

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 28 novembre 2022

Avis de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

**relatif à la réévaluation des risques sanitaires prenant en compte la
construction et la mise à jour de valeurs sanitaires de référence (externe et
interne) du chlordécone**

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont publiés sur son site internet.

L'Anses a été saisie le 10 juillet 2018 par la Direction générale de l'alimentation (DGAL), la Direction générale de la santé (DGS) et la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) pour la réalisation de l'expertise suivante : saisine de l'Anses relative aux valeurs sanitaires de référence pour le chlordécone.

Cet avis fait suite à une première réponse ayant porté uniquement sur la mise à jour des valeurs sanitaires de référence du chlordécone (Anses, 2021). Il constitue la réponse à la deuxième partie de la saisine qui porte sur la mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition au chlordécone aux Antilles. Une troisième partie portant sur l'étude exhaustive de l'ensemble des leviers d'action pour diminuer les expositions alimentaires de la population (en intégrant notamment les enseignements de l'étude ChlorExpo) finalisera cette expertise.

1 CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

Dans le cadre du plan Chlordécone 3 (2014-2020), l'Anses et Santé publique France (SpF) ont été saisies pour réévaluer les niveaux d'exposition de la population antillaise au chlordécone et les risques associés afin d'adapter les mesures de gestion de ces risques.

L'étude Kannari a été mise en place en 2013-2014 afin d'actualiser les connaissances sur l'exposition alimentaire au chlordécone (volet « exposition ») et de décrire les niveaux d'imprégnation¹ de la population générale résidant en Martinique et en Guadeloupe (volet « imprégnation »). Cette étude avait enfin pour objectif l'amélioration des recommandations visant à réduire les expositions alimentaires au chlordécone.

L'Anses a produit un rapport et émis un avis en décembre 2017 relatif à l'actualisation des données d'exposition par voie alimentaire afin d'évaluer les risques pour la population antillaise et d'émettre des recommandations de consommation dans le cadre du projet Kannari « Santé, nutrition et exposition au chlordécone aux Antilles » (Anses, 2017).

A la suite de la publication par SpF du volet relatif aux données d'imprégnation de l'étude Kannari (Dereumeaux et Saoudi, 2018) et compte-tenu du contexte de forte préoccupation de la population antillaise au regard des données d'exposition interne², il est apparu nécessaire aux ministères de pouvoir disposer d'une valeur toxicologique de référence (VTR) interne³ pour interpréter ces données.

Aussi, dans le cadre de la préparation de la restitution des travaux de l'étude Kannari, par SpF et l'Anses, aux Agences Régionales de Santé (ARS), aux préfetures et à leurs services, le 13 juin 2018, ainsi qu'au comité de pilotage du plan Chlordécone, le 20 juin 2018, les deux agences (Anses et SpF) ont proposé que soit conduite une expertise pluridisciplinaire afin de définir une VTR interne et, à cette occasion, de réexaminer les VTR externes⁴. Ce travail visait à la fois à assurer la cohérence temporelle des valeurs sanitaires de référence utilisées pour interpréter les deux volets de l'étude Kannari, ainsi qu'à prendre en compte les données scientifiques les plus récentes, comme le recours à un modèle pharmacocinétique à base physiologique (PBPK).

Dans ce contexte, il a été demandé à l'Anses de mener une expertise afin de proposer une VTR interne et, à cette occasion, de réexaminer les VTR externes par voie orale, notamment en complétant les analyses antérieures par la prise en compte des nouvelles études épidémiologiques concernant l'exposition interne globale des populations. Si les VTR devaient être modifiées, il serait demandé à l'Anses de reconsidérer ses précédentes recommandations toujours dans l'objectif de réduction de l'exposition de la population antillaise au chlordécone, en particulier pour les populations les plus exposées ou vulnérables.

Dans son avis du 11 février 2021 (révisé le 29 novembre 2021), qui constitue la première réponse à cette saisine, l'Anses a défini une VTR chronique externe de $0,17 \mu\text{g} (\text{kg pc})^{-1} \text{j}^{-1}$ (en remplacement de celle à $0,5 \mu\text{g} (\text{kg pc})^{-1} \text{j}^{-1}$ établie en 2003) et une VTR chronique interne de $0,40 \mu\text{g L}^{-1}$ de plasma.

Le présent avis porte sur l'interprétation des données d'imprégnation et d'exposition issues de l'étude Kannari (2013-2014), au regard des nouvelles VTR (interne et externe) établies en

¹ Dans cette expertise, les données d'imprégnation correspondent à des mesures de chlordéconémie plasmatique ou sérique. Elles sont considérées comme des données d'exposition interne.

² Mesures de chlordéconémie sérique.

³ Une VTR interne correspond à un niveau de charge corporelle en-dessous duquel la probabilité d'apparition d'effets sur la santé est considérée comme négligeable chez l'Homme. Elle est utile lorsque les substances sont persistantes et que leur toxicité dépend de la charge corporelle totale plutôt que de l'exposition à un temps donné. Elle permet de rendre compte des expositions intégrées (voies respiratoire, digestive, cutanée).

⁴ VTR externe chronique et VTR externe aiguë.

2021 par l'Anses. Un travail complémentaire d'actualisation des expositions alimentaires a été réalisé avec l'intégration de nouvelles données de contamination des aliments issues des plans de surveillance et de contrôle menés depuis 2015. De même, une analyse des premiers leviers d'action pour diminuer les expositions a été conduite. Enfin, une expertise supplémentaire examinant l'intérêt de prendre en compte la co-exposition à d'autres contaminants dans l'évaluation des risques liés à l'exposition au chlordécone aux Antilles (avec notamment l'exemple des organochlorés) complète cet avis.

2 ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été conduite dans le respect de la norme NF X50-110 « Qualité en expertise - Prescriptions générales de compétence pour une expertise (mai 2003) ».

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet : <https://dpi.sante.gouv.fr/>.

L'expertise relève du domaine de compétences du Comité d'experts spécialisé (CES) « Évaluation des risques physico-chimiques dans les aliments » (ERCA). Le CES ERCA a mandaté sept experts rapporteurs, dont l'expertise a été présentée et discutée en séance les 16 février, 9 mars, 12 mai, 17 juin 2022, 5 juillet, 23 septembre suivis d'une validation définitive le 26 octobre 2022.

Le CES ERCA a également pu s'appuyer sur le GT Exposome, groupe de travail placé sous l'égide du Conseil scientifique de l'Anses, pour investiguer l'intérêt de prendre en compte la co-exposition à d'autres contaminants chimiques dans l'évaluation des risques liés à l'exposition au chlordécone aux Antilles. Cette expertise complémentaire a été réalisée sur la base d'un rapport élaboré par un membre du CES ERCA et d'apports proposés par le GT Exposome, entre décembre 2021 et juin 2022.

La liste des différents intervenants ayant participé à cette expertise figure en annexe 1.

3 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES A PARTIR DES DONNEES D'IMPREGNATION

3.1 Description des données d'imprégnation (étude Kannari, novembre 2013 - juin 2014)

3.1.1 Description de l'étude

Le volet « imprégnation » de l'étude Kannari a été conçu pour décrire l'imprégnation de la population antillaise par le chlordécone et d'autres composés organochlorés (PCB, HCH, HCB, DDT et DDE) et quantifier les déterminants des niveaux d'imprégnation au chlordécone (Dereumeaux et Saoudi, 2018). La population ciblée était l'ensemble de la population générale résidant en Martinique et en Guadeloupe depuis au moins six mois (et restée sur place dans les 3 mois suivant le premier entretien avec l'enquêteur) et âgée de 18 ans et plus.

Le tirage des foyers à enquêter a été réalisé d'après la liste des logements établie lors du recensement de l'Insee de 2012, sachant que les logements comprenant une personne vivant de la pêche faisaient systématiquement l'objet d'enquêtes⁵.

Les enquêtes ont été menées auprès de 1799 foyers, de septembre à décembre 2013 en Guadeloupe et en janvier 2014 en Martinique. Des enquêteurs se sont rendus aux domiciles tirés au sort pour remplir des questionnaires en face à face (données sur l'état de santé, consommations alimentaires, modes de vie, caractéristiques socio-démographiques). Les personnes ont été pesées, leur taille, leur tour de hanche et leur tension artérielle ont été mesurées. Une demande de consentement pour un prélèvement biologique a également été faite sur place. Pour les individus qui ont accepté de participer au volet « imprégnation » de l'étude (742 individus adultes au total, dont 292 en Guadeloupe et 450 en Martinique), un prélèvement a été organisé par la suite soit dans un laboratoire soit à domicile. Les prélèvements de sang ont été réalisés entre novembre 2013 et juin 2014.

Les prélèvements (70 mL par individu) ont été stockés au réfrigérateur à +4°C avant analyse. L'extraction du sérum a été réalisée dans les 4 heures suivant le prélèvement. Les extraits de sérum ont ensuite été stockés (à +4°C) en attendant leur transfert (dans les 24 heures suivant le prélèvement) vers l'Institut Pasteur de Guadeloupe (IPG) ou le CHU de Martinique (CeRBiM) pour y être aliquotés puis congelés à -80°C. L'échantillothèque complète, conservée au CeRBiM, a été transférée (entre -80°C et -60°C) en moins de 96 heures pour analyse au Laboratoire d'écologie animale et d'écotoxicologie de l'Université de Liège (LEAE), en Belgique.

La méthode d'analyse repose sur la chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à capture d'électrons (GC-ECD) et en chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse en tandem (GC-MS/MS) pour confirmer les teneurs les plus élevées. Les limites de détection (LOD) et de quantification (LOQ) sont respectivement de 0,02 µg/L et 0,06 µg/L de sérum.

Les dosages biologiques ont été réalisés entre octobre 2014 et juin 2015. Les résultats de dosage transmis par le laboratoire ont ensuite été examinés par SpF afin de garantir la robustesse des données produites.

Concernant la représentativité de cette étude, SpF précise que, en ce qui concerne les données recueillies en Martinique, et « sur la base des informations disponibles, il n'est pas possible d'affirmer ou d'infirmer l'élimination des différents biais potentiels générés par la non-réponse après pondération⁶. Néanmoins, il s'agit du premier échantillon de cette taille disponible en Martinique en population générale et les indicateurs⁷ produits sont suffisamment robustes pour estimer les niveaux d'imprégnation par le chlordécone et les autres composés organochlorés en population générale ».

Concernant la Guadeloupe, SpF estime de la même façon que « sur la base des informations disponibles, il n'est pas possible d'affirmer ou d'infirmer l'élimination des différents biais potentiels générés par la non-réponse après pondération. Néanmoins, la taille de l'échantillon est le plus élevé disponible en population générale en Guadeloupe et les indicateurs produits

⁵ Ce ciblage sur les foyers abritant au moins une personne vivant de la pêche tient au fait que l'étude Kannari visait à identifier des groupes de population particulièrement exposés par voie alimentaire au chlordécone, notamment les autoconsommateurs de produits de la pêche.

⁶ La non-réponse correspond ici à la différence entre le nombre d'individus initial dans l'étude Kannari (ceux inclus dans l'enquête) et le nombre d'individus ayant accepté au final d'être prélevés (participant au volet « imprégnation »). Pour certaines catégories d'individus, le taux de non-réponse était élevé, limitant les interprétations possibles des données pour ces catégories d'individus. Des précisions supplémentaires sur ces aspects sont apportées au chapitre 5.2 Incertitudes et limites liées aux données d'imprégnation).

⁷ Moyenne, médiane et autres centiles.

sont suffisamment robustes pour estimer les niveaux d'imprégnation par le chlordécone et les autres composés organochlorés en population générale. »

3.1.2 Lieu de résidence

Dans le rapport de SpF, il est précisé que :

« Les expositions potentielles au chlordécone liées au lieu de résidence ont été estimées à travers la classification des îlots de l'Insee⁸ en zone de contamination terrestre et/ou maritime par le chlordécone. Ce travail, réalisé par la Cire⁹ Antilles-Guyane s'appuie sur :

- la cartographie de la contamination des sols par le chlordécone, fondée sur l'occupation rétrospective en bananeraies pendant la période d'application du chlordécone, telle que fournie par les Directions de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DAAF) de Martinique et Guadeloupe ;
- les zones littorales faisant l'objet d'une interdiction de pêche (toute interdiction) en 2013.

À l'issue de ce travail, un îlot (tel que défini par l'Insee) est classé :

- **en zone [réputée] de contamination terrestre** dès lors qu'il contient une parcelle présentant un risque de contamination par le chlordécone ;
- **en zone [réputée] de contamination maritime** dès lors que son littoral est inclus dans une zone d'interdiction de pêche ;
- **en zone [réputée] de contamination terrestre et maritime** lorsqu'il qu'il contient une parcelle présentant un risque de contamination par le chlordécone et que son littoral est situé en zone d'interdiction de pêche ».

Une zone réputée non contaminée correspond à un îlot qui ne contient aucune parcelle présentant un risque de contamination par le chlordécone, et aucun littoral incluant une zone d'interdiction de pêche.

Cette cartographie est fondée sur l'occupation rétrospective en bananeraies, pendant la période d'application du chlordécone et s'appuie sur différents paramètres permettant d'évaluer la probabilité qu'une parcelle soit polluée à des niveaux plus ou moins élevés (occupation des sols par les bananeraies, pression parasitaire liée à la pluviométrie moyenne, différents types de sols et capacité de rétention, quelques prélèvements de sols). Cette cartographie ne représente donc pas la situation réelle de pollution de chaque parcelle, mais permet d'apprécier le risque que l'îlot soit contaminé.

3.1.3 Méthodes suivies pour l'analyse statistique des données d'imprégnation

L'analyse statistique des données d'imprégnation réalisée par l'Anses s'est appuyée sur la méthode appliquée par SpF en 2018. Seule la population adulte, âgée de 18 à 88 ans, a été incluse dans le volet « imprégnation ». Des échanges ont eu lieu entre l'Anses et SpF afin d'harmoniser les méthodes utilisées pour le calcul des niveaux d'imprégnation de chlordécone dans la population antillaise.

Plan de sondage et pondérations

Le plan d'échantillonnage est un plan de sondage comportant quatre strates :

- la première strate concerne les logements de pêcheurs avec une enquête exhaustive ;

⁸ Les îlots de l'Insee sont visualisables dans l'Annexe 1 du rapport Kannari de Santé publique France.

⁹ Cire : Cellules interrégionales d'épidémiologie. Elles sont placées sous la responsabilité scientifique de SpF

- la deuxième strate concerne les logements situés dans des îlots littoraux (hors logements de pêcheurs) ;
- la troisième strate concerne les logements individuels situés dans des îlots réputés contaminés au chlordécone (hors logements de pêcheurs et îlots littoraux) ;
- la quatrième strate concerne les autres logements.

Dans chaque strate, des foyers ont été tirés au sort. Ensuite, un seul adulte (≥ 18 ans) a été tiré au sort (par la méthode de Kish) parmi les membres éligibles¹⁰ du foyer.

