à la pollution résiduelle des sols, la migration potentielle du chlordécone dans les eaux et l'air, et la contamination de l'alimentation animale et humaine
	Exposition en cas de fréquentation de sols pollués	Exposition en cas d'habitat sur sols pollués (ingestion de terre)
Fœtus	Exposition fœtale liée à l'exposition maternelle (renforcée pour les enfants de femmes de travailleurs ou de riverains de bananeraies)	Exposition fœtale liée à l'exposition maternelle

\* En ce qui concerne l'évolution de l'exposition alimentaire depuis 1993.

**4.1.2 Niveaux d'imprégnation biologique**

Les mesures faites directement chez l'Homme, dans un compartiment corporel, représentent une évaluation objective de l'exposition de ce compartiment à un moment donné. Dans le cas du chlordécone, la mesure dans le sang constitue un indicateur d'exposition reflétant la charge corporelle. On estime que la charge du compartiment sanguin en chlordécone représente approximativement 10 % de la charge corporelle.

Plusieurs études ont été menées en Guadeloupe par l'Inserm, comportant des mesures de la teneur de chlordécone dans diverses matrices corporelles : sang, lait et graisses périphériques. Ces études sont détaillées dans le chapitre 3 du rapport principal. Leurs principaux résultats obtenus par mesure du chlordécone dans le sang sont présentés dans le tableau 4.

Ces données montrent que les populations étudiées ont un niveau de contact avec le chlordécone qui n'est pas anecdotique. Chez les Guadeloupéens, les concentrations moyennes plasmatiques sont similaires à celles observées parmi la population générale non exposée professionnellement à Hopewell et sont très inférieures à celles des employés de l'usine fabriquant le chlordécone à Hopewell. Rappelons cependant que les concentrations mesurées dans le sang ne reflètent que l'exposition au moment où les prélèvements ont été réalisés, et qu'elles ne préjugent pas des concentrations qui ont pu exister dans le passé. Il y a tout lieu de penser que les ouvriers agricoles devaient être plus exposés au moment où ils employaient le chlordécone dans des circonstances professionnelles.

**Synthèse des estimations d'imprégnation au chlordécone dans le sang de la population guadeloupéenne**

Étude	Population	Période	Mesure de l'exposition	Limite de détection (µg/L)	% de détection	Médiane (µg/L)	Maximum (µg/L)
Hommes adultes	Hommes adultes comprenant des travailleurs de la banane (n=100)	1999 à 2001	Sang veineux périphérique	1	88	5,2	104
Hibiscus	Femmes enceintes (n=115)	2003	Sang veineux périphérique	0,5	87	2,2	16,6
Hibiscus	Nouveau-nés (n=109)	2003	Sang du cordon	0,5	61	0,7	3,7
Timoun	Femmes enceintes (n=191)	2004 à 2007	Sang veineux périphérique	0,25	76	0,6	13,2

### 4.1.3 Apport de chlordécone par voie alimentaire

En population générale, des études ont permis d'estimer les apports de la source d'exposition principale qu'est l'alimentation. Ces études sont détaillées au chapitre 3 du rapport principal.

Le tableau suivant présente l'état de l'exposition alimentaire de la population antillaise à partir des résultats des études Calbas et Escal et des enquêtes Reso. Les estimations basses et hautes correspondent à deux scénarios extrêmes, dans lesquels on considère que les échantillons de denrées alimentaires où le chlordécone n'est pas détecté sont, soit non contaminés (estimation basse), soit contaminés au niveau de la limite de détection (estimation haute).

TABLEAU 5 |

#### Estimation de l'apport alimentaire en chlordécone et du pourcentage de personnes dépassant la VTR en Guadeloupe et en Martinique, 2007

	Estimation basse			Estimation haute		
	Moy±ET (µg/kg.j)	P95	% de personnes dépassant la limite	Moy±ET (µg/kg.j)	P95	% de personnes dépassant la limite
<b>Enfants de 3 à 5 ans</b>						
Guadeloupe, ZC	0,17+/-0,23	0,48	3,8 [0,1-19,6]	0,21+/-0,23	0,53	7,7 [1-25,1]
Martinique, ZC	0,28+/-0,18	0,66	14,8 [4,2-33,7]	0,32+/-0,18	0,73	18,5 [6,3-38,1]
Martinique, ZNC	0,05+/-0,02	0,08	0 [0-9]	0,10+/-0,04	0,17	0 [0-9]
<b>Enfants de 6 à 10 ans</b>						
Guadeloupe, ZC	0,12+/-0,15	0,32	3,7 [0,5-12,8]	0,15+/-0,15	0,35	3,7 [0,5-12,8]
Martinique, ZC	0,22+/-0,14	0,51	5,2 [1,1-14,4]	0,25+/-0,14	0,54	8,6 [2,9-19]
Martinique, ZNC	0,04+/-0,02	0,08	0 [0-4]	0,07+/-0,04	0,15	0 [0-4]
<b>Enfants de 11 à 15 ans</b>						
Guadeloupe, ZC	0,09+/-0,12	0,25	3,6 [0,4-12,3]	0,11+/-0,12	0,27	3,6 [0,4-12,3]
Martinique, ZC	0,17+/-0,11	0,39	1,3 [0-6,9]	0,18+/-0,12	0,41	1,3 [0-6,9]
Martinique, ZNC	0,03+/-0,02	0,06	0	0,06+/-0,03	0,13	0
<b>Adultes de plus de 16 ans</b>						
Guadeloupe, ZC	0,09+/-0,12	0,23	0,2 [0,2-0,3]	0,09+/-0,08	0,25	0,2 [0,2-0,3]
Martinique, ZC	0,17+/-0,11	0,30	0	0,15+/-0,09	0,32	0,2 [0,2-0,2]
Martinique, ZNC	0,03+/-0,02	0,04	0	0,04+/-0,02	0,08	0

Sources : Agence française de sécurité sanitaire des aliments. Actualisation de l'exposition alimentaire au chlordécone de la population antillaise, évaluation de l'impact de mesures de maîtrises des risques. Document technique AQR/FH/2007-219. Afssa ; 2007.

Légende : ZC : zone contaminée ; ZNC : zone non contaminée ; N : nombre d'individus dans la population ; Moy±ET : moyenne et écart-type associé ; P95 : 95<sup>e</sup> percentile de l'exposition ; P95 : niveau d'exposition atteint ou dépassé par les 5 % de la population ayant les expositions les plus élevées ; % de personnes dépassant la limite : pourcentage de personnes dépassant la limite tolérable d'exposition chronique ; les intervalles de confiance à 95 % sont donnés après le pourcentage.

Ces résultats n'ont pas qu'un intérêt descriptif. Ils montrent la part de la population antillaise exposée au-delà d'une VTR fixée, ici, à 0,5 µg/kg.j.

La situation varie selon les âges et les zones d'habitation :

- l'exposition au chlordécone est plus importante chez les enfants que chez les adultes. Parmi les enfants, les plus jeunes (3 à 5 ans) ont les apports les plus élevés ;
- seules les populations situées en zone dite "contaminée" de Martinique et de Guadeloupe sont susceptibles d'avoir une exposition chronique dépassant la limite tolérable d'exposition chronique.

Une première étude de l'Afssa et de la Cire Antilles-Guyane avait permis d'établir en 2005 une typologie des consommateurs martiniquais. Ensuite, elle a été actualisée pour la Martinique, et complétée pour la Guadeloupe par la Cire Antilles-Guyane en 2009.