Afin que les individus sondés soient représentatifs de la population antillaise, deux pondérations ont été calculées pour les participants des volets « exposition » et « imprégnation » respectivement, au regard des caractéristiques connues de la population antillaise (par exemple l'âge et le sexe ou d'autres variables descriptives de l'individu et de son environnement). Le passage du volet « exposition » au volet « imprégnation » de l'étude Kannari a, en effet, entraîné une perte importante des participants (de nombreuses personnes ayant refusé la prise de sang¹¹) nécessitant ainsi la deuxième pondération pour que l'échantillon de répondants au volet « imprégnation » soit également représentatif de la population antillaise.

Le détail du processus de pondération, les statistiques descriptives des poids de sondage calculés et l'évaluation de la représentativité de l'échantillon sont présentés en annexe 2 du rapport de SpF de 2018.

Le plan de sondage, comprenant la stratification et les pondérations, a été pris en compte dans toutes les analyses statistiques en utilisant le package R *survey* (Lumley 2004, 2010).

Traitement des données censurées et manquantes

Deux niveaux de censure ont été identifiés dans les données d'imprégnation au chlordécone : d'une part, lorsque les résultats sont inférieurs à la limite de détection LOD¹² (présence de chlordécone non détectée par l'outil de mesure) et d'autre part, lorsque les résultats sont supérieurs à la LOD mais inférieurs à la limite de quantification LOQ (présence de chlordécone détectée mais non quantifiée par l'outil de mesure).

Les données censurées ont été traitées par l'Anses par la méthode d'imputation simple¹³, qui a consisté à remplacer les données censurées par des valeurs aléatoires inférieures à la LOD ou à la LOQ.

Estimation des centiles d'imprégnation

Pour chaque estimation des paramètres d'intérêt (moyenne géométrique et centiles), un rééchantillonnage aléatoire (*bootstrap*) de 1 000 réplicats de niveaux de chlordécone a été

¹⁰ Pour rappel, l'éligibilité pour le volet « imprégnation » était conditionnée par le fait de résider aux Antilles françaises depuis au moins six mois (et être resté sur place dans les 3 mois suivant le premier entretien avec l'enquêteur).

¹¹ Sur les 1799 foyers inclus dans l'étude Kannari, 742 prélèvements de sang ont pu être réalisés (refus de prélèvement, personne injoignable, prélèvements non réalisés...).

¹² Entre 5 et 8% des données sont inférieures à la LOD. Entre 17 et 18 % des données sont inférieures à la LOQ.

¹³ SpF a traité les données censurées par la méthode d'imputation multiple, qui a consisté à générer 50 bases de données différentes avec des valeurs de remplacement (inférieures à la LOD ou à la LOQ) pour les données censurées. Chaque base de données complète a été analysée séparément par des méthodes standards et a fourni des estimateurs du paramètre d'intérêt (moyenne géométrique, centiles, etc.) qui ont ensuite été combinés pour tenir compte de l'incertitude résultant de la méthode d'imputation multiple.

généralisé à partir des valeurs brutes, afin de permettre d'estimer la moyenne et les intervalles de confiance associés, correspondant aux centiles 2,5% et 97,5% des répliqués.

Tests de significativité

Afin d'évaluer la nature des liens potentiels entre les variables considérées (île, âge, genre, contamination terrestre, contamination maritime et IMC) et le dépassement de la VTR interne, un modèle linéaire généralisé (quasi-binomial)¹⁴ a été appliqué.

3.1.4 Présentation des données d'imprégnation

Les distributions des concentrations sériques en chlordécone des populations adultes de Guadeloupe et de Martinique sont présentées dans le tableau 1. Comme indiqué précédemment, les centiles ont été estimés à partir de tirages aléatoires (*bootstrap*), tout en prenant en compte le plan du sondage, ce qui explique quelques faibles différences avec les valeurs présentées dans le rapport de SpF.

¹⁴ Un modèle quasi-binomial a été utilisé ici car l'objectif est de classer les données en deux classes (dépassement de la VTR ou non dépassement). La variable de réponse calculée par ce modèle se présente sous la forme d'une probabilité de dépasser la VTR déterminée en fonction de variables explicatives (âge, poids, etc.).

Tableau 1 : Distribution des concentrations sériques de chlordécone ($\mu\text{g L}^{-1}$) des populations guadeloupéennes et martiniquaises enquêtées lors de l'étude Kannari (2013-2014)

Îles	Caractéristiques démographiques		Concentrations sériques en chlordécone ($\mu\text{g L}^{-1}$)						
	n	MG*	P10	P25	P50	P75	P90	P95	
Guadeloupe	Total								
	Tous	292	0,13 [0,10-0,16]	0,03	0,06	0,12	0,26	0,65	1,25 [0,71-2,35]
	Âge (ans)								
	19-39	60	0,09 [0,06-0,15]	0,01	0,03	0,1	0,24	0,51	1,08 [0,33-8,39]
	40-59	142	0,16 [0,12-0,21]	0,04	0,07	0,15	0,26	0,81	1,66 [0,61-3,37]
	60 et plus	90	0,15 [0,11-0,20]	0,05	0,07	0,12	0,25	0,67	1,34 [0,64-2,26]
	Genre								
	Femme	186	0,13 [0,10-0,18]	0,03	0,06	0,13	0,27	0,77	1,26 [0,60-2,35]
	Homme	106	0,12 [0,09-0,17]	0,02	0,05	0,12	0,23	0,51	1,29 [0,54-3,52]
	IMC								
	Maigre/Normal	101	0,10 [0,07-0,15]	0,02	0,04	0,09	0,2	0,38	1,83 [0,34-9,60]
	Surpoids	109	0,12 [0,09-0,17]	0,02	0,07	0,14	0,22	0,51	1,20 [0,42-2,81]
	Obésité	81	0,18 [0,12-0,28]	0,04	0,07	0,16	0,43	1,02	1,29 [0,64-1,52]
	Contamination terrestre								
	Terrestre et maritime	84	0,29 [0,18-0,48]	0,07	0,15	0,3	0,68	1,06	2,55 [0,96-11,8]
	Terrestre ou maritime	133	0,13 [0,10-0,19]	0,02	0,05	0,14	0,29	0,71	1,78 [0,65-5,02]
	Réputée non contaminée	75	0,09 [0,07-0,13]	0,03	0,05	0,09	0,16	0,26	0,55 [0,21-1,42]
Martinique	Total								
	Tous	450	0,14 [0,11-0,18]	0,02	0,05	0,14	0,39	0,9	1,86 [1,09-2,41]
	Âge (ans)								
	19-39	72	0,06 [0,04-0,10]	0,01	0,03	0,07	0,13	0,27	0,45 [0,21-0,72]
	40-59	216	0,18 [0,13-0,26]	0,03	0,08	0,18	0,45	1,35	2,07 [0,93-3,44]
	60-88	162	0,21 [0,15-0,29]	0,03	0,08	0,25	0,56	1,12	2,12 [1,12-3,70]
	Genre								
	Femme	272	0,15 [0,12-0,19]	0,02	0,07	0,15	0,41	0,87	1,79 [1-3,12]
	Homme	178	0,13 [0,08-0,19]	0,02	0,04	0,13	0,36	0,96	1,62 [0,67-2,26]
	IMC								
	Maigre/Normal	146	0,14 [0,08-0,22]	0,01	0,04	0,15	0,49	1,09	1,7 [0,85-2,31]
	Surpoids	165	0,14 [0,10-0,20]	0,02	0,06	0,14	0,33	0,9	1,81 [0,74-3,06]
	Obésité	138	0,15 [0,11-0,20]	0,04	0,07	0,14	0,31	0,7	1,5 [0,70-3,51]
	Contamination terrestre								
	Terrestre et maritime	110	0,19 [0,11-0,3]	0,02	0,07	0,24	0,52	1,6	3,84 [1,30-6,11]
	Terrestre ou maritime	230	0,13 [0,09-0,19]	0,01	0,04	0,13	0,4	1,25	2,1 [1,14-3,11]
	Réputée non contaminée	110	0,13 [0,10-0,18]	0,03	0,06	0,14	0,3	0,52	0,61 [0,45-0,72]

*MG : Moyenne géométrique. Les cases vertes représentent les valeurs inférieures ou égales à la LOD de $0,02 \mu\text{g L}^{-1}$. Les cases jaunes représentent les valeurs inférieures ou égales à la LOQ de $0,06 \mu\text{g L}^{-1}$.

Principales observations formulées par Santé Publique France (SpF)

Ce chapitre reprend les principaux résultats et conclusions du travail réalisé par SpF à partir des données de l'étude Kannari et publié dans son rapport d'octobre 2018 (Dereumeaux et Saoudi, 2018). Ces conclusions restent valables malgré les légères différences évoquées précédemment.

Il ressort de l'expertise de SpF que :

- le chlordécone a été détecté dans plus de 90 % des échantillons de sérum recueillis en Guadeloupe et en Martinique (limite de détection de 0,02 µg/L). Le taux de quantification est supérieur à 80% dans les deux îles (limite de quantification de 0,06 µg/L) ;
- « les niveaux d'imprégnation sont toutefois contrastés au sein de la population d'étude: cinq pour cent des participants ont des niveaux d'imprégnation dix fois plus élevés que la concentration moyenne (1,24 µg.L⁻¹ en Guadeloupe et 1,87 µg.L⁻¹ en Martinique), et les niveaux maximaux sont de 18,53 µg.L⁻¹ en Guadeloupe et 15,41 µg.L⁻¹ en Martinique » ;
- les niveaux d'imprégnation dans les deux îles augmentent avec l'IMC ;
- dans les deux îles, les individus de plus de 40 ans présentent des imprégnations plus élevées que les individus plus jeunes. Une tendance à l'augmentation des niveaux d'imprégnation avec l'âge n'est observable qu'avec les données obtenues en Martinique. SpF suppose que cette tendance est le reflet d'une « exposition cumulative à cette substance » mais « peut également s'expliquer par un effet de génération : les personnes plus âgées ayant potentiellement été exposées à des niveaux plus élevés de chlordécone dans le passé, avant la mise en place de mesures visant à diminuer les expositions (interdiction de l'usage du chlordécone, contrôle dans les aliments, préconisations en termes d'autoconsommation) » ;
- en Martinique, les imprégnations sont plus élevées chez les femmes que chez les hommes.

En analysant plus spécifiquement les déterminants de l'imprégnation en chlordécone, SpF observe que les concentrations sériques en chlordécone augmentent avec :

- la consommation alimentaire de :
 - poissons frais (toutes espèces confondues), d'autant plus avec un approvisionnement majoritaire en circuits informels¹⁵ (autoproduction, dons, marchands ambulants et en bords de route, petits marchés en zone d'interdiction de pêche) ;
 - volailles en Guadeloupe (mais dans une moindre mesure) ;
- le lieu de résidence :
 - en Martinique, avec le fait de résider dans une zone réputée de contamination maritime, et dans une moindre mesure avec le fait de résider dans une zone réputée de contamination terrestre ;
 - en Guadeloupe, avec le fait de résider dans une zone réputée de contamination terrestre.

¹⁵ SpF précise que « l'influence des modes d'approvisionnement sur les niveaux d'imprégnation n'a pas pu être testée pour la Guadeloupe en raison d'un nombre important de données manquantes pour cette variable ».

SpF précise que « cette augmentation du niveau d'imprégnation chez les individus résidant en zone [réputée] de contamination terrestre ou maritime peut s'expliquer en tout ou en partie par la consommation d'aliments en provenance de ces zones, qui s'avèrent plus contaminés que ceux provenant de zones [réputées] non contaminées ».

3.2 VTR chronique interne

Dans son avis du 11 février 2021 (révisé le 29 novembre 2021), l'Anses a défini une VTR chronique plasmatique en suivant parallèlement et de manière indépendante deux approches différentes. Les résultats des deux approches convergent vers des valeurs très proches :

- Une valeur de $0,43 \mu\text{g L}^{-1}$ de plasma a été obtenue par l'approche « Biomonitoring Equivalent » à partir de données toxicologiques et cinétiques décrites chez les rongeurs et se rapportant à un effet rénal (Larson et al. 1979). Cette valeur intègre l'incertitude quant à l'apparition d'effets reprotoxiques à ce niveau de dose (Legoff et al. 2019, Gely-Pernot et al. 2018). Cette VTR est associée à un niveau de confiance moyen.
- Une valeur de $0,40 \mu\text{g L}^{-1}$ de plasma a été obtenue à partir de données épidémiologiques se rapportant à des effets sur la reproduction (diminution de la durée de la grossesse) (Kadhel et al. 2014). Cette VTR est associée à un niveau de confiance moyen-fort.

L'approche par « Biomonitoring Equivalent » permet d'assurer que la valeur de la VTR obtenue à partir des données épidémiologiques est aussi protectrice vis-à-vis d'autres effets systémiques et qu'elle est donc applicable à l'ensemble de la population.

Ces valeurs sont compatibles avec les performances des techniques analytiques actuelles.

La VTR chronique interne de $0,40 \mu\text{g L}^{-1}$ de plasma a été retenue pour évaluer le risque chronique d'une population exposée au chlordécone. Le niveau de confiance associé à cette VTR est moyen- fort¹⁶.

3.3 Estimation des pourcentages de dépassements de la VTR interne à partir des données d'imprégnation

3.3.1 Description des résultats

Les données d'imprégnation ont été comparées à la VTR chronique interne de $0,40 \mu\text{g L}^{-1}$ de plasma pour estimer la proportion de la population pour laquelle le risque lié à l'exposition au chlordécone ne peut pas être écarté.

Les résultats, présentés dans le tableau 2, correspondent au pourcentage moyen de dépassement observé sur les 1 000 échantillons générés à partir de la méthode de tirage aléatoire (*bootstrap*). Chaque pourcentage moyen est complété par son intervalle de confiance à 95%.

¹⁶ L'Anses attribue un niveau de confiance global à chaque VTR en prenant en compte les critères suivants et en argumentant leurs forces et leurs faiblesses : ce niveau de confiance est quantifié par un score de 0 (niveau faible) à 5 (niveau fort). Dans le cas de la VTR interne du chlordécone, le score obtenu est de 3,8/5.

Tableau 2 : Pourcentages moyens de dépassements de la VTR chronique interne en Martinique et Guadeloupe, sur la base des données d'imprégnation de l'étude Kannari (2013-2014)

Îles	Caractéristiques	n	Moyennes [IC95] (%)
Guadeloupe	Total		
	Tous	292	14,3 [8,6 - 20,1]
	Âge (ans)		
	19-39	59	9,3 [0,0 - 20,2]
	40-59	140	18,4 [8,2 - 28,6]
	60 et plus	89	15,2 [6,4 - 24]
	Genre		
	Femme	184	14,1 [5,9 - 22,3]
	Homme	104	14,6 [6,9 - 22,3]
	IMC		
	Maigre/Normal	99	8,9 [2,9 - 14,9]
	Surpoids	108	14,1 [4,8 - 23,5]
	Obésité	81	22,0 [7,0 - 37,0]
	Contamination de la zone		
	Terrestre et maritime	84	34,4 [11,0 - 57,7]
Terrestre ou maritime	130	15 [7,0 - 23,1]	
Réputée non contaminée	74	7,3 [0,0 - 14,7]	
Martinique	Total		
	Tous	450	24,9 [18,2 - 31,6]
	Âge (ans)		
	19-39	70	4,9 [0,4 - 9,4]
	40-59	214	26,3 [15,6 - 37]
	60 et plus	161	41,1 [29,3 - 52,9]
	Genre		
	Femme	269	26 [17,5 - 34,4]
	Homme	176	23,5 [12,8 - 34,3]
	IMC		
	Maigre/Normal	146	32,3 [19,6 - 45]
	Surpoids	162	22,3 [13,3 - 31,4]
	Obésité	137	17,5 [9,4 - 25,5]
	Contamination de la zone		
	Terrestre et maritime	109	33,4 [20,0 - 46,8]
Terrestre ou maritime	227	25,8 [16,8 - 34,8]	
Réputée non contaminée	109	18,9 [6,0 - 31,9]	

Les individus présentant des concentrations sériques¹⁷ supérieures à 0,40 µg L⁻¹ représentent 24,9% [18,2 - 31,6] de la population en Martinique et 14,3% [8,6 - 20,1] de la population en Guadeloupe.

Pour les deux îles, les pourcentages de dépassements de la VTR interne diffèrent peu en fonction du sexe.

Pour les populations les plus jeunes (moins de 40 ans), les dépassements sont respectivement de 4,9% [0,4 - 9,4] et 9,3% [0 - 20,2] en Martinique et en Guadeloupe. Chez les individus de plus de 60 ans, ces dépassements concernent 41,1% [29,3 - 52,9] de la population en Martinique et 15,2% [6,4 - 24] en Guadeloupe.

Dans les deux îles, on retrouve le même pourcentage de dépassement (de l'ordre de 34%) dans la population vivant en zone réputée de contamination terrestre **et** maritime. En zone réputée non contaminée, le dépassement porte respectivement sur 7,3% [0 - 14,7] et 18,9% [6- 31,9] des populations guadeloupéennes et martiniquaises.

En Guadeloupe, le pourcentage de dépassement de la VTR varie entre 8,9% [2,9 - 14,9] pour les personnes avec un IMC normal, et 22% [7 - 37] pour les personnes obèses. En Martinique, ces pourcentages varient entre 32,3% [19,6- 45] pour les personnes avec un IMC considéré comme maigre à normal, et 17,5% [9,4- 25,5] chez les personnes obèses.

3.3.2 Analyse statistique

Une analyse statistique (GLM¹⁸) a été conduite pour étudier l'influence de différents paramètres sur le pourcentage de dépassement de la VTR interne : âge, genre, IMC, contamination terrestre et contamination marine (cf. tableau ci-dessous).

Tableau 3 : Analyse statistique des liens entre certaines variables et le pourcentage de dépassement de la VTR interne

Île	Âge	IMC	Contamination terrestre (ZC)	Contamination marine (oui)	Genre (homme)
Les deux îles confondues	***	ns	**	ns	ns
Guadeloupe	*	ns	***	ns	ns
Martinique	***	*	ns	ns	ns

ns : non significatif ; * : significatif avec une p-value à 0,05 ; ** : significatif avec une p-value à 0,01 ; *** : significatif avec une p-value à 0,001

() modalité de référence

Cellules en orange : lien positif et significatif ; cellules en vert : lien négatif et significatif

A l'échelle de la population antillaise (Martinique et Guadeloupe confondues), le pourcentage de dépassement de la VTR interne est significativement lié à l'âge des individus et à la contamination terrestre au chlordécone de la zone de résidence ($p < 0,05$)¹⁹. Les résultats montrent que la probabilité de dépasser la VTR augmente significativement avec l'âge et elle

¹⁷ La VTR interne a été définie à partir de mesures plasmatiques de chlordécone. Les données d'imprégnation de l'étude Kannari correspondent à des mesures sériques de chlordécone. La différence entre le plasma et le sérum est liée principalement à la présence de fibrinogène dans le plasma. Il a été considéré que cette différence n'impactait pas les concentrations de chlordécone et que les mesures plasmatiques et sériques en chlordécone étaient équivalentes.

¹⁸ GLM : Modèle Linéaire Généralisé

¹⁹ $p < 0.05$. Il s'agit de la « valeur-p » qui traduit le risque d'erreur. Lorsque l'on précise $p < 0.05$, cela signifie que le risque de faire une erreur en identifiant l'existence d'une corrélation significative est inférieur à 5%.

augmente également lorsque l'individu habite dans une zone réputée de contamination terrestre.

Lorsque l'on s'intéresse spécifiquement à la population de chaque île, ce lien significatif avec l'âge est retrouvé en Martinique comme en Guadeloupe. En revanche, en ce qui concerne la zone de résidence, le lien n'est significatif qu'au niveau de la population guadeloupéenne.

De la même façon, en Martinique uniquement, l'IMC de la population est lié de manière significative avec la probabilité de dépasser la VTR²⁰. Lorsque l'IMC dans la population martiniquaise augmente, une diminution significative de la probabilité de dépassement de la VTR est observée.

Cependant, même si ces liens sont significatifs sur le plan statistique, ils ne révèlent pas nécessairement l'existence d'une relation causale du fait de l'existence d'une possible confusion d'effet avec des facteurs non contrôlés.

Si l'on fait l'hypothèse d'une relation de cause à effet, le lien avec l'âge peut être dû à :

- une accumulation dans le temps du chlordécone chez les personnes plus âgées ;
- une exposition historique des personnes les plus âgées à des niveaux plus élevés que ceux rapportés aujourd'hui (par exemple, soit par l'usage même du chlordécone avant son interdiction, soit par une alimentation plus contaminée avant la mise en place des mesures de gestion) ;
- des capacités d'élimination plus faibles chez les personnes plus âgées ;
- des comportements alimentaires différents entre générations, avec une exposition plus forte des personnes plus âgées à des aliments plus contaminés (type d'aliments ou circuits d'approvisionnement).

Concernant l'IMC, le lien négatif avec la probabilité de dépasser la VTR interne (observée uniquement en Martinique) n'a pas encore trouvé d'explications. Une analyse des comportements alimentaires serait utile à cet effet.

Concernant le lieu de résidence, l'approvisionnement en aliments contaminés provenant des zones de résidence pourrait expliquer les probabilités de dépassement de VTR plus élevées obtenues en zones réputées de contamination terrestre. La différence de significativité de l'effet « zone de résidence » sur le pourcentage de dépassements de la VTR interne entre la Guadeloupe et la Martinique pourrait s'expliquer par une répartition beaucoup plus contrastée des zones réputées de contamination terrestre en Guadeloupe (Basse Terre *versus* Grande Terre) qu'en Martinique.

A ce stade, une analyse plus approfondie des données est nécessaire pour explorer davantage ces effets significatifs et statuer s'ils peuvent être utilisés pour élaborer des recommandations plus ciblées.

4 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES A PARTIR DES EXPOSITIONS ALIMENTAIRES

Le travail réalisé dans cette expertise présente les résultats d'une actualisation de l'évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition au chlordécone des populations guadeloupéennes et

²⁰ L'analyse statistique mentionnée ici porte sur l'effet des variables sur la probabilité de dépasser la VTR (tableau 2). L'effet de l'IMC sur les données brutes d'imprégnation a déjà été étudié par SpF et n'a pas été réanalysé ici.

martiniquaises (adultes et enfants à partir de 3 ans) par voie alimentaire. Cette nouvelle évaluation repose sur deux mises à jour déterminantes :

- la nouvelle VTR chronique du chlordécone récemment établie par l'Anses (Anses, 2021), passant de 0,5 (depuis 2003) à $0,17 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$;
- une actualisation des expositions alimentaires prenant en compte de nouvelles données de contamination alimentaire issues des plans de surveillance et de contrôle menés par les administrations (PSPC) entre 2015 et 2020.

Cette nouvelle évaluation a également pour but de contribuer à l'identification de potentiels leviers d'action qui permettraient de diminuer l'exposition alimentaire au chlordécone.

En lien avec l'avis Anses 2021, cette expertise ne portera que sur les situations d'exposition alimentaire chronique.

4.1 Estimation des expositions alimentaires

L'actualisation des expositions alimentaires s'appuie sur le même jeu de données que celui du rapport Kannari de 2017, à l'exception :

- **de l'actualisation de la contamination des aliments provenant des circuits contrôlés (cf. 4.1.1.2);**
- **d'une modification méthodologique quant à la moyenne de contamination des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC (cf. page 26) .**

Dans ce contexte, il est important de noter que, faute de données actualisées, l'expertise menée n'a pas pu prendre en compte l'évolution éventuelle des comportements d'achat et de consommation et de la contamination des aliments issus des circuits informels.

4.1.1 Description des données utilisées

L'estimation des expositions alimentaires repose sur deux sources de données :

- les données de consommation des aliments extraites de l'enquête de consommation alimentaire de l'étude Kannari menée en 2013-2014 (Anses, 2017) ;
- le jeu initial de données de contamination des aliments (cf. 4.1.1.1) qui a été complété pour la présente expertise avec l'intégration de nouvelles données issues des plans de surveillance et de contrôle menés de 2015 à 2020 (cf 4.1.1.2).

4.1.1.1 Jeu initial de données de contamination des aliments (Anses, 2017)

L'ensemble des données de contamination en chlordécone des aliments (n=10 762) utilisées pour la précédente évaluation (Anses, 2017) comprenaient (cf. tableau 4) les données issues :

- des PSPC (denrées végétales et animales) (2010-2015, n=8203) ;
- des campagnes de prélèvements de l'IFREMER (n=457) ;
- de l'étude Chohal (Université Antilles-Guyane, IFREMER) (n=184) ;
- des campagnes de prélèvements spécifiques à l'étude Kannari qui visaient à augmenter les effectifs en circuits courts et informels, à équilibrer les effectifs entre les zones et à couvrir l'ensemble des denrées évoquées dans les questionnaires de consommation (2015, n=948) ;
- des campagnes de prélèvements de l'ARS Martinique (étude « crabes de terre » (2012-2013, n=87), étude « Jafa volailles » (2014, n=60) et étude « productions informelles » (2015-2016, n=980)).

Par ailleurs, 3153 données de contamination de l'eau issues des contrôles sanitaires des eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) de la DGS entre 2009 et 2015 et bancarisées dans la base de données SISE-EAUX avaient été utilisées.

4.1.1.2 Compléments apportés au jeu de données initial

Dans le cadre de cette expertise, les données de contamination alimentaire en chlordécone ont été complétées par de nouvelles données issues des plans de surveillance et de contrôle (PS et PC) menés entre 2015 et 2020. Ces données ont été apportées par les Services de l'Alimentation des Directions de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de Guadeloupe et de Martinique qui ont transmis un ensemble de 102 tableaux de données couvrant la période 2015 à 2020. Ces tableaux correspondent aux résultats annuels des plans de surveillance et de contrôle :

- aux étals, à l'aquaculture et à l'importation pour les produits de la pêche ;
- à la production primaire végétale ;
- aux abattoirs et auprès des producteurs pour les denrées issues de productions animales terrestres.

Après une étape de mise en forme de ces nouvelles données pour correspondre au format de l'étude Kannari (Anses, 2017), **14 795 analyses** ont pu être conservées couvrant 49 des 111 aliments inclus dans le questionnaire alimentaire. Les critères d'exclusion ont été les suivants :

- retrait des données non quantifiées pour lesquelles les limites analytiques étaient manquantes ;
- retrait des analyses en doublon ;
- retrait des analyses pour lesquelles les matrices analysées ne correspondaient pas aux denrées du questionnaire fréquentiel de Kannari :
 - analyses de sols ;
 - analyses de fourrages ;
 - analyses de 82 espèces de poissons²¹ (cf. tableau en annexe 2) ;
 - analyses portant sur la graisse péri-rénale et les reins d'ovin, de caprin, d'équin.

Une étape de nettoyage et de mise en forme des limites analytiques a également été nécessaire. Ainsi, si pour une analyse les limites analytiques étaient manquantes, il a été fait le choix d'attribuer les limites issues des mêmes denrées prélevées la même année.

Pour l'eau destinée à la consommation humaine, une extraction de la base de données SISE-EAUX pour la période couvrant les années 2015 à 2020 a permis d'ajouter aux données issues de Kannari, 6557 analyses supplémentaires.

A la différence de ce qui a été réalisé en 2017 pour l'étude Kannari, les données de contamination de la graisse péri-rénale bovine et porcine ont été utilisées comme équivalent de la contamination de la viande d'origine bovine et porcine. Pour cela, ces données ont été converties en « équivalent muscle » sur la base des travaux de l'Anses parus en 2018 (Anses, 2018)²² et en 2019 (Anses, 2019)²³. Ainsi sur les 9 391 analyses de denrées animales

²¹ Pour ces espèces (non référencées dans l'enquête de consommation de l'étude Kannari) il n'existe pas de données de consommation. Un rapprochement de ces 82 espèces de poissons avec les espèces précédemment considérées dans le rapport Kannari aurait permis de les prendre en compte mais cela n'a pas été possible dans les délais impartis.

²² Pour les bovins : $[\text{Concentration}]_{\text{muscle}} = ([\text{Concentration}]_{\text{graisse}} - 0,03207) / 1,86513$

²³ Pour les porcins : $[\text{Concentration}]_{\text{muscle}} = [\text{Concentration}]_{\text{graisse}} * 0,6376 - 11,001$

terrestres ou d'origine animale qui ont été ajoutées, 7 772 sont issues de graisse péri-rénale bovine et 443 de graisse péri-rénale porcine.

L'ensemble de ces données a ensuite été intégré à la base de contamination Kannari pour constituer une base de données plus conséquente (dite « élargie ») regroupant 25 557 analyses (sans compter les 6557 données des EDCH), soit 14 795 données supplémentaires par rapport à la base de données initialement utilisée pour l'évaluation de 2017. Le tableau 4 présente le détail de la répartition des données en fonction des denrées alimentaires et des sources de données.

Cette étape d'intégration de nouvelles données selon la même méthode que celle suivie en 2017 a ainsi permis la réutilisation des programmes de gestion des données de Kannari.

Tableau 4 : Comparatif entre la base initiale et la base élargie du nombre de données analytiques d'aliments utilisées pour le calcul des expositions alimentaires

Type de denrées	Sources des données	Base de données initiale	Base de données élargie
Denrées végétales	PSPC	4 076	5 106
	Kannari	254	254
	ARS Martinique	497	497
	TOTAL	4 827	5 857
Denrées animales terrestres ou d'origine animale	PSPC	913	10 304
	Kannari	521	521
	ARS Martinique	347	347
	TOTAL	1 781	11 172
Produits de la pêche (milieu marin)	PSPC	3 192	7 293
	Kannari	119	119
	ARS Martinique	115	115
	IFREMER	457	457
	TOTAL	3 883	7 984
Produits de la pêche (milieu dulcicole)	PSPC	22	47
	Kannari	54	54
	ARS Martinique	11	11
	Offices de l'eau	184	184
	TOTAL	271	296
TOTAL		10 762	25 557

Les tableaux 6, 7, 8 et 9 présentent plus en détails le contenu de la base de données élargie, c'est à dire la distribution des valeurs de contamination (moyenne, médiane ou P50 et P95) par grands types de denrées, utilisée pour le calcul des expositions alimentaires. Les résultats sont présentés en tenant compte des différents circuits d'approvisionnement et également des hypothèses de censure.