Les premières analyses effectuées pour la Martinique ont montré que les sujets dépassant la VTR résidaient essentiellement en zone dite "contaminée", avec une consommation de légumes (racines

et autres) significativement plus élevée et un approvisionnement en circuit court plus important. Cette population ne différait pas des autres individus en termes de sexe et d'âge. Les catégories socioprofessionnelles les plus exposées étaient les ouvriers, les retraités et les employés.

Les analyses les plus récentes indiquent que 1,3 % de la population de la Guadeloupe vivant dans la zone regroupant les parcelles de sols contaminés et 1,9 % de la population de Martinique vivant dans la zone regroupant les parcelles de sols contaminés ont des habitudes alimentaires qui les amènent à dépasser la VTR.

Elles confirment les caractéristiques des populations à risque d'exposition élevée, trouvées précédemment et qui sont très proches entre la Martinique et la Guadeloupe. En particulier :

- les CSP les plus représentées sont les ouvriers et retraités dans les deux régions ;
- ces personnes recourent fortement à l'autoconsommation de produits cultivés dans leur jardin et consomment au moins 2 fois par semaine de l'igname et du dachine ;

- en dehors de cette autoconsommation, elles recourent, de manière largement dominante, aux circuits courts ou informels de distribution.

Ces résultats montrent que la réglementation des produits commercialisés n'est pas suffisante pour protéger les populations qui consomment les aliments autoproduits ou s'approvisionnent à partir de circuits informels. Ils ont conduit à la mise en place du programme de santé Jafa (voir chapitre 3 du rapport principal). Celui-ci permet par ailleurs de constater que :

- environ 20 % des foyers enquêtés consomment les légumes du jardin en quantité importante (plus de 2 fois/semaine) ;
- 7 % de ces foyers, soit 1,4 % de la population totale Jafa (moins de 200 personnes), consomment des légumes dont le niveau de contamination potentiel, estimé à partir de la contamination du sol, peut dépasser 50 µg/kg ;
- 18 % de ces foyers, soit 3,6 % de la population totale Jafa (moins de 500 personnes), consomment des légumes dont le niveau de contamination estimé est supérieur à 20 µg/kg (correspondant à la LMR).

Enfin, pour les nourrissons, l'enquête Hibiscus fournit des données mesurées de contamination du lait maternel. À partir de ces données, l'Afssa a montré que les expositions du nourrisson allaité s'élève en moyenne à 0,04 µg/kg.j et, au 95<sup>e</sup> percentile, à 0,1 µg/kg.j, soit respectivement 8 % et 20 % de la VTR chronique. Dans l'état actuel des connaissances, les niveaux de contamination du lait maternel observés ne semblent donc pas de nature à entraîner un risque sanitaire pour le nourrisson.

## 4.2 INCERTITUDES

Au total, par rapport au schéma d'analyse globale que nous avons présenté plus haut, on constate que :

- parmi les milieux pollués, les milieux aquatiques sont moins bien documentés ;
- parmi les populations à risque, il n'y a pas de données pour les pêcheurs et leur famille ;
- on ne dispose pas de mesures historiques des expositions, en particulier parmi les travailleurs agricoles lors de la période d'utilisation du chlordécone et les populations riveraines des bananeraies ;

- l'imprégnation biologique au chlordécone est mieux documentée en Guadeloupe qu'en Martinique ;
- l'exposition au chlordécone est bien mieux cernée que celles aux autres produits phytosanitaires.

Les autres incertitudes à relever en ce qui concerne les évaluations de l'exposition alimentaire actuelle sont les suivantes :

- la contamination des eaux de source, consommées de manière importante par certaines personnes, en particulier, d'après l'enquête Escal en zone dite "contaminée" de Martinique, est estimée par les niveaux mesurés dans les réseaux d'eau potable. Le mode de calcul conduit potentiellement à une sous-estimation du niveau de contamination de l'eau consommée. Toutefois, les ordres de grandeur de contamination de l'eau sont généralement beaucoup plus faibles que ceux des aliments ;
- les niveaux d'exposition obtenus dans les enquêtes alimentaires sont vraisemblablement surestimés. En effet, en situation d'incertitude, chaque hypothèse réalisée dans le modèle va dans le sens d'une surestimation. En particulier, il est considéré qu'en zone dite "contaminée", tous les produits en provenance des jardins familiaux sont contaminés ; ce qui n'est pas systématiquement retrouvé quand on analyse ces produits ;
- les enquêtes de consommation Calbas et Escal ne prennent en compte que les individus âgés de 3 ans et plus, la méthode de recueil des consommations n'étant pas adaptée aux nourrissons et jeunes enfants. Une enquête de consommation alimentaire liée à l'étude Timoun a pour objectif de caractériser l'alimentation de l'enfant à la naissance, à 3 mois, 7 mois et 18 mois. Elle est en cours de traitement statistique.

Les résultats présentés précédemment concernent l'exposition alimentaire de ces dernières années (depuis 2003), mais de grandes incertitudes subsistent, là aussi, sur l'exposition alimentaire passée. Ces incertitudes concernent aussi bien les expositions passées des fœtus, nourrissons et enfants que celles de l'adulte.

L'ensemble de ces incertitudes fait l'objet de recommandations particulières, car la connaissance des niveaux d'exposition passés, actuels et futurs est le principal paramètre devant guider les actions de prévention.

## 5. Niveau de risque encouru par les populations antillaises

### 5.1 RISQUES

Lorsque les dangers, la relation dose-effet et les niveaux d'exposition à un polluant toxique sont connus, la démarche logique est de synthétiser ces connaissances pour caractériser un niveau global de risque. C'est la démarche d'évaluation quantitative des risques qui fournit une aide appréciable aux décisions de prévention. Différentes variantes de cette démarche existent. Elles sont présentées dans le rapport principal.

À ce jour, seule l'Afssa a utilisé les connaissances disponibles pour caractériser les risques sanitaires dus à l'exposition au chlordécone. Pour ce faire, cette agence a retenu une approche fondée sur l'existence d'une relation dose-effet comportant un seuil. Comme nous l'avons vu, la valeur de référence ou VTR retenue est de 0,5 µg/kg.j. Lorsque les apports en chlordécone sont inférieurs à cette limite (soit, par exemple, 35 µg/j pour un homme de 70 kg), on considère qu'aucun inconvénient sanitaire n'est à craindre. Au-dessus de cette valeur, des dangers pourraient survenir dans une proportion que l'on ne peut pas estimer. Maintenir l'exposition de la population sous cette limite est un principe général qui guide la prévention en matière de santé environnementale.

Le CS n'a pas reçu le mandat de mener une démarche d'évaluation quantitative des risques. Il considère que l'approche développée par l'Afssa en 2005 et actualisée en 2007 répond aux règles de bonne pratique en la matière. L'agence a construit des scénarios d'exposition à partir de différentes hypothèses, le plus souvent maximalistes. Ils visent à estimer la quantité de chlordécone ingérée quotidiennement en tenant compte des habitudes alimentaires et de la provenance des aliments (qui permet une meilleure estimation de leur niveau de contamination). Ces scénarios aboutissent donc à une estimation de l'apport quotidien alimentaire (exprimé en µg/kg.j de poids corporel) menant ou non à un dépassement de la VTR, en fonction de l'âge (3-5 ans, 6-10 ans, 11-15 ans, 16 ans et plus). Les résultats figurent dans le tableau 5.