En annexe 3 sont présentées, à titre indicatif, les distributions des données de contamination des denrées de la base de données initiale et de la base de données élargie.

Afin de prendre en compte les données non quantifiées pour le calcul des expositions individuelles, les niveaux de contaminations moyens ont été calculés en hypothèse basse (« lower bound » LB) et en hypothèse haute (« upper bound » UB) définies comme suit (tableau 5) :

Tableau 5 : Description des deux hypothèses de contamination pour le traitement des données

	Valeur de contamination	
	< LOD	< LOQ
Hypothèse basse (LB)	0	LOD
Hypothèse haute (UB)	LOD	LOQ

LOD : Limite de Détection

LOQ : Limite de Quantification

Tableau 6 : Denrées animales terrestres en Martinique et Guadeloupe (résultats exprimés en µg kg⁻¹)

Groupe de denrées	circuit	zone ²⁵	N ²⁶	< LOD ²⁷ (%)	LOD ≤x< LOQ (%)	≥ LOQ (%)	LB ²⁴				UB			
							Moy ²⁸	ET	P50	P95	Moy	ET	P50	P95
boudin	bords de route, marchands ambulants	znc	4	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	0,50
		znc	3	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,87	0,50	1,85
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	znc	10	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	0,50
		gms ²⁹	1	100	0	0	0,00		0,00	0,00	0,50		0,50	0,50
	marché	znc	1	100	0	0	0,00		0,00	0,00	0,50		0,50	0,50
		znc	2	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	0,50
	œuf	autoproduction	Inconnu	180	38	26	37	33,96	295,58	1,50	56,30	34,64	295,51	2,95
znc			35	14	3	83	1025,66	2688,47	30,00	5904,60	1025,94	2688,35	30,00	5904,60
znc			5	20	0	80	18,13	26,43	5,00	54,60	18,53	26,10	5,00	54,60
bords de route, marchands ambulants		znc	25	60	12	28	6,28	17,52	0,00	16,20	7,84	17,00	2,00	16,20
		znc	7	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,00	2,00
épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie		Inconnu	8	63	38	0	0,56	0,78	0,00	1,50	1,63	1,16	1,00	3,00
		znc	12	33	67	0	0,46	0,40	0,50	1,00	2,46	0,89	3,00	3,00
		znc	21	5	95	0	0,52	0,19	0,50	1,00	2,88	0,55	3,00	3,00
gms		Inconnu	111	77	22	1	0,35	0,70	0,00	1,50	1,33	0,95	1,00	3,00
		znc	28	0	100	0	0,71	0,25	0,50	1,00	2,93	0,38	3,00	3,00

²⁴ LB (Lower Bound) : hypothèse basse de censure. UB (Upper Bound) : hypothèse haute de censure

²⁵ ZC : zone réputée contaminée, ZNC : zone réputée non contaminée

²⁶ N : effectifs

²⁷ LOD : limite de détection. LOQ : limite de quantification

²⁸ Moy. : Moyenne. ET : écart type. P50 : médiane. P95 : 95^{ème} centile

²⁹ gms : grandes et moyennes surfaces

Groupe de denrées	circuit	zone ²⁵	N ²⁶	< LOD ²⁷ (%)	LOD ≤x< LOQ (%)	≥ LOQ (%)	LB ²⁴				UB			
							Moy ²⁸	ET	P50	P95	Moy	ET	P50	P95
	marché	znc	49	6	94	0	0,55	0,23	0,50	1,00	2,85	0,61	3,00	3,00
		Inconnu	31	48	19	32	19,25	62,63	0,10	77,50	19,91	62,43	1,30	77,50
		zc	14	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,00	2,00
		znc	9	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,00	2,00
	Inconnu		41	20	49	32	11,22	38,49	1,00	38,00	12,40	38,17	3,00	38,00
produits laitiers	autoproduction	znc	3	67	0	33	0,33	0,58	0,00	0,90	0,53	0,40	0,30	0,93
	bords de route, marchands ambulants	znc	1	0	100	0	2,00		2,00	2,00	5,00		5,00	5,00
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	zc	1	0	100	0	2,00		2,00	2,00	5,00		5,00	5,00
	marché	zc	1	0	100	0	2,00		2,00	2,00	5,00		5,00	5,00
		znc	1	100	0	0	0,00		0,00	0,00	2,00		2,00	2,00
viande hors volaille	abattoir	Hors zone	8	0	100	0	3,30	0,00	3,30	3,30	10,00	0,00	10,00	10,00
		Inconnu	8782	60	15	25	4,02	16,96	0,00	21,43	4,97	16,77	1,00	21,43
		zc	293	15	21	64	110,16	291,70	11,00	443,40	111,05	291,38	11,00	443,40
		znc	388	45	32	23	26,32	161,93	1,00	49,90	28,44	161,64	3,00	49,90
	autoproduction	zc	38	13	8	79	591,97	1131,82	127,50	3593,70	592,47	1131,55	127,50	3593,70
		znc	4	0	25	75	14,75	15,00	10,50	32,70	15,50	14,20	10,50	32,70
	bords de route, marchands ambulants	zc	27	56	11	33	11,24	26,51	0,00	34,60	12,31	26,07	2,00	34,60
		znc	28	64	0	36	51,61	138,54	0,00	301,60	52,84	138,07	2,00	301,60
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	zc	165	67	13	19	2,94	15,27	0,00	8,28	3,71	15,15	1,00	8,28
		znc	173	76	8	16	2,70	10,09	0,00	20,20	3,32	9,95	0,50	20,20
	gms	zc	25	80	4	16	0,32	0,72	0,00	1,98	0,80	0,59	0,50	2,00

Groupe de denrées	circuit	zone ²⁵	N ²⁶	< LOD ²⁷ (%)	LOD ≤x< LOQ (%)	≥ LOQ (%)	LB ²⁴				UB				
							Moy ²⁸	ET	P50	P95	Moy	ET	P50	P95	
	marché	znc	43	91	5	5	0,10	0,34	0,00	0,50	0,57	0,24	0,50	1,00	
		zc	2	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,00	2,00	
		znc	3	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,87	2,00	2,00	
volaille	abattoir	Inconnu	331	74	26	0	0,38	0,64	0,00	1,50	1,35	0,97	1,00	3,00	
		zc	16	88	13	0	0,06	0,17	0,00	0,50	0,56	0,17	0,50	1,00	
		znc	5	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	0,50	
	autoproduction	Inconnu	1	0	0	100	4,80		4,80	4,80	4,80		4,80	4,80	
		zc	40	23	18	60	80,31	174,98	13,00	375,65	81,23	174,56	13,00	375,65	
		znc	6	83	17	0	0,33	0,82	0,00	1,50	2,25	1,47	2,00	4,25	
	bords de route, marchands ambulants	zc	26	69	8	23	5,32	16,70	0,00	31,50	6,61	16,31	2,00	31,50	
		znc	20	95	5	0	0,10	0,45	0,00	0,10	1,55	1,10	2,00	2,15	
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	zc	31	87	10	3	0,13	0,45	0,00	0,50	1,19	0,74	1,00	2,00	
		znc	36	92	6	3	0,25	1,32	0,00	0,50	0,79	1,29	0,50	1,50	
	gms	zc	6	67	33	0	0,33	0,52	0,00	1,00	1,58	1,24	1,25	3,00	
		znc	43	60	40	0	0,38	0,49	0,00	1,00	1,44	1,22	0,50	3,00	
		Inconnu		28	89	7	4	1,00	5,10	0,00	0,50	1,69	5,05	0,50	4,30

Tableau 7 : Denrées végétales : niveaux de contamination en Martinique (résultats exprimés en µg kg⁻¹)

Groupe de denrées	circuit	zone	N	< LOD (%)	LOD ≤x< LOQ (%)	≥ LOQ (%)	LB				UB				
							Moy	ET	P50	P95	Moy	ET	P50	P95	
autres féculents	autoproduction	zc	9	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	3,00	3,00	
	bords de route, marchands ambulants	zc	13	0	100	0	2,00	0,00	2,00	2,00	5,00	0,00	5,00	5,00	
		znc	6	0	100	0	2,00	0,00	2,00	2,00	5,00	0,00	5,00	5,00	
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	zc	1	0	100	0	2,00		2,00	2,00	5,00		5,00	5,00	
	gms	zc	10	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	6,00	6,00	
		znc	11	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	6,00	6,00	
	marchés	zc	15	67	33	0	0,67	0,98	0,00	2,00	5,67	0,49	6,00	6,00	
		znc	11	55	45	0	0,91	1,04	0,00	2,00	5,55	0,52	6,00	6,00	
	fruits	autoproduction	Inconnu	1	100	0	0	0,00		0,00	0,00	2,00		2,00	2,00
			zc	199	99	1	1	0,08	0,88	0,00	0,00	3,01	0,89	3,00	3,00
znc			84	99	1	0	0,02	0,22	0,00	0,00	2,94	0,63	3,00	3,00	
bords de route, marchands ambulants		zc	28	0	100	0	1,22	0,99	2,00	2,00	3,04	2,48	5,00	5,00	
		znc	14	0	100	0	1,29	0,99	2,00	2,00	3,22	2,48	5,00	5,00	
épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie		zc	1	0	100	0	2,00		2,00	2,00	5,00		5,00	5,00	
gms		zc	78	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	6,00	6,00	
		znc	77	92	8	0	0,47	1,62	0,00	6,00	6,31	1,08	6,00	10,00	
marchés		zc	36	89	11	0	0,06	0,33	0,00	0,00	5,47	1,68	6,00	6,00	
		znc	39	64	36	0	0,36	0,78	0,00	2,00	4,75	2,28	6,00	6,00	
légumes aériens	autoproduction	Inconnu	40	88	0	12	0,97	2,72	0,00	8,00	2,74	2,08	2,00	8,00	
		zc	355	73	17	10	1,48	9,65	0,00	2,20	3,54	9,45	3,00	5,00	
		znc	103	84	15	1	0,33	0,79	0,00	2,20	2,67	1,18	3,00	5,00	

Groupe de denrées	circuit	zone	N	< LOD (%)	LOD ≤x< LOQ (%)	≥ LOQ (%)	LB				UB				
							Moy	ET	P50	P95	Moy	ET	P50	P95	
	bords de route, marchands ambulants	zc	44	11	82	7	2,50	3,90	2,00	4,55	5,07	3,61	5,00	5,00	
		znc	33	15	82	3	1,82	1,04	2,00	2,00	4,42	1,48	5,00	5,00	
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	zc	3	0	100	0	2,00	0,00	2,00	2,00	5,00	0,00	5,00	5,00	
		znc	236	92	7	1	0,65	2,66	0,00	6,00	6,29	2,08	6,00	10,00	
	gms	zc	222	87	11	2	1,26	5,64	0,00	6,00	6,78	4,97	6,00	10,00	
		znc	137	56	41	3	1,24	2,67	0,00	2,00	5,43	2,26	6,00	6,00	
	marchés	zc	96	56	40	4	1,04	1,45	0,00	2,00	5,18	1,40	5,50	6,00	
		znc	41	95	0	5	0,50	2,86	0,00	0,10	2,40	2,53	2,00	2,00	
	racines et tubercules	autoproduction	zc	286	45	42	13	1,41	2,68	2,00	2,20	2,47	2,55	2,00	5,00
			znc	22	45	50	5	1,32	1,55	2,00	2,20	2,50	1,64	2,00	5,00
Inconnu			90	1	89	10	3,55	6,70	2,00	15,65	6,05	6,17	5,00	15,65	
bords de route, marchands ambulants		zc	34	6	82	12	3,04	4,10	2,00	13,75	5,34	3,61	5,00	13,75	
		znc	4	0	100	0	1,54	0,92	2,00	2,00	3,88	2,25	5,00	5,00	
épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie		zc	240	89	9	3	1,77	9,55	0,00	6,00	7,40	8,76	6,00	10,00	
		znc	172	89	10	1	0,75	2,41	0,00	6,00	6,51	1,66	6,00	10,00	
gms		zc	152	58	35	7	1,94	6,45	0,00	7,36	6,25	5,75	6,00	8,79	
		znc	99	57	39	4	2,20	11,30	0,00	2,40	6,52	10,82	6,00	6,00	
snacks		épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	zc	1	0	100	0	0,17		0,17	0,17	0,50		0,50	0,50
	znc		1	0	100	0	0,17		0,17	0,17	0,50		0,50	0,50	
	marchés	zc	7	0	100	0	0,17	0,00	0,17	0,17	0,50	0,00	0,50	0,50	

Tableau 8 : Denrées végétales : niveaux de contamination en Guadeloupe (résultats exprimés en µg kg⁻¹)

Groupe de denrées	circuit	zone	N	< LOD (%)	LOD ≤x< LOQ (%)	≥ LOQ (%)	LB				UB			
							Moy	ET	P50	P95	Moy	ET	P50	P95
autres féculents	autoproduction	zc	7	86	14	0	0,86	2,27	0,00	4,20	6,57	1,51	6,00	8,80
	gms	zc	98	99	1	0	0,06	0,61	0,00	0,00	6,04	0,40	6,00	6,00
		znc	36	69	31	0	1,83	2,80	0,00	6,00	7,22	1,87	6,00	10,00
	marchés	zc	10	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	6,00	6,00
		znc	16	63	38	0	2,25	3,00	0,00	6,00	7,50	2,00	6,00	10,00
boissons	autoproduction	zc	7	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	3,00	3,00
féculent	autoproduction	zc	3	67	33	0	2,00	3,46	0,00	5,40	5,33	4,04	3,00	9,30
fruits	autoproduction	Inconnu	24	71	29	0	0,88	1,39	0,00	3,00	4,38	3,69	2,00	10,00
		zc	354	86	14	0	0,88	2,17	0,00	6,00	4,38	2,53	3,00	10,00
		znc	23	91	9	0	0,39	1,37	0,00	2,70	4,78	2,19	3,00	9,60
	bords de route, marchands ambulants	zc	2	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
		znc	3	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
	gms	zc	109	93	7	0	0,44	1,57	0,00	6,00	6,29	1,05	6,00	10,00
		znc	170	81	19	0	1,13	2,35	0,00	6,00	6,75	1,57	6,00	10,00
	marchés	zc	37	84	16	0	0,97	2,24	0,00	6,00	6,65	1,49	6,00	10,00
		znc	54	81	19	0	1,11	2,35	0,00	6,00	6,46	2,05	6,00	10,00
	légumes aériens	autoproduction	Hors zone	5	60	40	0	1,00	1,41	0,00	2,80	6,60	1,95	6,00
Inconnu			37	64	36	0	0,82	1,13	0,00	3,00	3,79	2,30	3,00	10,00
zc			285	64	25	11	6,94	31,16	0,00	37,00	10,47	30,59	3,00	37,00
znc			34	74	26	0	0,82	1,62	0,00	4,05	3,26	2,82	2,20	10,00
bords de route, marchands ambulants		zc	6	50	0	50	4,02	5,17	2,25	11,30	4,52	4,71	2,75	11,30
		znc	1	0	0	100	21,70		21,70	21,70	21,70		21,70	21,70