En clair, ces données signifient que pour les années 2003 à 2007, on estime que environ 1 400 martiniquais et 1 000 guadeloupéens sont susceptibles d'avoir ingéré quotidiennement une quantité de chlordécone supérieure à ce qui est, aujourd'hui et au vu des connaissances disponibles, considéré comme tolérable pour la santé. Cette constatation préoccupante ne permet toutefois pas de répondre complètement à l'évaluation de l'impact sanitaire. En effet, ce que la population attend dans ce genre de situation est qu'on lui indique clairement le nombre de malades (et le type de maladies) ou de décès créés par l'exposition courante au chlordécone. Or, cette estimation n'est pas disponible pour plusieurs raisons, la principale étant qu'en l'état actuel des connaissances, il n'existe pas "une et une seule maladie du chlordécone"<sup>5</sup>. À la suite d'une exposition de longue durée et/ou à des doses répétées, le chlordécone pourrait induire ou faciliter le développement de certaines pathologies dont les causes sont multiples et non spécifiques (c'est-à-dire qui pourraient aussi être

provoquées par d'autres facteurs environnementaux ou génétiques). Il y a là une complexité incontournable qui ne permet pas d'imputer au chlordécone, de façon avérée, la survenue de telle ou telle pathologie chez une personne donnée.

Dans ce contexte, comme il n'est pas possible d'indiquer le nombre de malades à cause du chlordécone, on raisonne, comme l'a fait l'Afssa, sur les niveaux d'exposition : sont-ils ou non supérieurs aux valeurs limites recommandées ? La réponse est affirmative : une partie de la population antillaise est exposée à des doses trop importantes de chlordécone. Toutefois, cette affirmation est de nature statistique, c'est-à-dire qu'elle ne permet pas de savoir qui sont ces personnes. On connaît juste quelques-unes de leurs caractéristiques en termes d'âge et de lieu de résidence. On constate, en particulier, que la proportion d'enfants dépassant la valeur tolérable est particulièrement importante dans la zone dite "contaminée". Cela ne signifie pas que tous les enfants exposés au-delà de cette valeur seront malades, mais cette situation n'est pas acceptable en termes de santé publique. Malgré les incertitudes existantes, le CS considère que l'on en sait assez pour justifier le développement des actions de prévention. Aussi, avant même de connaître le résultat des recherches en cours, le CS estime qu'il faudra poursuivre, pendant une période qui sera vraisemblablement très longue, des actions visant à réduire la quantité de chlordécone ingérée par les Antillais, chez les enfants en priorité, notamment ceux habitant en zone dite "contaminée" et qui disposent d'un jardin familial.

Les populations antillaises sont soumises à d'autres risques, aussi, voire plus importants que le chlordécone, ce que montre bien le chapitre 2 du rapport principal. Elles le savent d'ailleurs fort bien, comme le montre l'enquête récente de l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (Inpes) sur laquelle nous reviendrons. Le CS appelle en particulier l'attention sur les facteurs de risques, notamment nutritionnels, contribuant au diabète, à l'obésité et à l'hypertension artérielle, affections plus fréquentes aux Antilles qu'en métropole. Les actions de réduction de l'exposition au chlordécone doivent continuer de se faire dans une approche coût-bénéfice tenant compte, notamment, de leur impact sur l'état nutritionnel des populations cibles.

### 5.2 GROUPES À RISQUE ÉLEVÉ

Les informations relatives à la toxicité du chlordécone indiquent que de nombreuses inconnues demeurent sur les pathologies susceptibles d'être entraînées et sur les mécanismes d'action de cette substance. Ces incertitudes ne permettent pas de statuer clairement sur les groupes à risques du point de vue de leur susceptibilité individuelle. On peut cependant souligner les éléments suivants :

- des effets neurotoxiques ont été mis en évidence. Les mécanismes d'action sont mal compris, mais les études suggèrent une vulnérabilité possible chez les jeunes animaux. Ceci conduit à considérer les jeunes enfants comme une population vulnérable ;

<sup>5</sup> Le Kepone Shake Syndrome a été décrit pour la première fois par Taylor (1978) chez les travailleurs de Hopewell, mais n'apparaît qu'à des niveaux d'exposition dépassant le seuil de 0,5 à 1 mg par litre de sang, concentration que l'on ne rencontre actuellement pas dans la population (voir chapitre 1.2.3 du rapport).

- des effets reprotoxiques ont été observés chez l'Animal, notamment chez les femelles, alors que les observations humaines ne concernaient que les hommes. Ceci plaide pour considérer les femmes en âge de procréer et les femmes enceintes comme plus particulièrement vulnérables;
- une susceptibilité génétique spécifique est théoriquement possible du fait de l'existence de variants fonctionnels de l'enzyme qui métabolise le chlordécone chez l'Homme (chlordécone réductase).

L'existence de ces groupes particuliers a des implications pour la recherche et les stratégies de surveillance à mettre en œuvre.

### 5.3 INCERTITUDES

L'évaluation du risque réalisée par l'Afssa concerne exclusivement la voie alimentaire, et est basée sur l'estimation de l'apport alimentaire en chlordécone selon des "classes d'âge", avec comme indicateur caractérisant le risque le pourcentage de la population dépassant la VTR. Il est justifié de s'interroger sur l'existence d'autres groupes spécifiques de population susceptibles de dépasser ou d'avoir dépassé l'apport quotidien tolérable. En effet, les expositions possibles sont multiples : un individu peut être exposé selon plusieurs voies de façon contemporaine ou décalée dans le temps, les différentes populations (les travailleurs de la banane, leur famille, les pêcheurs, etc.) ne sont pas exposées de la même façon, etc. Ceci conduira à énoncer un ensemble de recommandations pour compléter la caractérisation des risques.

## 6. Recommandations

Le CS souhaite souligner, en introduction de ce chapitre, le caractère inédit de la situation qui prévaut aux Antilles françaises. Ce n'est, certes, pas la première fois que se pose le problème d'une pollution des sols par un produit toxique susceptible de contaminer la chaîne alimentaire. Mais il s'agit d'une problématique sanitaire qui, en l'état des connaissances, est appelée à perdurer pendant une durée qui dépasse plusieurs générations. Cette spécificité doit être prise en compte. Il ne s'agit pas seulement de mettre en œuvre des études qui viendront combler les manques de connaissances montrés ci-dessus. Il s'agit aussi de préparer une gestion des risques sanitaires sur une très longue période.

Comme on l'a vu, de nombreuses incertitudes persistent, même s'il y a déjà eu un effort scientifique conséquent. Le CS s'est attaché, dans la mesure du possible, à constituer une liste de recommandations pour tenter de réduire ces incertitudes point par point. Pour hiérarchiser ses propositions, trois types de critères ont été pris en compte :

- privilégier, à partir des connaissances existantes et des études en cours, des questions non encore prises en compte et pour lesquelles il existe des signaux d'un danger possible ;
- considérer que la situation créée aux Antilles françaises par l'usage du chlordécone offre la possibilité d'améliorer les connaissances générales sur les conséquences de l'exposition aux polluants persistants et aux perturbateurs endocriniens ;
- fournir aux décideurs et aux populations actuelles et futures des outils pour guider les actions de prévention et améliorer l'état de santé de population.

Nous présentons les recommandations en les regroupant en trois chapitres : la recherche étiologique ; le suivi des expositions et de l'état de santé des Antillais ; l'appui à la gestion sur une période dont on a souligné la longueur inhabituelle.

### 6.1 RECHERCHE ÉTIOLOGIQUE

Les connaissances sur la toxicité du chlordécone sont bien plus importantes que pour de nombreuses autres substances chimiques. Cependant, elles résultent en grande partie de travaux maintenant anciens.