Groupe de denrées	circuit	zone	N	< LOD (%)	LOD ≤x< LOQ (%)	≥ LOQ (%)	LB				UB				
							Moy	ET	P50	P95	Moy	ET	P50	P95	
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	zc	2	50	0	50	6,80	9,62	6,80	12,92	7,30	8,91	7,30	12,97	
		znc	1	100	0	0	0,00		0,00	0,00	1,00		1,00	1,00	
	gms	zc	107	93	7	0	0,45	1,59	0,00	6,00	6,25	1,17	6,00	10,00	
		znc	264	88	13	0	0,73	1,96	0,00	6,00	6,04	2,04	6,00	10,00	
	marchés	hors zone	2	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	6,00	6,00	
		zc	119	90	2	8	7,44	33,42	0,00	32,90	12,69	32,29	6,00	32,90	
		znc	155	89	9	2	2,40	15,71	0,00	6,00	7,93	15,03	6,00	10,00	
	racines et tubercules	autoproduction	hors zone	2	50	50	0	1,00	1,41	1,00	1,90	8,00	2,83	8,00	9,80
			Inconnu	31	71	29	0	0,68	1,11	0,00	3,00	3,23	2,31	3,00	10,00
			zc	209	42	40	18	7,93	28,78	2,00	35,80	11,41	28,15	6,00	35,80
znc			46	43	52	4	5,26	22,65	2,00	2,80	8,26	22,36	3,00	10,00	
bords de route, marchands ambulants		znc	3	67	0	33	4,63	8,03	0,00	12,51	5,30	7,45	1,00	12,61	
épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie		zc	1	100	0	0	0,00		0,00	0,00	1,00		1,00	1,00	
		znc	4	100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	
gms		hors zone	1	100	0	0	0,00		0,00	0,00	6,00		6,00	6,00	
		zc	79	84	4	13	11,14	40,90	0,00	45,70	16,30	39,52	6,00	45,70	
		znc	130	77	15	8	6,40	25,37	0,00	23,75	11,56	24,24	6,00	23,75	
marchés		hors zone	1	100	0	0	0,00		0,00	0,00	6,00		6,00	6,00	
		zc	89	82	7	11	5,12	16,94	0,00	32,00	10,26	15,52	6,00	32,00	
		znc	91	92	5	2	1,29	6,91	0,00	6,00	6,93	6,10	6,00	10,00	

Tableau 9 : Produits de la pêche (résultats exprimés en µg kg⁻¹) – valable pour la Martinique et la Guadeloupe

Groupe de denrées	circuit	N	< LOD (%)	LOD ≤x< LOQ (%)	≥ LOQ (%)	LB				UB			
						Moy	ET	P50	P95	Moy	ET	P50	P95
coquillages	bords de route, marchands ambulants	16	19	38	44	5,98	7,66	1,55	21,00	7,21	6,85	4,00	21,00
	élevage	1	100	0	0	0,00		0,00	0,00	0,50		0,50	0,50
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	5	0	40	60	15,72	20,58	3,00	42,28	16,32	20,05	3,00	42,28
	etal	18	61	17	22	8,72	17,58	0,00	48,75	9,55	17,16	1,00	48,75
	gms	13	69	31	0	0,15	0,24	0,00	0,50	1,72	1,02	1,67	3,00
	import	53	64	36	0	0,19	0,26	0,00	0,50	1,23	0,99	1,00	3,00
	marchés	55	38	45	16	1,59	3,67	0,50	8,20	2,25	3,52	1,00	8,20
crustacés de mer	autoproduction	5	0	100	0	0,50	0,00	0,50	0,50	1,00	0,00	1,00	1,00
	bords de route, marchands ambulants	44	9	16	75	18,71	30,08	9,70	72,45	19,17	29,80	9,70	72,45
	élevage	2	0	0	100	90,00	101,82	90,00	154,80	90,00	101,82	90,00	154,80
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	11	50	0	50	70,30	85,76	53,00	194,35	70,80	85,30	53,50	194,35
	etal	191	8	14	78	45,25	110,13	6,10	261,00	45,45	110,05	6,10	261,00
	gms	11	18	36	45	9,22	12,88	1,00	29,20	10,34	12,07	3,00	29,20
	import	24	50	50	0	0,25	0,26	0,25	0,50	1,25	0,94	1,00	3,00
	marchés	331	5	13	82	40,10	210,90	11,00	131,50	40,32	210,86	11,00	131,50
crustacés d'eau douce	autoproduction	87	36	30	34	5,07	9,16	1,67	19,00	6,77	8,47	5,00	19,00
	bords de route, marchands ambulants	26	8	23	69	654,02	1684,48	25,50	4333,75	654,44	1684,31	25,50	4333,75
	élevage	16	21	57	21	2,41	4,30	1,00	12,35	3,74	3,85	3,00	12,35
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	1	0	100	0	0,50		0,50	0,50	1,00		1,00	1,00
	etal	12	8	42	50	113,47	364,33	3,84	588,00	114,89	363,86	5,50	588,00
	gms	3	0	100	0	0,67	0,29	0,50	0,95	3,00	0,00	3,00	3,00
	import	71	68	32	0	0,17	0,25	0,00	0,50	1,09	0,90	1,00	3,00
	marchés	13	23	23	54	387,69	915,16	5,70	2274,60	388,31	914,88	5,70	2274,60
poissons marins	autoproduction	15	0	67	33	1,47	2,45	0,50	4,68	1,81	2,32	1,00	4,68
	bords de route, marchands ambulants	419	44	23	34	8,37	40,63	0,50	31,20	9,13	40,49	1,10	31,20
	élevage	141	40	48	12	8,66	83,87	0,50	12,00	9,65	83,78	1,00	12,00
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	133	23	43	35	6,42	16,42	0,50	37,55	7,31	16,13	3,00	37,55
	etal	1103	28	37	35	9,34	36,22	0,50	49,70	10,12	36,04	1,67	49,70
	gms	342	55	39	6	0,46	1,08	0,00	1,00	1,76	1,36	1,67	3,00
	import	176	70	30	0	0,15	0,23	0,00	0,50	1,10	0,92	0,50	3,00
	marchés	2409	26	33	41	12,82	60,30	0,72	48,00	13,43	60,18	2,50	48,00

Groupe de denrées	circuit	N	< LOD (%)	LOD ≤ x < LOQ (%)	≥ LOQ (%)	LB				UB			
						Moy	ET	P50	P95	Moy	ET	P50	P95
poissons d'eau douce	bords de route, marchands ambulants	4	0	25	75	2057,00	3493,02	470,00	6267,05	2057,75	3492,44	470,00	6267,05
	élevage	5	20	40	40	2,26	2,42	1,00	5,46	3,16	1,95	3,00	5,46
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	3	0	100	0	1,00	0,00	1,00	1,00	3,00	0,00	3,00	3,00
	etal	9	0	100	0	0,94	0,18	1,00	1,00	2,75	0,71	3,00	3,00
	gms	9	0	88	13	2,25	3,54	1,00	7,50	4,00	2,83	3,00	8,20
	marchés	5	0	100	0	1,00	0,00	1,00	1,00	3,00	0,00	3,00	3,00

L'analyse des aliments les plus contributeurs montre (cf. 4.3 page 39) que les œufs issus de l'autoproduction ou des dons en ZC sont des contributeurs importants à l'exposition des personnes les plus exposées. Pour cette raison, une attention plus particulière a été accordée à cet aliment.

Le cas particulier des œufs issus des circuits de l'autoproduction ou des dons en ZC pour les deux îles :

35 prélèvements d'œufs issus de l'autoproduction ou de dons ont été réalisés en ZC (cf. tableau ci-dessous). Une partie de ces prélèvements correspond à des échantillons obtenus (via le programme JAJA) auprès d'élevages familiaux, dont une majorité a été considérée à haut risque de contamination (niveau élevé de contamination des sols et pratiques d'élevage non protectrices).

Tableau 10 : contamination des œufs issus des circuits informels en ZC (en µg /kg⁻¹). Hypothèse LB

Îles	n	Min	Max	Moyenne	P50	P75	P95
Guadeloupe	20	0	11600	1696	98	1188	10792
Martinique	15	0	805	133	2	116	707
2 îles confondues	35	0	11600	1025	30	429	5904

Parmi ces 35 prélèvements, 20 proviennent de la Guadeloupe et 15 de la Martinique. La distribution des données de contamination des œufs issus de l'autoproduction ou des dons en ZC est très différente entre les deux îles. Cette différence, portant sur une denrée fortement contaminée et régulièrement consommée, aurait nécessité d'être considérée dans les calculs d'exposition. Cependant, compte tenu du nombre de données limité, il a été considéré comme prématuré de conclure sur la réalité de cette différence de contamination des œufs issus des circuits informels en ZC entre la Martinique et la Guadeloupe. En attendant l'acquisition de données complémentaires confirmant ou infirmant la différence de niveau de contamination observée entre les deux îles, il a été décidé pour le calcul des expositions de prendre, pour les deux îles, les 35 valeurs de contamination des œufs collectés en Guadeloupe et en Martinique et issus des circuits informels en ZC.

La concentration moyenne en chlordécone pour ces 35 prélèvements est de 1025 µg kg⁻¹ pour une médiane beaucoup plus basse de 30 µg kg⁻¹. La figure 1 représente la distribution de ces

35 valeurs. Il s'agit d'une distribution fortement asymétrique marquée par un grand nombre de faibles contaminations et quelques valeurs élevées à très élevées (P95 à 5904 $\mu\text{g kg}^{-1}$).

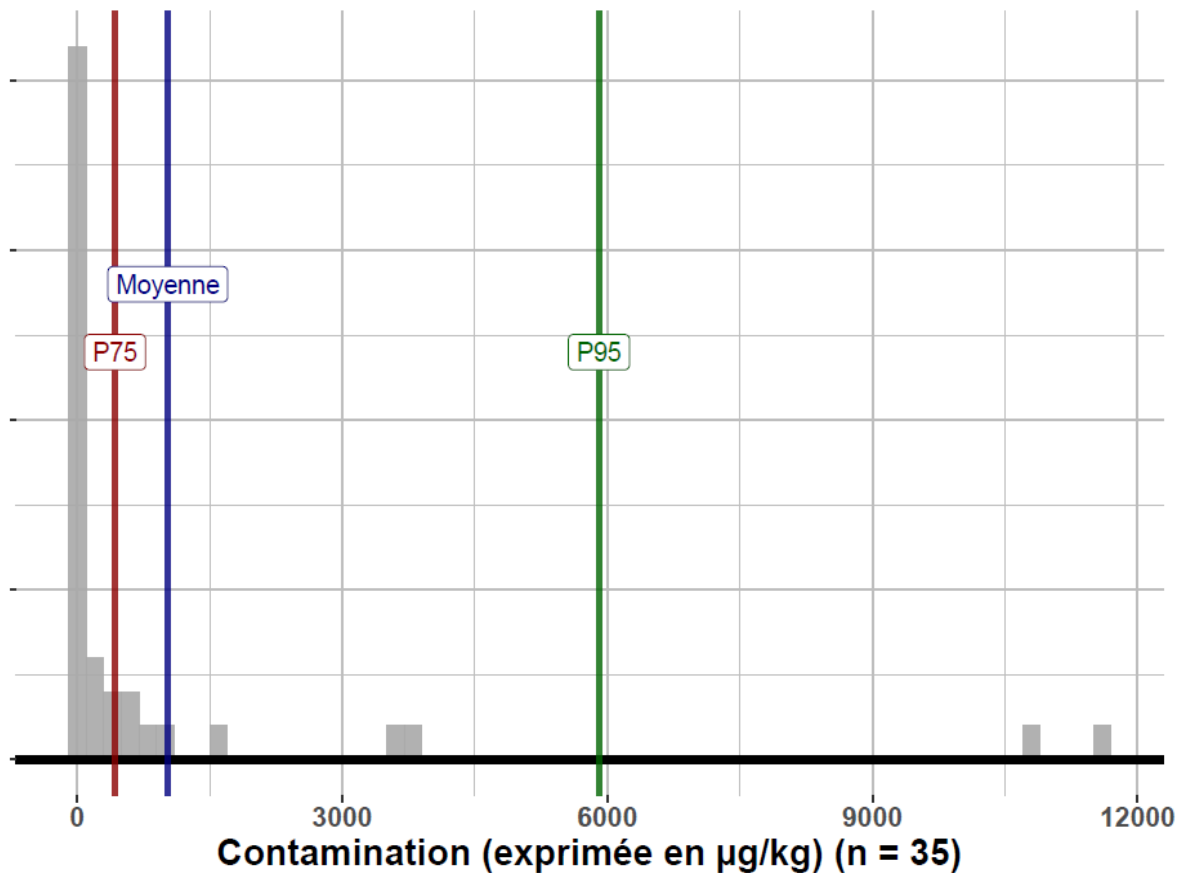


Figure 1 : Distribution des données de contamination des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC pour les deux îles confondues, exprimées en $\mu\text{g kg}^{-1}$ (n=35)

La contamination des œufs au travers des autres circuits de distribution ou zone de production, renseignée par un nombre plus important de prélèvements (n=576), apparaît plus faible, avec des moyennes ne dépassant pas $34 \mu\text{g kg}^{-1}$ (circuit d'autoproduction mais de zone inconnue) et des P95 atteignant au maximum $77,5 \mu\text{g kg}^{-1}$ (achetés sur les marchés mais de zone inconnue).

La contamination des œufs apparaît donc très hétérogène en fonction des circuits et des zones, le circuit impliquant l'autoproduction en zone contaminée semblant être celui pour lequel les niveaux de contamination des œufs sont les plus élevés. Néanmoins, le faible jeu de données décrivant la contamination des œufs issus de ce circuit invite à la prudence. Par ailleurs, en 2017, il avait été considéré que les élevages à haut risque étaient surreprésentés dans l'échantillonnage, conduisant à une surestimation des niveaux de contamination des œufs autoconsommés et produits en ZC.

Le CES ERCA a considéré que la moyenne de contamination de $1025 \mu\text{g kg}^{-1}$ qui avait été utilisée lors de la précédente évaluation de 2017 (Anses, 2017) n'était pas le bon indicateur pour résumer cette distribution asymétrique. La médiane à $30 \mu\text{g kg}^{-1}$ a été, quant à elle, jugée trop optimiste car trop éloignée des valeurs les plus fortes.