Dans l'ensemble, il est nécessaire de hiérarchiser la multitude des mécanismes toxiques qui ont été rapportés et de vérifier leur conservation chez l'Homme, d'explorer les effets à faible dose et de se préoccuper de cibles toxiques négligées au moment où la plupart des travaux ont été réalisés. La recherche toxicologique sur le chlordécone est importante d'une part, pour tester des effets soupçonnés de cette molécule chez l'Homme et, d'autre part, parce que ce composé représente un modèle de toxique organochloré pour lequel des informations sont déjà disponibles chez l'Homme et chez l'Animal.

Les études épidémiologiques portant sur le chlordécone ont été restreintes dans le passé à celles, essentiellement descriptives, consécutives à l'exposition industrielle de Hopewell ; ce qui conduit à recommander de poursuivre la recherche épidémiologique.

### Recommandation 1 – Développer la recherche toxicologique

Un programme pluriannuel de recherches toxicologiques devrait être mis en place, afin de permettre à des équipes compétentes, disposant d'outils méthodologiques performants, de répondre à de nombreuses questions en suspens.

Il s'agira prioritairement de :

- 1) rechercher des cibles toxiques peu ou pas explorées dans le passé tout en poursuivant les études portant sur le développement neurocomportemental et le système immunitaire. Les propriétés hormonales du chlordécone, qui en font un modèle reconnu de perturbateurs endocrinien, devront être explorées. C'est dans cette optique qu'il semble justifié d'étudier les effets épigénétiques et transgénérationnels du chlordécone, et d'explorer les effets à faible doses et les relations dose-effets non monotoniques ;
- 2) étudier les effets des coexpositions avec d'autres toxiques (*i.e.* alcool) ou agents biologiques (virus de l'hépatite B) ayant des répercussions hépatiques ainsi qu'avec d'autres polluants (*i.e.* autres produits phytosanitaires, métaux lourds) ;
- 3) réaliser des études de cancérogenèse afin de compléter, sur des modèles animaux adaptés et sur des faibles doses, les études de référence réalisées dans le passé ;
- 4) réaliser des études toxicologiques spécifiques, *in vitro* ou *in vivo*, afin d'explorer si le chlordécone peut être impliqué dans la survenue des pathologies neurodégénératives (*i.e.* syndromes parkinsoniens) ;
- 5) développer des biomarqueurs d'exposition et d'effets ainsi que des modèles physiologiques toxico/pharmacocinétiques (type PB-PK), applicables à des études épidémiologiques à visée étiologique, et permettant d'étudier les variations temporelles, historiques ou futures des expositions en fonction des caractéristiques individuelles des sujets.

### Recommandation 2 – Poursuivre et renforcer la recherche épidémiologique

Un programme pluriannuel de recherches épidémiologiques devrait être mis en place pour explorer les causes d'un certain nombre de maladies suspectées d'être en lien avec le chlordécone. Des études portant sur le cancer de la prostate (Karuprostate) et sur le développement intra-utérin et post-natal (Timoun) sont actuellement en cours. Il est nécessaire d'attendre les résultats de ces études, d'autant qu'elles pourraient suggérer des nouvelles pistes et hypothèses à tester ultérieurement. Toutefois, le CS rappelle qu'aucune étude épidémiologique, même de grande qualité, ne peut à elle seule établir un niveau de preuve parfait. Les conclusions causales doivent toujours être tirées à l'aune de l'ensemble des données scientifiques disponibles. Par ailleurs, compte tenu des éléments fournis par les études toxicologiques disponibles et à venir (*cf.* recommandation n° 1), mais aussi des niveaux d'exposition des populations antillaises au chlordécone ainsi que de la durée prévisible de cette exposition, des études épidémiologiques supplémentaires sont et seront justifiées en fonction des avancées dans la connaissance.

Il est essentiel que les ressources soient disponibles pour ce faire. Il s'agira, prioritairement de :

- compléter les études en cours (cas-témoins Karuprostate et cohorte mère-enfant Timoun) sur d'autres agents de l'environnement (*i.e.* métaux lourds, pesticides organophosphorés...) pouvant agir en synergie avec le chlordécone ;
- explorer les pathologies tumorales telles que le cancer du sein chez la femme et le cancer du foie et les myélomes multiples dans les deux sexes. Pour les cancers prostatiques, s'il convient d'attendre les résultats complets de l'étude en cours réalisée en Guadeloupe, la faisabilité d'une étude comparative avec les Antillais émigrés en métropole mériterait d'être explorée tout comme celle d'études similaires ou complémentaires en Martinique ;
- étudier les pathologies neurodégénératives, en particulier les syndromes parkinsoniens, aussi bien en Martinique qu'en Guadeloupe ;
- développer des études portant sur la fonction de reproduction. Ces études devront tenir compte des résultats de la cohorte mère-enfant Timoun tout comme des premières observations issues du Registre des malformations des Antilles (Remalan) mis en place au début 2009.

Chez l'enfant, il convient d'attendre les résultats complets de la cohorte mère-enfant Timoun pour définir les questions prioritaires de recherche qui resteraient en suspens.

## 6.2 SUIVI DE L'ÉTAT DE SANTÉ ET DES EXPOSITIONS

À l'heure actuelle, si on dispose déjà d'indications générales sur les niveaux d'exposition actuels et leur distribution, il manque des informations sur des groupes de population susceptibles d'être ou d'avoir été particulièrement exposés. C'est notamment le cas des expositions passées des travailleurs des bananeraies. De plus, il est nécessaire de penser à un dispositif qui permettra de suivre l'évolution des niveaux d'exposition, ce qui représente le critère principal pour juger de l'efficacité des actions de prévention. Enfin, il est nécessaire de réfléchir à un dispositif pour surveiller sur le long terme l'état de santé de la population antillaise. Ces différents points font l'objet des recommandations 3 à 6.

### Recommandation 3 – Améliorer la connaissance des expositions pour évaluer les risques chez des populations spécifiques

Les évaluations réalisées par l'Afssa concernent l'exposition actuelle de la population par l'alimentation. Elles sont basées sur la connaissance des habitudes alimentaires de la population générale selon différentes classes d'âge. Comme nous l'avons vu, ces résultats montrent que, même avec une estimation "basse", un pourcentage non négligeable de la population est susceptible d'ingérer des doses quotidiennes de chlordécone au-delà de la VTR. Les caractéristiques sociodémographiques de ces personnes ont été explorées, afin de mieux cibler les actions de prévention à mener dans leur direction.

Il est cependant légitime de s'interroger sur l'existence d'autres groupes de population susceptibles d'ingérer des doses quotidiennes de chlordécone au-delà de la VTR ou pour lesquelles une évaluation de risques spécifique serait pertinente en raison d'une susceptibilité

particulière. Les résultats de ces travaux devraient permettre d'orienter de nouvelles actions de prévention.

En effet, dans la situation que nous observons aux Antilles, les expositions possibles sont multiples : un individu peut être exposé selon plusieurs voies de façon contemporaine ou décalée dans le temps, toutes les populations (travailleurs de la banane, leur famille, les pêcheurs, etc.) ne sont pas ou n'ont pas été exposées de la même façon.

Nous évoquerons, plus particulièrement ici, les actions à mettre en œuvre pour choisir des scénarios spécifiques d'exposition à considérer, le rapport principal fournissant les détails sur les données et démarches qu'il conviendrait de mettre en œuvre.

Une étude pour connaître les scénarios les plus plausibles et les plus fréquents est nécessaire, sans quoi il faudra multiplier les hypothèses d'exposition sans pouvoir les valider. Elle comprendra :

- une consultation d'experts locaux pour cibler des groupes de population présentant des particularités de leur exposition actuelle ou passée ;
- une enquête auprès de ces sous-groupes de population pour connaître les scénarios les plus plausibles et les plus fréquents permettant d'estimer au mieux leurs expositions passée et/ou actuelle ;
- une consultation des experts sur les scénarios proposés avec deux objectifs :
  - sélection des scénarios pertinents (choix des situations à risque, intérêt, fréquence de situations, etc...),
  - classement des scénarios selon la faisabilité.