Dans un contexte d'exposition chronique, le CES ERCA propose de retenir le P75 de la distribution ($429 \mu\text{g kg}^{-1}$) pour refléter la contamination hétérogène des œufs issus des circuits

d'autoproduction et de dons en ZC. Par définition, le centile P75 représente une valeur dépassée une fois sur quatre.

4.1.2 Méthode d'estimation des expositions alimentaires

La méthode d'estimation de l'exposition au chlordécone est identique à celle réalisée lors de l'étude Kannari et présentée en détails dans le chapitre « 3.3.1 Préparation des données pour les analyses » du rapport de l'étude Kannari (Anses, 2017). La figure ci-dessous en présente les grandes lignes.

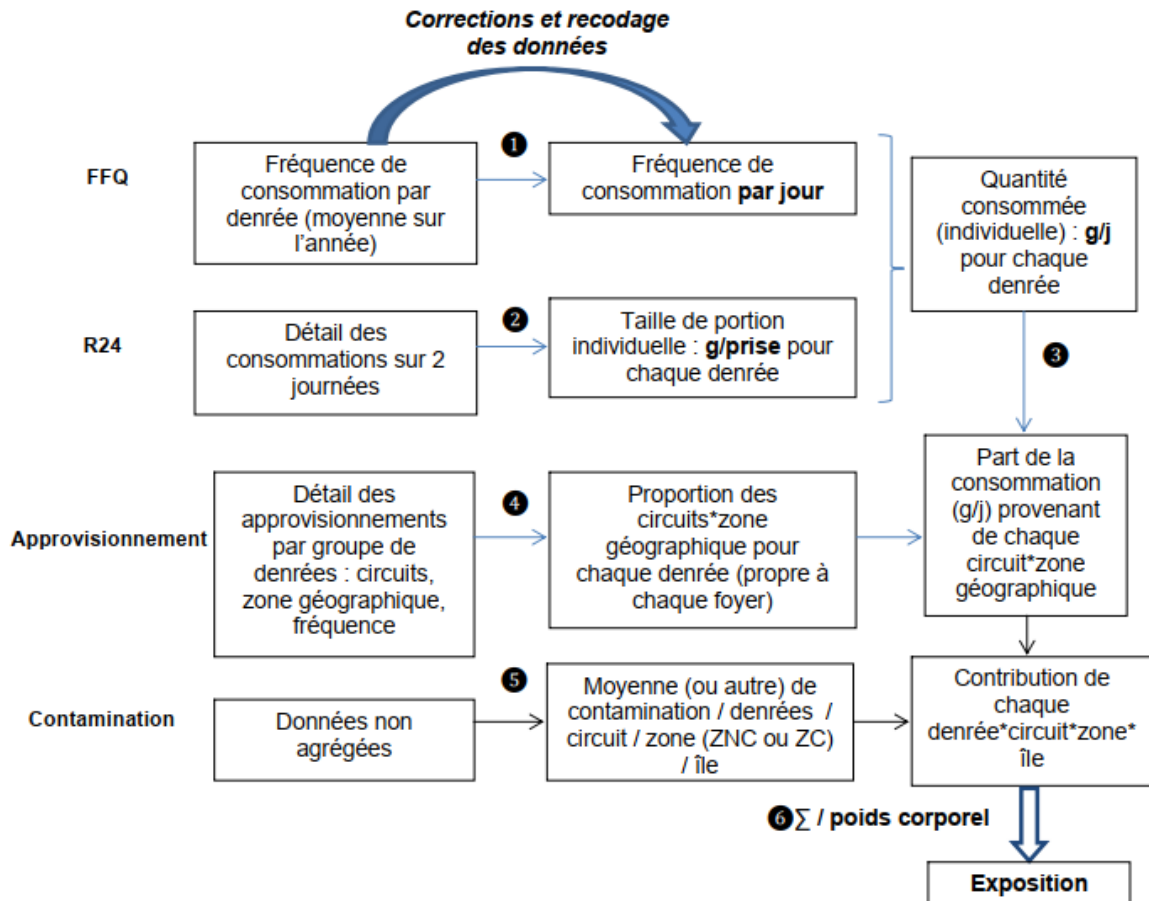


Figure 2 : Etapes de préparation des données pour le calcul des expositions (Anses, 2017)

FFQ : Questionnaire « fréquentiel » posé à chaque individu enquêté, permettant de connaître les fréquences de consommation moyenne sur l'année écoulée de l'ensemble des aliments, ainsi que la fréquence des repas pris à l'extérieur (restauration collective, rapide, restaurant ou chez les proches).

R24 : Rappel de 24 heures visant à renseigner les quantités consommées. Les individus devaient ainsi renseigner l'ensemble des aliments et des boissons consommés la veille de l'entretien téléphonique, ainsi que les quantités consommées à l'aide d'un manuel de photos issu de l'enquête SU.VI.MAX³⁰ pour les tailles de portions, complété d'un manuel de photos propre aux aliments spécifiques des Antilles. Les manuels de photos ont été préalablement distribués au sein des foyers participant à l'enquête.

Les expositions alimentaires ont été estimées pour chaque individu interrogé dans le cadre de l'enquête de l'étude Kannari, à partir de plusieurs variables :

³⁰ SU.VI.MAX : étude "SUpplémentation en Vitamines et Minéraux AntioXydants (1994) destinée à constituer une source d'informations sur la consommation alimentaire des français et leur état de santé

- les quantités et fréquences de consommation des aliments ;
- la contamination en chlordécone des aliments qui prend elle-même en considération :
 - les circuits d'approvisionnement de ces mêmes aliments (Grandes et Moyennes Surface (GMS), marchés, épiceries et primeurs/boucheries, autoproduction, dons et bords de route) ;
 - la zone d'approvisionnement de ces mêmes aliments (ZNC ou ZC).

Toutes les données de consommation, de circuit d'approvisionnement ou de cartographie ont été utilisées à l'identique, à l'exception d'une partie des données de contamination des aliments qui a été mise à jour (cf. partie 4.1.1).

4.1.2.1 Détermination des zones géographiques

Trois types de zones géographiques ont été considérés, tels que présentés dans l'étude Kannari (chapitre « 3.2.1 Définitions des zones géographiques » du rapport Kannari), à savoir :

Zone terrestre

Dans le rapport Kannari, deux zones ont été définies, basées sur les ratios de surface de sol contaminé sur la surface agricole utile de la commune, selon la cartographie effectuée par la DAAF actualisée en 2013 :

- Zones réputées contaminées (ZC) : commune avec plus de 30% de sols contaminés
- Zones réputées non contaminées (ZNC) : commune avec moins de 30% de sols contaminés

Par la suite, les expositions ont été calculées en fonction de ces zones qui ont été utilisées pour caractériser le lieu de résidence des individus mais aussi la zone d'approvisionnement des aliments consommés.

Zone maritime

Tout comme dans Kannari, le découpage utilisé a été celui réalisé selon la directive cadre sur l'eau (DCE) en 2005. Au total, 21 zones maritimes considérées ont ainsi été regroupées en 4 classes en fonction du niveau de contamination de la faune pêchée.

Zone dulcicole

Les zones ont été définies selon la réglementation de la pêche en vigueur lors de l'étude Kannari. En Martinique, toutes les rivières étaient considérées comme fortement contaminées. En Guadeloupe, deux zones ont été définies : les rivières de Basse-Terre interdites à la pêche dû aux niveaux de contamination conséquents et la zone regroupant les rivières de Grande-Terre, ayant de faibles niveaux de contamination potentielle.

4.1.2.2 Données de consommation

Les individus considérés, ainsi que les données de consommation, les circuits et les zones d'approvisionnement des aliments, sont les mêmes que dans l'étude Kannari.

Pour rappel (cf chapitre « 3.1 données de consommation » du rapport Kannari), les individus ont été sélectionnés selon un plan de sondage à deux degrés. Un tirage au sort d'un foyer au sein des îlots³¹ définis par l'INSEE a été effectué. Un adulte (individu de plus de 16 ans) et des enfants (âgés entre 3 et 15 ans inclus) ont été tirés au sort dans chaque foyer. Le nombre et la description des strates sont identiques à ceux décrits dans le volet imprégnation (cf. 3.1.3).

³¹ Unité géographique de base pour la statistique, ils représentent le plus souvent un ensemble de maisons ou d'immeubles contigus en zone bâtie dense, un ensemble limité par des voies en zone périphérique.

Une enquête de terrain a été réalisée avec une phase de face-à-face afin de renseigner quatre types de questionnaires :

- questionnaire « foyer » dédié à la personne de référence du foyer pour déterminer les caractéristiques socio-démographiques du foyer telles que la composition du foyer permettant la sélection des individus à inclure, après tirage au sort, dans l'étude ;
- questionnaire « approvisionnement », dédié à la personne en charge de l'approvisionnement alimentaire, afin de déterminer les habitudes d'approvisionnement telles que le circuit, les zones d'approvisionnement et la fréquence ;
- questionnaire « santé » adressé pour chaque individu inclus dans l'étude ou par ses parents lorsque l'individu était un enfant ; il a permis de recueillir des données concernant l'état de santé ainsi que les paramètres anthropométriques des individus inclus ;
- questionnaire « fréquentiel » pour chaque individu inclus dans l'étude afin de déterminer les fréquences de consommation moyenne des différents aliments sur l'année écoulée.

Les quantités consommées par repas ont été estimées par le rappel des 24 dernières heures (R24). Les individus devaient ainsi renseigner l'ensemble des aliments et des boissons consommés la veille de l'entretien téléphonique, ainsi que les quantités consommées à l'aide d'un manuel de photos pour les tailles de portions, complété d'un manuel de photos propre aux aliments spécifiques des Antilles.

Au total, 849 adultes et 258 enfants guadeloupéens, 876 adultes et 226 enfants martiniquais ont participé à l'enquête.

4.1.2.3 Estimation des expositions alimentaires

L'exposition au chlordécone a été estimée selon une méthode déterministe. Elle a été calculée pour chaque aliment consommé par individu, en considérant son circuit et sa zone d'approvisionnement, selon la formule suivante :

$$A_{i,j,k} = \frac{\sum_z (C_{i,j} \times R_{i,k,z,j} \times Q_{j,k,z})}{W_i}$$

Avec :

$A_{i,j,k}$ exposition de l'individu i au chlordécone liée à l'aliment j issu du circuit k rapporté au poids corporel de l'individu i (en $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)

$C_{i,j}$ la consommation journalière de l'aliment j par l'individu i (en g j^{-1})

$R_{i,k,z,j}$ la proportion de l'aliment j issu du circuit k pour la zone z et pour l'individu i

$Q_{j,k,z}$ le niveau moyen de contamination de l'aliment j issu du circuit k pour la zone z (en $\mu\text{g kg}^{-1}$)

W_i le poids corporel de l'individu i (en kg pc)

Ensuite les expositions au chlordécone liées à l'aliment j issu du circuit k sont sommées afin d'estimer l'exposition individuelle totale A_i .

$$A_i = \sum_{j,k} A_{i,j,k}$$

4.1.2.4 Calcul des principaux contributeurs à l'exposition

Pour chaque individu, la contribution à l'exposition de chaque aliment selon le circuit a été estimée de la façon suivante :

$$P_{i,j,k} = \frac{A_{i,j,k}}{A_i} \times 100$$

Avec :

$P_{i,j,k}$ proportion de contribution à l'exposition totale de l'individu A_i liée à l'aliment j issu du circuit k (en pourcentage).

$A_{i,j,k}$ exposition au chlordécone de l'individu i liée à l'aliment j issu du circuit k (en $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$).

A_i exposition totale au chlordécone de l'individu i (en $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$).

4.1.3 Estimation des expositions alimentaires : résultats

L'estimation des expositions à l'échelle population (estimation de moyenne, percentiles et écart-type) a été effectuée avec la prise en compte du plan de sondage (stratifications et pondérations) en utilisant les fonctions adéquates du package R *survey* (Lumley 2004, 2010).

La réévaluation de l'exposition de la population guadeloupéenne et martiniquaise au chlordécone à partir de la base de données élargie de contamination des aliments est présentée dans le tableau 11.

Dans les tableaux et figures qui suivront en lien avec les expositions des individus, les termes ZC et ZNC se rapportent aux zones de résidence des individus considérés (cf. 4.1.2.1 détermination des zones géographiques).

Tableau 11 : Estimation de l'exposition au chlordécone ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$) de la population antillaise calculée à partir de la base de données élargie

Île	Zone	N	Hypothèse Basse (LB)				Hypothèse Haute (UB)			
			Moy \pm ET	P50	P90	P95	Moy \pm ET	P50	P90	P95
Enfants de 3 à 15 ans										
Guadeloupe	ZNC	171	0,03 \pm 0,004	0,02	0,05	0,11	0,06 \pm 0,008	0,04	0,13	0,20
	ZC	87	0,08 \pm 0,028	0,02	0,34	0,35	0,11 \pm 0,028	0,05	0,37	0,38
Martinique	ZNC	152	0,03 \pm 0,003	0,02	0,05	0,07	0,05 \pm 0,004	0,04	0,09	0,12
	ZC	74	0,06 \pm 0,025	0,02	0,11	0,38	0,09 \pm 0,025	0,04	0,19	0,40
Adultes (individus de plus de 16 ans)										
Guadeloupe	ZNC	533	0,04 \pm 0,004	0,02	0,08	0,11	0,09 \pm 0,006	0,07	0,19	0,25
	ZC	316	0,06 \pm 0,006	0,03	0,14	0,21	0,10 \pm 0,007	0,07	0,23	0,31
Martinique	ZNC	551	0,03 \pm 0,003	0,02	0,06	0,10	0,07 \pm 0,004	0,05	0,13	0,17
	ZC	325	0,05 \pm 0,006	0,02	0,10	0,15	0,07 \pm 0,007	0,04	0,13	0,18

N : nombre d'individus dans l'échantillon - Moy \pm ET : moyenne et erreur-type associé

Pour les deux îles, chez les enfants et les adultes, les expositions sont systématiquement supérieures en zone réputée contaminée (ZC) par rapport aux zones réputées non contaminées (ZNC). Néanmoins, seules les expositions sous hypothèse LB pour la population guadeloupéenne, adultes et enfants, sont significativement différentes entre ZC et ZNC (*test de Wilcoxon, p-value < 0,05*).

En ZNC, les expositions (adultes et enfants) varient sur un intervalle de valeurs peu étendu en LB (médiane - ou P50 - à $0,02 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$ et un P95 entre $0,07 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$ et $0,11 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$). L'hypothèse haute conduit à des expositions environ doublées par rapport à l'hypothèse basse (LB), avec des médianes proche de $0,05 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$ et des P95 pouvant atteindre $0,25 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$.

En ZC, la distribution des expositions présente des tendances différentes - par rapport à ce que l'on observe en ZNC - entre les adultes et les enfants et également entre les îles.