Il sera aussi nécessaire de promouvoir des développements méthodologiques permettant d'estimer l'exposition à des mélanges de polluants (coexposition).

Sans préjuger des résultats de ces études, les éléments disponibles sur la contamination des milieux et des vecteurs, sur les comportements (alimentaires et autres) et sur les susceptibilités aux effets du chlordécone indiquent que les populations spécifiques suivantes seront sans doute éligibles à la construction de scénarios d'expositions (actuelles et passées pour certaines) pour mieux évaluer leur risques :

- les pêcheurs et leur famille (ciblés pour une exposition par des produits de la pêche contaminés) ;
- les personnes ayant été exposées professionnellement ou paraprofessionnellement au chlordécone (pour la population particulière des travailleurs exposés au chlordécone, l'évaluation de l'exposition se fera dans le cadre de la recommandation n°5 et suppose que l'on soit en capacité de reconstituer tout ou partie de leur cohorte) ;
- les femmes enceintes et allaitantes (ciblées pour leur susceptibilité à l'exposition).

L'ensemble des réflexions menées ici est orienté vers l'exposition de la population antillaise au chlordécone. Or, cette substance n'est pas la seule à avoir été utilisée dans les cultures. D'autres pesticides devraient aussi être concernés, et ceci d'autant plus que les expositions aux divers phytosanitaires ont pu être simultanées. Ceci devrait mener, dans et au-delà du Plan chlordécone, à des travaux de toxicologie et d'épidémiologie portant sur les coexpositions, ainsi que cela a déjà été souligné.

#### **Recommandation 4 – Réaliser tous les cinq ans une étude d'imprégnation au chlordécone dans la population générale et dans des groupes cibles particuliers**

Les concentrations de chlordécone dans le sang constituent un bon indicateur de l'exposition intégrée. Des dosages de chlordécone, répétés à intervalles de temps réguliers, permettraient de connaître les niveaux d'imprégnation actuels de la population et d'observer leur évolution au cours du temps, ce qui permettrait :

- d'obtenir une "photographie" de l'imprégnation biologique, permettant de cibler les populations les plus exposées, notamment les auto-consommateurs vivant en zone dite "contaminée" ou les anciens travailleurs des bananeraies ou tout autre groupe de population identifié par les travaux menés dans le cadre de la recommandation 3 ;
- de disposer d'un état de référence de la population et de ces sous groupes permettant d'évaluer ultérieurement l'efficacité des mesures de réduction de l'exposition.

Ces enquêtes de prévalence de l'imprégnation doivent aussi concerner les produits phytosanitaires utilisés aux Antilles et pourront s'intégrer dans la stratégie nationale de biosurveillance, actuellement développée en France.

Il convient, par ailleurs, de recenser les banques de matériel biologique congelé (hémathèques, sérothèques), éventuellement constituées dans les années passées, et de pratiquer des dosages de chlordécone. Ceci permettrait de mesurer directement les niveaux d'imprégnation tels qu'ils étaient lors du prélèvement.

#### **Recommandation 5 – Mieux connaître les conséquences sanitaires de l'exposition au chlordécone chez les travailleurs exposés**

Comme l'indique le Plan chlordécone, il est nécessaire de mieux connaître les conséquences sanitaires de l'exposition au chlordécone chez les travailleurs exposés, et pour cela :

- reconstituer de la façon la plus exhaustive possible la cohorte des travailleurs de la banane qui étaient en activité lors de la période d'utilisation du chlordécone ;
- suivre cette population de travailleurs en activité ou retraités pour surveiller la décroissance des niveaux d'imprégnation au chlordécone au cours du temps ;
- mener des études et des actions de surveillance et de prévention auprès de cette population.

Une étude de faisabilité devra être pratiquée pour apprécier la possibilité de recenser auprès de diverses sources la population de travailleurs concernée, accompagnée d'une réflexion sur les actions à mener auprès de leur famille et les modalités de suivi rétrospectif et prospectif de cette population.

L'évaluation de l'exposition passée des travailleurs de la banane est indispensable pour concevoir les études et les actions de surveillance et de prévention auprès de cette population. Des outils sont à développer à partir d'une base de connaissances fondée sur les pratiques de préparation et d'épandage, afin de constituer une matrice tâches-exposition tenant compte du type d'exploitation, des dates d'application, des lieux de travail, des différentes catégories de personnel, etc.

Il sera également utile d'apprécier, pour les mêmes populations, les expositions à d'autres pesticides, si l'on veut pouvoir étudier les effets propres du chlordécone.

#### **Recommandation 6 – Améliorer le suivi à long terme de l'état de santé de la population antillaise et tout particulièrement les enfants**

Il faut ici mettre en place un dispositif permanent et pérenne qui, non seulement permettra de répondre aux questions qui se posent actuellement, mais qui servira aussi de support pour fournir des réponses aux questions qui se poseront inévitablement dans un futur plus ou moins proche. Cette surveillance doit porter sur les problèmes de santé possiblement liés à l'exposition au chlordécone, mais doit aussi inclure les problématiques nécessaires pour guider les actions de prévention, notamment les risques métaboliques (obésité, diabète) et les comportements alimentaires.

De façon générale, le Conseil recommande que tous les dispositifs de surveillance épidémiologique en population générale menés en métropole comportent systématiquement une extension et, si nécessaire, une adaptation antillaise.

Par rapport à la problématique qui nous préoccupe ici, la surveillance sanitaire a un triple intérêt : 1) identifier d'éventuelles maladies liées à l'exposition au chlordécone et aux autres pesticides et les suivre dans le temps ; 2) évaluer les actions de prévention ; 3) informer la population sur des bases aussi objectives que possible. Le premier objectif se rapproche de la recherche scientifique ; les deux autres, de l'action.

La surveillance est par nature une activité descriptive. Elle ne suffit pas, en règle générale, à identifier les causes des maladies. Il faut pour cela mettre en œuvre des protocoles spécifiques de recherche épidémiologique testant des hypothèses bien définies. Cependant, entre la surveillance et la recherche, il peut y avoir des liens étroits.

À ce titre, le Conseil se félicite de la mise en place ou du développement des registres de cancers et de malformations congénitales sur les deux îles, ainsi que du projet de développer un centre de toxicovigilance antillais, et recommande que ces dispositifs soient pérennisés.

C'est également dans cet esprit que nous recommandons la mise sur pied d'un dispositif permanent de surveillance de la santé des enfants antillais. Celui-ci servira à surveiller les évolutions de l'état de santé et aussi faciliter des études à visée étiologique.

Plusieurs opportunités existent pour bâtir ce dispositif. On peut s'appuyer sur l'expérience de Timoun pour mener un programme plus global aux Antilles. On peut aussi discuter une extension de la cohorte Elfe qui se monte en métropole (avec, s'il y a lieu, une adaptation de ses objectifs au contexte antillais).

### **6.3 APPUI À LA PRÉVENTION**

La prévention doit viser à réduire, de manière durable, les niveaux d'exposition de la population. Cet objectif doit être atteint sans provoquer des modifications de comportements alimentaires qui induiraient d'autres inconvénients. Le CS considère qu'il est justifié de mettre en place des actions de prévention, au regard de la

situation créée par l'exposition passée et actuelle au chlordécone et aux autres pesticides utilisés. De manière générale, ces mesures doivent être envisagées pour protéger la santé des populations sur un ou plusieurs siècles. Tant que la recherche n'aura pas permis de trouver une technique de dépollution/remédiation des sols, il y aura un risque d'exposition à des niveaux de chlordécone qui dépassent les valeurs tolérables.

Fondamentalement, il s'agit d'obtenir de la population qu'elle adapte, si nécessaire, son mode d'alimentation au contexte de la pollution. La modification des comportements alimentaires d'une population est une tâche ardue. Par ailleurs, dissuader la population de consommer des aliments susceptibles d'être contaminés à des concentrations importantes de chlordécone et d'autres pesticides a pour conséquence de la détourner de la consommation de légumes que l'on peut obtenir à bas coût par de l'autoproduction. Cela a deux implications qui sont liées, une sanitaire d'une part, et une économique d'autre part. Si une source de légumes bon marché vient à disparaître, ceci n'en n'impliquera pas moins qu'une fraction de la population ne pourra plus acheter autant de légumes, car ceux qui sont commercialisés à travers les circuits longs sont souvent plus chers. Dans ces conditions, il existe un risque de transfert sur un mode riche en graisses, en sel et en sucre, favorisant le surpoids et son cortège de risques cardiovasculaires. Ce risque n'est pas quantifiable, mais l'évolution générale de l'alimentation occidentale va dans ce sens et cela a constitué le fondement du PNNS. C'est pourquoi, le CS recommande que les départements antillais se dotent d'un PNNS "chlordécone et pesticides compatible", et qu'une instance spécialisée soit chargée de l'élaborer et de le mettre en œuvre.

Les recommandations 7 à 12 sont destinées à renforcer et à évaluer ces actions.

### **Recommandation 7 – Renforcer et étendre le programme Jafa**

Le CS considère que le programme Jafa, par ses objectifs et ses modalités d'intervention, est particulièrement pertinent et bien construit. Le point de départ de l'action est la connaissance des niveaux de contamination des sols croisée avec la cartographie de l'habitat. Cependant, certaines personnes qui n'habitent pas dans des zones polluées s'inquiètent de leur exposition au chlordécone. Il est légitime d'offrir une réponse à cette inquiétude. Le programme Jafa, dans son volet de diagnostic de la situation, pourrait constituer une réponse à cette demande en intégrant les principes mis en œuvre dans le PNNS.

Par ailleurs, des actions spécifiques visant à diminuer les expositions aux pesticides des femmes enceintes et des jeunes enfants doivent être initiées, sous la forme d'un programme comprenant des actions d'information particulières et d'un suivi des expositions en lien avec les médecins généralistes, les obstétriciens, les pédiatres et les sages-femmes.

Il est possible qu'à l'issue des travaux menés dans le cadre de la recommandation 3, des programmes similaires à Jafa doivent être mis en œuvre pour les populations ciblées pour leur exposition actuelle ou passée excessive.

Afin d'améliorer l'efficacité et la durabilité des programmes d'interventions auprès des populations, les stratégies de développement de ces programmes devront s'appuyer sur les connaissances apportées par des études à mettre en œuvre, pour évaluer les déterminants socioéconomiques de la production et de la vente *via* les "circuits courts" d'une part, et de l'achat et de la consommation *via* les "circuits courts" d'autre part.

### **Recommandation 8 – Envisager une approche spatialisée du risque**

Le CS a noté que de nombreux acteurs expriment une forte méfiance vis-à-vis de l'efficacité des contrôles de qualité des aliments. Un rapport récent<sup>6</sup> permet d'ailleurs de documenter ce point : il existe un déficit important de capacité de mesurage du chlordécone dans les matrices alimentaires aux Antilles. Des recommandations ont été faites pour réduire ce déficit.

Il tient cependant à mettre en garde contre une stratégie de prévention qui reposerait entièrement sur le mesurage du chlordécone dans les aliments accessibles sur le marché officiel ou officieux. Certes, s'il existait des tests rapides, comme cela fut le cas pour la maladie de la vache folle, une éradication du problème serait envisageable en retirant systématiquement les produits contaminés des circuits de consommation. Mais, même si l'on disposait d'un tel outil, on ne pourrait pas tester 100 % des productions agricoles concernées.

Le Conseil note également qu'entre 2004 et 2008, trois LMR différentes pour les mêmes produits ont été édictées. Pour pouvoir être mis sur le marché, les légumes racines ne pouvaient d'abord pas contenir de chlordécone, puis 50 µg/kg et enfin 20 µg/kg. Sur une même parcelle contaminée, des productions d'abord interdites ont été de nouveau autorisées, puis à nouveau interdites. Aussi, ces changements de norme, loin de rétablir la confiance des consommateurs dans les produits d'origine locale, sont en fait préjudiciables à la crédibilité des mesures d'évaluation et de gestion des risques, et subissent de nombreuses critiques. Elles sont vécues comme trop strictes, s'inscrivant dans une "précaution excessive" ou une "politique du parapluie" par une partie des agriculteurs ou des pêcheurs. Symétriquement, la double norme de 20 µg/kg pour les produits cultivables localement contre 10 µg/kg pour les produits non cultivés aux Antilles alimente le schéma du laisser-faire des autorités publiques, voire de l'empoisonnement autorisé des Antillais. Ces changements n'ont pas été publiquement justifiés par des arguments scientifiques. Beaucoup ressentent une impression de flou sur cette question et ne comprennent pas pourquoi, s'agissant d'un produit toxique, une LMR de zéro n'a pas été promulguée. D'ailleurs, l'étude de l'Inpes montre que la gestion publique de ce dossier fait l'objet de critiques de la part d'une majorité de la population, et plus en Guadeloupe qu'en Martinique. Près de 8 personnes sur 10 pensent que les pouvoirs publics "cachent des choses".

Or, en matière de gestion des risques sanitaires de l'environnement, la confiance est un paramètre clé qui conditionne l'efficacité de l'action. Il est clair que la population a une grande attente en matière de prévention. Il est intéressant ici de noter que les personnes les mieux informées sur la réalité du risque sont aussi celles qui sont le moins critiques sur la gestion du dossier. La qualité et la quantité d'informations délivrées à la population sur ce dossier sont donc les piliers d'une politique de prévention.

<sup>6</sup> Fourgeaud P, Jédon B, Munoz JF, Richard A. Mission d'appui technique sur l'équipement et le renforcement des capacités d'analyses des laboratoires des deux départements antillais concernant le chlordécone. Conseil général de l'agriculture, de l'alimentation et des espaces ruraux, Direction générale de la santé, Paris, Agence française de sécurité sanitaire des aliments, Institut national de recherche agronomique, mars 2009.

Dans ce contexte, le CS recommande ici que soit mise à l'étude, par un groupe de travail dédié, la possibilité que le contrôle de qualité s'exerce non seulement au niveau des aliments, mais aussi au niveau géographique sur les parcelles cultivées, en complément des obligations actuelles d'autocontrôle de la teneur en chlordécone des soles maraîchères. Cela aurait l'avantage d'être un outil de contrôle moins onéreux et de regagner la confiance de la population, puisque ce contrôle pourrait être fait par les services publics, mais aussi par les citoyens et les associations. Une gestion spatiale du problème aurait aussi un autre intérêt majeur : redonner une visibilité à une question trop souvent traitée de façon fantasmagorique parce qu'elle reste encore trop abstraite.

Plusieurs conditions sont nécessaires pour qu'une gestion spatiale des expositions puisse se mettre en place :

- une connaissance fiable et précise des sols pollués par le chlordécone ;
- une connaissance des facteurs influençant les transferts sol-plante ;
- l'élaboration d'un système d'alerte simple qualifiant les sols où certaines cultures sont interdites totalement, partiellement ou sans restriction.