- **Chez les adultes :**

- sous l'hypothèse basse (LB), en Martinique comme en Guadeloupe, la distribution des expositions est plus étalée en ZC qu'en ZNC, avec un écart entre les médianes et le P95 d'environ un facteur 7 en ZC, contre un facteur 5 en ZNC ;
- sous l'hypothèse haute (UB), les expositions sont plus élevées par rapport à l'hypothèse basse (LB), avec les médianes plus élevées (autour de $0,05 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$) tout comme pour les P95 (entre $0,18 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$ et $0,31 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$) ;

- enfin, en UB comme en LB, la différence de l'étalement des expositions entre les ZC et ZNC est plus marquée en Guadeloupe qu'en Martinique.
- Chez les enfants :
 - la dispersion de la distribution des expositions est bien supérieur en ZC par rapport aux ZNC, en Guadeloupe comme en Martinique, que ce soit en LB ou UB. Les expositions médianes varient autour de 0,02- 0,05 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ quelle que soit la zone, tandis que les P95 varient entre 0,07 et 0,20 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ en ZNC, puis entre 0,35 et 0,40 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ en ZC ;
 - la différence de dispersion des expositions entre les ZC et ZNC est plus marquée chez les enfants que chez les adultes.

4.2 Estimation des pourcentages de dépassements de la VTR externe à partir des expositions alimentaires

Les dépassements de VTR ont été actualisés (tableau 12) considérant :

- la nouvelle VTR chronique du chlordécone récemment revue à la baisse par l'Anses (Anses, 2021), évoluant de 0,5 à 0,17 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$;
- l'actualisation des expositions alimentaires suite à l'intégration des nouvelles données de contamination alimentaires issues des PSPC menés par les administrations de 2015 à 2020.

Tableau 12 : Pourcentages de dépassement de la VTR chronique et moyenne d'exposition des individus concernés par ces dépassements, en Guadeloupe et en Martinique.

Ile	Zone	N	Hypothèse Basse (LB)		Hypothèse Haute (UB)	
			Pourcentage de dépassement de la VTR ³²	Moyenne de l'exposition des individus > VTR ± ET	Pourcentage de dépassement de la VTR	Moyenne de l'exposition des individus > VTR ³³ ± ET
Enfants de 3 à 15 ans						
Guadeloupe	-	258	4,8% [0,5-9,2]	0,29 ± 0,02	9,2% [3,4-14,9]	0,29 ± 0,03
Martinique	-	226	2,6% [0,2-5,0]	0,41 ± 0,08	3,9% [1,0-6,8]	0,35 ± 0,08
Guadeloupe	ZNC	171	1,8% [0-4,0]	0,23 ± 0,02	6,5% [1,4-11,6]	0,26 ± 0,03
	ZC	87	19,7% [0-40,0]	0,32 ± 0,02	22,1% [2,0-42,2]	0,33 ± 0,02
Martinique	ZNC	152	1,2% [0-2,8]	0,27 ± 0,01	1,7% [0-3,6]	0,25 ± 0,03
	ZC	74	7,9% [0-16,9]	0,48 ± 0,07	12,1% [0,9-23,2]	0,41 ± 0,10
Adultes (à partir de 16 ans)						
Guadeloupe	-	849	2,2% [1,1-3,3]	0,46 ± 0,08	12,2% [9,2-15,1]	0,30 ± 0,02
Martinique	-	876	2,7% [1,2-4,2]	0,37 ± 0,05	4,7% [2,7-6,7]	0,33 ± 0,03
Guadeloupe	ZNC	533	1,2% [0,2-2,2]	0,67 ± 0,14	11,5% [8,1-14,9]	0,31 ± 0,03
	ZC	316	7,1% [2,8-11,4]	0,28 ± 0,02	15,7% [10,1-21,2]	0,27 ± 0,02
Martinique	ZNC	551	2,4% [0,7-4,1]	0,34 ± 0,06	4,5% [2,2-6,9]	0,31 ± 0,04
	ZC	325	3,9% [0,8-7,0]	0,42 ± 0,09	5,4% [1,8-9,1]	0,39 ± 0,07

N : nombre d'individus dans l'échantillon - ET : erreur-type associée à la moyenne

En Guadeloupe comme en Martinique, les pourcentages moyens de dépassement, chez les adultes comme chez les enfants, sont significatifs.

En fonction de l'île :

Chez les enfants en LB et UB, le pourcentage de dépassement en Guadeloupe est environ deux fois supérieur à celui observé en Martinique (4,8% *versus* 2,6% en LB et 9,2% *versus* 3,9% en UB).

³² Les pourcentages indiqués dans cette colonne correspondent aux estimations pour la population guadeloupéenne et martiniquaise. Ils tiennent compte des pondérations liés à l'échantillonnage de l'étude Kannari.

³³ Dans certaines situations, l'exposition moyenne des individus dépassant la VTR est supérieure en LB qu'en UB. Cela s'explique par le fait que le nombre d'individus dépassant la VTR est plus élevé en UB qu'en LB, entraînant le calcul de la moyenne sur un effectif plus élevé en UB qu'en LB. Par ailleurs, il est aussi possible que les expositions d'un nombre élevé d'individus dépassant la VTR en UB soient proches du niveau de la VTR.

Pour les adultes en LB, quelle que soit l'île, ils sont du même ordre de grandeur (autour de 2,5%). En UB, il existe une plus grande disparité (par ailleurs significative) entre les deux îles, avec des dépassements autour de 12,2% en Guadeloupe et 4,7% en Martinique.

En fonction de la zone de résidence :

De manière générale, pour les deux îles, chez les enfants comme chez les adultes, les taux de dépassements sont plus élevés chez les individus résidant en ZC.

- en ZC, chez les enfants, les dépassements sont supérieurs à 7,9% (avec un maximum en Guadeloupe à 22,1% en UB). Chez les adultes, ils excèdent 3,9% et peuvent atteindre jusqu'à 15,7% (UB) en Guadeloupe ;
- en ZNC, en général moins de 2% des enfants dépassent la VTR (maximum 6,5% (UB) en Guadeloupe). De la même façon, le pourcentage de dépassement chez les adultes vivant en ZNC est faible (entre 1,2% et 2,4%) sous l'hypothèse basse. Sous l'hypothèse haute, la situation est plus contrastée avec 11,5% des adultes guadeloupéens vivant en ZNC dépassant la VTR (4,5% en Martinique) ;
- une différence significative des pourcentages de dépassements de VTR en LB apparaît pour les adultes en Guadeloupe entre la ZC et la ZNC.

4.3 Identification des principaux aliments contributeurs

Les tableaux ci-dessous représentent les contributions moyennes à l'exposition alimentaire des différents groupes d'aliments (uniquement scénario LB³⁴). Sont distinguées, les contributions à l'exposition moyenne, mais aussi celles estimées uniquement chez les individus dont l'exposition dépasse la VTR.

Pour rappel, la différence marquée de contamination des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC entre la Martinique et la Guadeloupe observée à partir des 35 données disponibles n'a pas été considérée, faute de données suffisantes (cf. 4.1.1.2 : compléments apportés au jeu de données initial, p 25).

³⁴ Pour éviter d'introduire une confusion liée aux performances analytiques, dans l'interprétation des résultats.

Tableau 13 : Contribution des différents groupes d'aliments à l'exposition alimentaire au chlordécone, en ZNC et ZC pour la population en Guadeloupe (ensemble de la population et individus dépassant la VTR de 0,17 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹)

GUADELOUPE	ENFANTS				ADULTES			
	ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Exposition moyenne de la population considérée (µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹) (LB-UB)	0,03-0,06	0,23-0,26	0,08-0,11	0,32-0,33	0,04-0,07	0,67-0,31	0,06-0,07	0,28-0,27
Groupe d'aliments	Contribution moyenne pour l'ensemble de la population	Contribution moyenne pour la population dépassant la VTR	Contribution moyenne pour l'ensemble de la population	Contribution moyenne pour la population dépassant la VTR	Contribution moyenne pour l'ensemble de la population	Contribution moyenne pour la population dépassant la VTR	Contribution moyenne pour l'ensemble de la population	Contribution moyenne pour la population dépassant la VTR
abats	5,4%	9,9%	6,3%	2,6%	7,2%	0,2%	13,4%	22,5%
autres féculents	2,0%	0,2%	1,1%	0,2%	2,0%	0,2%	1,6%	0,2%
boisson	3,8%	0,2%	2,8%	0,1%	5,0%	0,1%	3,6%	0,2%
coquillages	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,0%
crustacés	2,0%	54,2%	0,2%	0,3%	3,0%	66,8%	1,5%	12,3%
féculents	7,1%	0,6%	4,3%	0,2%	4,5%	0,2%	3,9%	0,2%
fruits	12,1%	3,8%	9,5%	0,3%	10,3%	0,5%	11,1%	2,4%
légumes aériens	13,7%	4,3%	9,6%	1,1%	23,4%	6,2%	19,5%	5,1%
Matières grasses	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
œufs	8,5%	5,1%	29,1%	87,3%	2,5%	0,8%	14,0%	38,6%
Pains et céréales	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
poisson eau douce	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	9,4%	0,0%	0,1%
poissons	18,0%	17,0%	14,8%	2,2%	13,0%	13,4%	8,1%	10,2%
produits laitiers	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
produits transformés	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
racines et tubercules	19,1%	4,1%	14,2%	2,3%	20,7%	1,2%	16,6%	6,1%
soja	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
viande hors volaille	5,5%	0,3%	4,3%	1,3%	3,5%	0,4%	2,5%	0,5%
volaille	2,4%	0,3%	2,9%	2,0%	4,5%	0,5%	3,9%	1,4%
<p>pourcentage de contribution compris entre 10 et 20%</p> <p>pourcentage de contribution supérieur à 20%</p>								

Tableau 14 : Contribution des différents groupes d'aliments à l'exposition alimentaires au chlordécone, en ZNC et ZC pour la population en Martinique (ensemble de la population et individus dépassant la VTR de 0,17 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹)

MARTINIQUE	ENFANTS				ADULTES			
	ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Exposition moyenne de la population considérée (µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹) (LB-UB)	0,03-0,05	0,27-0,25	0,06-0,09	0,48-0,41	0,03-0,07	0,34-0,31	0,05-0,07	0,42-0,39

Groupe d'aliments	Contribution moyenne pour l'ensemble de la population		Contribution moyenne pour la population dépassant la VTR		Contribution moyenne pour l'ensemble de la population		Contribution moyenne pour la population dépassant la VTR	
	ZNC	ZC	ZNC	ZC	ZNC	ZC	ZNC	ZC
abats	6,8%	1,4%	17,6%	6,6%	10,5%	7,6%	12,6%	1,3%
autres féculents	0,5%	0,0%	1,1%	0,1%	0,7%	0,1%	0,6%	0,1%
boisson	5,6%	0,1%	1,4%	0,1%	1,9%	0,1%	2,6%	0,1%
coquillages	0,9%	0,2%	1,1%	0,0%	2,4%	1,4%	2,3%	1,3%
crustacés	6,5%	11,3%	1,7%	0,4%	12,8%	58,6%	10,1%	39,1%
féculents	1,4%	0,0%	0,8%	0,0%	0,5%	0,0%	0,5%	0,0%
fruits	1,8%	0,0%	1,8%	0,0%	1,5%	0,1%	1,0%	0,0%
légumes aériens	6,6%	0,8%	7,8%	1,6%	11,2%	1,1%	9,9%	1,9%
Matières grasses	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
œufs	7,4%	78,3%	15,0%	68,0%	2,5%	10,6%	10,1%	48,2%
Pains et céréales	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
poisson eau douce	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,2%	2,4%
poissons	44,2%	6,3%	34,7%	22,0%	41,1%	18,9%	37,5%	3,6%
produits laitiers	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
produits transformés	0,7%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
racines et tubercules	5,8%	0,2%	7,0%	0,7%	5,8%	0,5%	6,3%	0,9%
soja	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
viande hors volaille	7,4%	0,0%	7,4%	0,0%	3,8%	0,2%	3,5%	0,3%
volaille	4,4%	1,4%	2,2%	0,6%	4,8%	0,6%	2,9%	0,8%

pourcentage de contribution compris entre 10 et 20%

pourcentage de contribution supérieur à 20%

Les profils de contribution sont différents lorsque l'on s'intéresse à la population dans son ensemble et aux individus dépassant la VTR. Pour ces derniers, la répartition des contributions est très contrastée et se fait sur un nombre limité de groupes d'aliments. Cette répartition est plus équilibrée pour ce qui est de la population dans son ensemble. Entre ZNC et ZC, les profils des contributions sont également différents.

En Guadeloupe :

Profils des contributions pour l'ensemble de la population :

L'exposition est liée à l'implication d'un grand nombre de groupes d'aliments consommés.

Au niveau de la population dans son ensemble (enfants et adultes), les expositions alimentaires moyennes sont liées à la consommation de différents groupes d'aliments, comme les racines et tubercules, les poissons, les œufs, les légumes aériens et les fruits, avec des contributions comprises entre 10 et 20%.

Hormis pour les œufs qui contribuent davantage aux expositions des individus vivant en ZC (14% chez les adultes et 29% chez les enfants), les principaux aliments contributeurs à l'exposition sont pratiquement identiques en ZC et ZNC.

Profils des contributions pour les individus dépassant la VTR :

En ZC, les œufs sont les contributeurs majoritaires chez les individus (adultes et enfants) dépassant la VTR. Leur contribution à l'exposition moyenne de ce groupe d'individus est comprise entre 39% (adultes) et 87% (enfants). Chez les adultes, une contribution importante des abats est également observée.

En ZNC, l'exposition moyenne des individus dépassant la VTR s'explique majoritairement par leur consommation de crustacés de mer ou d'eau douce et de poissons (contribution comprise entre 71% pour les enfants et 80% chez les adultes).

En Martinique :

Profils des contributions pour l'ensemble de la population :

Quelle que soit la zone concernée (ZC ou ZNC), la consommation de poissons explique entre 35 et 44% de l'exposition moyenne chez les adultes comme chez les enfants. S'ajoute à cela, en ZC, une contribution importante des œufs (10 à 15%) et des abats (13% à 18%). En ZNC, le reste de l'exposition est lié à l'implication d'un plus grand nombre de groupes d'aliments consommés (abats, crustacés, légumes aériens).

Profils des contributions pour les individus dépassant la VTR :

Comme en Guadeloupe, la contribution des œufs à l'exposition est très élevée en Martinique en ZC, chez les enfants (68%) comme chez les adultes (48%). Pour cette zone, les poissons contribuent également de manière importante (22%) à l'exposition moyenne des enfants dépassant la VTR, et les crustacés à celles des adultes (39%).

En ZNC, la situation est différente entre les adultes et les enfants. Chez les enfants, presque la totalité de l'exposition est attribuable à la consommation des œufs (78%), tandis que celle des adultes s'explique plutôt par une combinaison associant la consommation de crustacés et de poissons (77%) et d'œufs (11%).