Le CS n'a pas la compétence géologique et agronomique en son sein pour être plus précis dans cette approche. Il ne peut pas prendre position sur son efficacité et sa faisabilité. Mais il est persuadé qu'un dispositif de ce type doit être étudié, car s'il s'avérait faisable, alors cela faciliterait considérablement le travail de prévention. De ce point de vue, les travaux de recherche menés par l'Inra et le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement aux Antilles sont d'une grande importance. Le récent rapport de l'OPECST émet des propositions qui vont exactement dans le même sens.

### **Recommandation 9 – Aucune action nouvelle de dépistage n'est justifiée**

La justification première d'un dépistage est l'idée qu'un diagnostic précoce est susceptible d'améliorer le pronostic d'une maladie. "Dépister" consiste à réaliser, au sein d'un groupe de personnes ne présentant pas de symptômes apparents de cette maladie, des tests simples et rapides permettant de distinguer celles qui ont un risque faible d'être porteuses de la pathologie en question (elles ne feront l'objet d'aucune investigation supplémentaire) et celles dont le risque est suffisamment élevé pour justifier la poursuite de la procédure diagnostique.

Cinq sortes de critères doivent être passées en revue pour s'assurer qu'un dépistage a réellement un intérêt : médicaux, épidémiologiques, économiques, éthiques et stratégiques. Il s'agit de s'assurer que le dépistage permet effectivement d'atténuer des problèmes de santé et qu'il ne se contente pas d'allonger la durée pendant laquelle les personnes se savent malades. Il faut donc que le dépistage puisse conduire à modifier le processus de la maladie, qu'il repose sur des tests qui soient valides et fiables, qu'il soit possible d'atteindre une part importante de la population cible, que la procédure soit acceptable par la population et les professionnels de santé, et qu'il soit organisé de façon à garantir la qualité de l'ensemble des procédures.

Dans le cas présent, au regard de la problématique du chlordécone, trois types de maladies font l'objet de fréquentes demandes, par les parties prenantes, de mise en place d'un dépistage systématique : le cancer de la prostate, les syndromes parkinsoniens et la puberté précoce. En ce qui concerne certaines pathologies néonatales, elles font déjà l'objet d'un dépistage en routine.

Le CS considère que les critères permettant de conclure au bien-fondé d'un dépistage en population générale ne sont réunis pour aucun de ces problèmes (malformations congénitales mises à part). Il ne recommande donc pas d'organiser de campagnes de dépistage dans le contexte scientifique et médical actuel.

Dans le cas particulier du cancer de la prostate chez l'homme, qui soulève des inquiétudes compréhensibles en raison de sa fréquence élevée dans les populations antillaises, la principale raison qui s'oppose à la mise en place d'un dépistage en population générale est l'absence de preuves expérimentales qu'un diagnostic précoce améliore la durée et/ou la qualité de vie. Plusieurs essais randomisés sont actuellement en cours sur cette question au plan international.

Pour les syndromes parkinsoniens, le dépistage n'est pas faisable faute d'un test de dépistage validé. D'autre part, en l'absence de traitement neuroprotecteur, un diagnostic très précoce n'est pas indispensable. Pour la puberté précoce, il n'existe pas non plus de test de dépistage ni de preuve de l'intérêt d'un diagnostic précoce.

### **Recommandation 10 – Favoriser une dynamique sociale favorable à la prévention**

Renforcer la prévention implique donc d'organiser une mobilisation durable sur des bases objectives des autorités publiques, des acteurs économiques, des professionnels de la santé, de l'éducation, de l'information, et de la population elle-même au travers, notamment, de ses relais associatifs.

La récente étude de l'Inpes sur les connaissances et perceptions des Antillais montre que les effets du chlordécone ne figurent pas dans le peloton de tête des risques sanitaires perçus. Elle fournit des éléments encourageants en termes de prévention :

- plus de 80 % des personnes interrogées ont entendu parler du problème ;
- la connaissance des vecteurs de la pollution est globalement correcte ;
- 40 % des personnes affirment avoir changé leurs habitudes alimentaires du fait de la contamination par le chlordécone, ce qui montre une certaine réceptivité et une volonté d'agir.

D'autres résultats soulèvent des difficultés qu'il faut essayer de lever :

- la notion de groupe à risque élevé n'est pas comprise : près de 60 % des Antillais considèrent que tout le monde est concerné de la même façon ;
- près de 40 % de la population considère qu'il est trop tard pour agir ou alors qu'elle ne sait pas quoi faire, ce qui reflète un certain fatalisme.

Le Conseil recommande que cette étude soit approfondie et renouvelée périodiquement.

L'information de la population est un élément clé pour la prévention durable. Elle est nécessaire à la prise de conscience de la nécessité de faire des efforts pour éviter le contact avec le chlordécone et à la transparence sans laquelle il ne peut pas y avoir de confiance. Une information générale et permanente doit être organisée, de même que des actions visant des groupes particuliers. Cette information doit avoir un contenu concret et, pour cela, un travail de repérage des questions que se posent les Antillais doit être mené.

L'information doit reposer sur des bases partagées par tous les acteurs et rassemblées dans un système d'information géographique accessible par Internet. Ce système doit agréger toutes les données disponibles en les ramenant, quand cela est possible, à une base géographique définie et aussi détaillée que possible. Ce système devrait servir de base à la gestion spatialisée et cartographiée que le CS recommande de mettre à l'étude (voir recommandation 8) en plein accord avec l'OPECST.

Un dispositif spécifique pour les professionnels de santé, leur donnant accès aux éléments scientifiques de ce dossier, doit être créé et régulièrement mis à jour. Ce dispositif comprendrait un site Internet dédié en lien avec celui de l'Observatoire des résidus de pesticides. Il serait également utile de former une dizaine de "conseillers chlordécone" sur les deux îles, auxquels les praticiens pourraient s'adresser en cas de besoin.

Le CS insiste aussi sur l'importance de l'implication des professionnels de la santé dans la lutte contre le chlordécone. Si les médecins, les pharmaciens, les infirmiers véhiculent des messages erronés, cela peut réduire à néant les campagnes d'information les plus ambitieuses. Si, au contraire, ces professionnels adhèrent à la stratégie préventive, celle-ci aura une chance accrue d'être efficace. Il convient donc non seulement de considérer ces professionnels comme une cible d'actions à part entière, mais aussi de les associer le plus en amont possible dans la définition des objectifs et des modalités de prévention.

### **Recommandation 11 – Évaluer la prévention**

En référence aux figures 1 et 2 qui fournissent une représentation globale de la situation, deux types d'évaluation doivent être envisagés : d'une part l'évaluation des actions et, d'autre part, l'évaluation de la santé. Ces deux points se recoupent, mais ils mettent en œuvre des outils de portée différente.

L'évaluation des actions est une démarche scientifique visant à mesurer l'efficacité des outils de prévention. Par exemple, pour informer la population des sources d'exposition au chlordécone, vaut-il mieux utiliser les médias télévisuels ou des relais plus ciblés et plus locaux ? Nous recommandons que chaque action de prévention inclut, dans ses modalités, un processus d'évaluation de l'atteinte des objectifs.

Mais *in fine*, ce qui compte est de savoir si ces actions vont améliorer l'état de santé de la population. Pour cela, il est nécessaire d'avoir une approche descriptive et chronologique, c'est-à-dire un modèle de surveillance sanitaire et environnementale. Son avantage est qu'il fournira des tendances et chacun saura ainsi si on va dans le bon sens. L'inconvénient est que les évolutions constatées pourront avoir plusieurs causes et pas seulement la diminution du niveau d'exposition au chlordécone. Un compromis est possible si l'on place correctement les capteurs d'information, et c'est ici que les schémas écosystémiques sont utiles.

Chaque case de la figure 2 doit être documentée par un indicateur. Le contrôle des eaux d'alimentation et le programme Jafa en fournissent certains. Les principaux déficits à combler sont :

- la contamination des produits de la mer et de la pisciculture ;
- l'exposition des pêcheurs et de leurs familles ;
- l'exposition des femmes enceintes ;
- la santé des enfants.

### **Recommandation 12 – Donner à la recherche une organisation pérenne**

La pollution par le chlordécone a déjà donné lieu à un important effort scientifique. Mais le niveau de l'exposition, les inquiétudes qui se sont exprimées et les incertitudes persistantes qui empêchent de donner des réponses claires aux questions légitimes de la population justifient que cet effort soit poursuivi dans la durée. Ceci suppose que les Antilles disposent d'une infrastructure scientifique à la hauteur de ces enjeux, permettant que les travaux de recherches en santé environnementale puissent contribuer aussi bien à l'avancée des connaissances qu'à la surveillance sanitaire.

Les études que nous recommandons devraient faire l'objet d'un programme spécifique coordonné, doté d'un CS, en complément des mécanismes habituels d'évaluation des projets préalables à leur financement par les organismes comme l'ANR. Le CS suggère que pour fournir une base stable à ce programme, en particulier sur les aspects épidémiologiques, soit mise à l'étude la création d'une structure associant des scientifiques provenant de l'Inserm, de l'InVS et de l'Université des Antilles et de la Guyane, permettant la mise en place d'études portant sur les risques sanitaires entraînés par des expositions environnementales et professionnelles. Une telle structure pourrait être intégrée à l'Irset, en cours de constitution.

## 7. Priorités

Le CS souhaite en conclusion souligner qu'il s'est efforcé de retenir des propositions importantes pour améliorer l'état de santé des populations antillaises et justifiées par le manque de connaissances scientifiques. Par conséquent, elles ont toutes leur importance. Cependant, elles ne pourront pas être mises en œuvre simultanément. Cela n'est pas tant dû aux limites budgétaires qu'aux limites des compétences disponibles, en particulier en Guadeloupe et en Martinique.

C'est pourquoi le CS met l'accent pour terminer sur les propositions qui lui semblent structurantes en termes de développement scientifique, dans l'optique d'offrir aux populations des réponses aux légitimes questions qu'elles se posent sur les menaces qui pèsent sur leur santé en raison de leur exposition au chlordécone.

De ce point de vue, deux recommandations prennent une place première :

- la mise en place d'un suivi à long terme de l'état de santé des enfants antillais ;
- la réalisation périodique d'études d'imprégnation au chlordécone.

Telles sont les analyses qui ressortent de nos travaux et que nous proposons maintenant de débattre avec les scientifiques et les acteurs locaux.

## Impact sanitaire de l'utilisation du chlordécone aux Antilles françaises : recommandations pour les recherches et les actions de santé publique

Octobre 2009

La Martinique et la Guadeloupe subissent encore aujourd'hui une pollution de l'environnement par le chlordécone, un insecticide organochloré employé de 1973 jusqu'en 1993 dans les bananeraies. La persistance du chlordécone dans les sols consacrés à la culture de la banane, sa présence dans les eaux de rivières et les sédiments, la contamination de certaines espèces de la faune sauvage et de la chaîne alimentaire soulèvent des inquiétudes sanitaires en raison de sa toxicité.

L'action 16 du Plan d'action chlordécone 2008-2010 demandait à l'Institut de veille sanitaire et à l'Institut national de la santé et de la recherche médicale de réunir un comité scientifique international pour proposer des recherches complémentaires et des mesures de renforcement de la surveillance de l'impact sanitaire des pesticides.

Le Conseil scientifique a analysé les connaissances scientifiques et médicales disponibles et rencontré de nombreux acteurs. Il souligne que si les risques liés à l'exposition au chlordécone ne sont pas parmi les principaux problèmes de santé qui affectent les Antillais, ils n'en constituent pas moins un enjeu important qui doit être traité sérieusement et sur une durée prévisible de plusieurs dizaines d'années. Il a proposé les 12 recommandations suivantes : 1) développer la recherche toxicologique ; 2) poursuivre et renforcer la recherche épidémiologique ; 3) améliorer la connaissance des expositions ; 4) études d'imprégnation par le chlordécone ; 5) mieux connaître les conséquences sanitaires de l'exposition au chlordécone chez les travailleurs exposés ; 6) suivre l'état de santé de la population antillaise et tout particulièrement les enfants ; 7) renforcer et étendre le programme Jafa ; 8) envisager une approche spatialisée du risque ; 9) pas d'action nouvelle de dépistage ; 10) favoriser une dynamique sociale favorable à la prévention ; 11) évaluer le Plan chlordécone ; 12) organiser durablement la recherche en santé environnementale dans les départements français d'Amérique.

**Mots clés :** pesticide, chlordécone, recommandation, Antilles françaises, impact, VTR, exposition professionnelle, population générale, exposition environnementale, évaluation risque, prévention

### Impact on the health of the population due to the use of chlordecone in the French West Indies : Recommendations for research et public health actions

October 2009

*Martinique and Guadeloupe still suffer from serious environmental pollution by chlordecone, an organochlorine pesticide used between 1973 and 1993 in banana crops. Since chlordecone is persistent in the environment and contaminates sediments and fresh waters, its bioaccumulation in the food chain is a growing concern considering its human toxicity.*

*Action 16 of the 2008-2010 Chlordecone Plan asked the French Institute of Public Health Surveillance (InVS) and the National Institute of Health and Medical Research (INSERM) to convene an international scientific committee to propose further research and measures to strengthen health surveillance, and monitor the health impact of pesticides.*

*The members of the scientific committee conducted a scientific and medical review, met the main stakeholders. They concluded that, even the health risks linked to chlordecone are not the priority health problems affecting this population; they represent an important issue which will last for many years and need a serious empowerment. Finally, they identified the following twelve recommendations: 1) develop toxicological research; 2) continue and strengthen epidemiological research; 3) monitor the status of human health as well as exposures; 4) conduct biological impregnation studies; 5) strengthen knowledge on health consequences of the past occupational exposure to chlordecone; 6) monitor the French West Indies population health, particularly children; 7) strengthen and develop the public health program which is currently launched to prevent exposure from self garden products; 8) develop spatial representations of risks; 9) no new screening action; 10) promote a social dynamics for exposure prevention; 11) evaluation of the Chlordecone Plan; 12) organize sustainable environmental health research in the French West Indies.*

Citation suggérée :

InVS-Inserm. Impact sanitaire de l'utilisation du chlordécone aux Antilles françaises – Recommandations pour les recherches et les actions de santé publique – Synthèse - Octobre 2009. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, janvier 2010, 26 p. Disponible sur : [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)

**INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE**

12 rue du Val d'Osne

94 415 Saint-Maurice Cedex France

Tél. : 33 (0)1 41 79 67 00

Fax : 33 (0)1 41 79 67 67

[www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)

ISSN : 1956-9719

ISBN : 978-2-11-099062-4

ISBN-NET : 978-2-11-099101-0

Tirage : 320 exemplaires

Impression : France Repro –

Maisons-Alfort

Réalisé par Diadeis-Paris

Dépôt légal : janvier 2010