Une analyse plus approfondie (cf. tableau 25 et tableau 26 de l'annexe 4) a été réalisée au niveau des groupes d'aliments ainsi que du circuit d'approvisionnement associé, afin de distinguer la part des différents circuits dans l'exposition alimentaire. Une synthèse évoquant les principaux contributeurs et circuits associés, uniquement chez les individus dépassant la VTR, est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 15 : synthèse des principaux contributeurs alimentaires à l'exposition des individus dépassant la VTR de 0,17 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ (détails des circuits d'approvisionnement)

GUADELOUPE						
Enfants			Adultes			
ZNC	Crustacés (eau douce) ³⁵	54%	dons : 26,7% épicerie, poissonnerie : 13,6% gros marchés : 13,8%	Crustacés (eau douce)	66,7%	dons : 66,7%
	Poissons (de mer)	17,0%	épicerie, poissonnerie : 4,9% GMS : 4,9% gros marchés : 5,8%	Poissons (de mer)	13,4%	dons : 2,6% épicerie, poissonnerie : 4,0% gros marchés : 5,1%
	Abats	9,9%	autoproduction : 9,7%	Poissons (eau douce)	9,4%	dons : 9,4%
ZC				Œufs	38,6%	dons et autoproduction : 38,6%
				Abats	22,5%	autoproduction : 20,5%
	Œufs	87,3%	dons et autoproduction : 87,3%	Crustacés (eau douce)	10,4%	dons et autoproduction : 10,4%
				Poissons (de mer)	10,2%	dons et autoproduction : 6,0% bords de route : 4,1%
MARTINIQUE						
Enfants			Adultes			
ZNC	Œufs	78,3%	dons et autoproduction : 78,3%	Crustacés (eau douce)	35,9%	dons et autoproduction : 32,6%
	Crustacés (eau douce)	11,3%	dons et autoproduction : 11,3%	Crustacés (de mer) ³⁶	19,6%	GMS : 19,6%
				Œufs	10,6%	autoproduction : 10,6%
				Poissons (de mer)	18,9%	bords de route : 10,5% GMS : 5,9%
ZC	Œufs	68%	dons et autoproduction : 68%	Œufs	48,2%	dons et autoproduction : 48,2%
	Poissons (de mer)	22%	bords de route : 21,7%	Crustacés (eau douce)	29,8%	épicerie, poissonnerie : 20,8% dons : 9,0%
				Crustacés (de mer)	9,1%	GMS : 6,3% épicerie, poissonnerie : 2,8%

Aide à la lecture : les pourcentages associés aux circuits d'approvisionnement correspondent aux contributions à l'exposition totale. Ainsi, pour les enfants guadeloupéens vivant en ZNC, lorsqu'il est indiqué « crustacés d'eau douce : 54% » cela signifie que les crustacés d'eau douce, tous circuits confondus, contribuent à 54% de l'exposition moyenne de ce groupe d'individus. 26,7% de cette exposition s'expliquent par la consommation de crustacés d'eau douce provenant de dons.

GMS : Grandes et Moyennes Surfaces

L'analyse des contributions relatives des denrées fait ressortir que certaines d'entre elles, lorsqu'elles sont approvisionnées par les circuits informels (les œufs, les produits de la pêche,

les abats) constituent les principaux contributeurs à l'exposition au chlordécone des personnes dépassant la VTR. Les niveaux de contribution des denrées à l'exposition varient cependant entre les îles et les zones au sein de ces îles.

Les œufs :

En ZC, la consommation d'œufs est le contributeur majeur (entre 39% et 87%) des expositions dépassant la VTR et cette contribution est plus marquée chez les enfants (68% en Martinique et 87% en Guadeloupe) que chez les adultes (39% en Martinique et 48% en Guadeloupe). En Martinique comme en Guadeloupe, ces œufs proviennent des circuits informels (autoproduction et dons). Les circuits formels contribuent de façon négligeable aux expositions.

La forte exposition au chlordécone via la consommation d'œufs s'explique principalement par une contamination élevée en ZC des œufs issus de ces circuits informels, estimée à partir des données disponibles (P75, n=35)³⁷ à 429 µg kg⁻¹. En ZNC (n=5), cette teneur s'élève à 18,13 µg kg⁻¹ et à 33,96 µg kg⁻¹ sur un ensemble de 180 données dont l'origine n'a pas pu être déterminée. La teneur moyenne des œufs autoproduits en ZC est donc très élevée par rapport aux œufs produits aux Antilles dans d'autres conditions.

Les produits de la pêche :

Concernant les produits de la mer, il est vraisemblable que dans certains cas les mêmes sources (artisans pêcheurs) approvisionnent simultanément les deux types de circuits - formel et informel - réduisant l'intérêt de la distinction entre ces deux types d'approvisionnement.

Les produits issus de la pêche (crustacés et poissons de mer) sont également des contributeurs très majoritaires, notamment en ZNC (autour de 80% de l'exposition des adultes dépassant la VTR en Guadeloupe ou en Martinique).

Les poissons de mer provenant des circuits contrôlés (poissonnerie, marchés et GMS) sont des contributeurs importants en Guadeloupe (17% chez les enfants et 11% chez les adultes). En Martinique, il s'agit principalement des poissons de mer issus de vente en bords de route (22% chez les enfants et 10% chez les adultes).

Concernant les crustacés (de mer et d'eau douce), les produits d'eau douce provenant des dons sont des contributeurs importants en Guadeloupe (jusqu'à 67% chez les adultes), même si ceux provenant des circuits contrôlés (poissonneries et gros marchés) expliquent une part non négligeable (27%) de l'exposition des enfants dépassant la VTR. En Martinique, les crustacés (de mer et d'eau douce) provenant des circuits contrôlés expliquent une part importante de l'exposition des adultes (entre 20% et 30%). En ZNC, les crustacés d'eau douce issus des circuits informels représentent 33% de l'exposition des adultes.

4.4 Impact des recommandations de consommation établies par l'Anses en 2007 sur le risque lié à l'exposition alimentaire au chlordécone

En 2007, l'Anses établissait trois recommandations de consommation dans le but de diminuer l'exposition des populations au chlordécone via l'alimentation (cf. tableau 16) (Afssa, 2007).

³⁵ Les crevettes, écrevisses, ouassous et crabes ont été considérés comme des crustacés d'eau douce.

³⁶ La langouste, les crabes ciriques et les oursins ont été considérés comme des crustacés de mer.

³⁷ Voir les explications de ce choix au chapitre 4.1.1.2 « Compléments apportés au jeu de données initial »

Tableau 16 : Recommandations de consommation établies par l'Anses en 2007

Produits de la pêche	Limiter à 4 fois par semaine la consommation de produits de la pêche en provenance du circuit court (pêche de loisir, de subsistance ou achat sur le bord des routes).
Légumes racines	Limiter à 2 fois par semaine la consommation de patates douces, ignames et dachines issus des jardins familiaux en ZC
Produits d'eau douce	Ne pas consommer de produits d'eau douce issus des zones d'interdiction de pêche définies par arrêté préfectoral ³⁸

L'enquête alimentaire de l'étude Kannari, menée en 2013-2014, a permis d'estimer la proportion de la population ayant des habitudes alimentaires en adéquation avec les recommandations proposées par l'Anses. Pour cela, les individus adultes³⁹ de l'étude Kannari (849 en Guadeloupe et 876 en Martinique) ont été regroupés en fonction du respect (total, partiel ou inexistant) des trois recommandations. Le respect de chaque recommandation a été évalué de la façon suivante :

- respect de la recommandation sur les produits de la pêche en mer : *individu avec une fréquence de consommation inférieure ou égale à 4 fois par semaine pour tous les produits de la mer issus de tous les circuits sauf GMS et gros marchés.*
- respect de la recommandation sur les légumes racines : *individu avec une fréquence de consommation inférieure ou égale à 2 fois par semaine d'ignames, dachines ou patates douces issues des circuits d'autoproduction ou de dons en ZC.*
- respect de la recommandation sur les produits d'eau douce : *individu ne consommant aucun produit d'eau douce (poisson ou crustacé) issu de l'autoproduction ou de dons.*

Les résultats montrent (cf. tableau 17) qu'en 2013-2014 une large majorité de la population adulte antillaise (73% en Martinique et 75% en Guadeloupe) respectait l'ensemble des trois recommandations, alors que moins de 1% n'en respectait aucune et qu'environ 25% en respectaient une ou deux. Les différences entre les deux îles sont faibles. Aucune information nouvelle n'est disponible pour savoir si cette situation a évolué depuis 2014.

³⁸ Il est à noter que la pêche est interdite pour l'ensemble des rivières de Martinique, ainsi que pour les rivières du sud de la Basse Terre en Guadeloupe.

³⁹ Seuls les adultes ont été pris en compte, car les effectifs étaient insuffisants pour établir ces regroupements pour les enfants.

Tableau 17 : Répartition des individus de la population adulte de l'étude Kannari en fonction du respect ou non des recommandations de consommation établies par l'Anses en 2007

Population adulte concernée	Part de la population concernée dans l'ensemble de la population % (effectif)		
	Guadeloupe (n=849)	Martinique (n=876)	
Individus respectant l'ensemble des 3 recommandations de consommation	75,2% (639)	72,8% (638)	
Individus ne respectant pas l'ensemble des 3 recommandations	Individus respectant une ou deux des 3 recommandations	24,3% (206)	27,1% (237)
	Individus ne respectant aucune des 3 recommandations	0,5% (4)	0,1% (1)

Les expositions des individus enquêtés ont été calculées en tenant compte de leur consommation alimentaire recueillie dans l'étude Kannari menée en 2013-2014. Les pourcentages d'individus dépassant la VTR ont ensuite été calculés, d'une part, dans le groupe respectant les trois recommandations de l'Anses (2007) et, d'autre part, dans celui ne respectant pas l'ensemble de ces recommandations. En comparant les pourcentages de dépassement de la VTR entre les deux groupes, il a été possible d'estimer le niveau de protection offert par les trois recommandations alimentaires. Cependant, du fait d'effectifs trop limités, il n'a pas été possible de hiérarchiser l'importance des trois recommandations et d'étudier l'impact des recommandations une à une. Les résultats sont présentés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Estimation des expositions ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$) et des dépassements de la VTR (%) en LB en fonction du respect ou non des trois recommandations Anses (2007) (à partir de l'étude Kannari)

	n	Moy	ET	P50	P90	% d'individus dépassant la VTR de $0,17 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$
Population respectant l'ensemble des 3 recommandations Anses (2007)						
Guadeloupe	639	0,03	0,00	0,02	0,07	0,5% [0,0% ; 0,9%]
Martinique	638	0,02	0,00	0,02	0,04	1,1% [0,0% ; 2,3%]
Population ne respectant pas l'ensemble des 3 recommandations Anses (2007)						
Guadeloupe	210	0,11	0,02	0,06	0,18	10,0% ** [4,4% ; 15,7%]
Martinique	238	0,08	0,01	0,04	0,16	8,2% ** [3,8% ; 12,7%]

Abréviations : n=nombre d'individus, Moy= moyenne des expositions, ET=écart-type des expositions, P50 et P90= centiles 50% et 90% des expositions. Les intervalles entre crochets correspondent aux intervalles de confiance à 95% des pourcentages de dépassement de la VTR. ** $p < 0.01$ – Test de Wilcoxon de comparaison des dépassements de la VTR entre les populations respectant ou non l'ensemble des trois recommandations.

Les résultats montrent que les niveaux d'exposition sont en moyenne, pour les deux îles, près de quatre fois plus faibles chez les individus respectant l'ensemble des trois recommandations

par rapport aux individus ne respectant pas l'ensemble de ces recommandations. Le pourcentage de dépassement de la VTR est également significativement plus faible chez les individus respectant l'ensemble des trois recommandations, à la fois en Guadeloupe et en Martinique ($p < 0.05$ – test de comparaison de Wilcoxon, Tableau 18). En Guadeloupe, le pourcentage de dépassement de la VTR est de 0,5% lorsque les trois recommandations sont respectées, alors qu'il est de 10% si l'ensemble des recommandations n'est pas respecté. Comme en Guadeloupe, le risque de dépassement de la VTR est également statistiquement plus faible en Martinique, lorsque l'ensemble des trois recommandations est respecté (1,1% de dépassement de la VTR lorsque l'ensemble des recommandations est respecté vs. 8,2% si les trois recommandations ne le sont pas). Cependant, 0,5 et 1,1% de la population dépasse la VTR respectivement en Guadeloupe et Martinique lorsque l'ensemble des trois recommandations est respecté. D'après les bornes supérieures des intervalles de confiance, il n'est pas exclu que ces pourcentages de dépassement de la VTR atteignent 0,9% et 2,3% en Guadeloupe et Martinique.

Le respect de l'ensemble des trois recommandations de consommation établies par l'Anses en 2007 est un levier efficace pour réduire le pourcentage d'individus dont les niveaux d'exposition sont supérieurs à la VTR de $0,17 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$. En 2013-2014, environ 75% de la population adulte antillaise présentait des habitudes de consommation permettant le respect des trois recommandations Anses (2007). Une nouvelle enquête de consommation est nécessaire pour analyser, plus de 15 ans après, le niveau actuel de respect de ces recommandations dans la population antillaise.

4.5 Identification de leviers complémentaires impliquant les œufs issus de l'autoproduction et du don en ZC

Parmi les individus dépassant la VTR (adultes et enfants), les œufs issus de l'autoproduction ou du don en ZC représentent une part majoritaire des déterminants alimentaires contributeurs (minimum 38%, cf. tableau 15). Cette denrée apparaît comme un levier potentiel pour permettre de réduire l'exposition alimentaire des individus les plus exposés dépassant la VTR chronique. Pour ce faire, l'analyse ci-dessous a étudié l'effet d'une consommation limitée de cette denrée ainsi que celui associé à une contamination abaissée.

Comme déjà mentionné à plusieurs reprises, la différence marquée de contamination des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC entre la Martinique et la Guadeloupe observée à partir des 35 données disponibles (20 en Guadeloupe et 15 en Martinique) n'a pas été considérée, faute d'un nombre de données suffisant pour tirer des conclusions robustes quant à une différence entre les deux îles (cf. 4.1.1.2 en page 2715). Aussi, par cohérence dans la démarche scientifique adoptée, cette analyse a ainsi considéré les 35 valeurs de contamination des œufs dans leur ensemble pour chacune des deux îles.

4.5.1 Levier sur la consommation des œufs issus de l'autoproduction et du don en ZC

Pour l'étude de ce levier, seuls les adultes ont pu être pris en compte, car les effectifs étaient insuffisants pour établir des regroupements par profil alimentaire pour les enfants.

Le levier considéré ici consiste à combiner l'application des trois recommandations Anses (2007) avec l'ajout d'une recommandation additionnelle portant sur le strict respect de non-consommation d'œufs issus de l'autoproduction ou du don en provenance d'une ZC. Dans ce but, l'exposition anticipée des individus appliquant ces quatre recommandations a été calculée et comparée à l'exposition des individus appliquant l'ensemble des trois recommandations

Anses (2007). Le pourcentage de dépassement de la VTR a été calculé pour les deux groupes d'individus (cf. tableau 19). La comparaison des deux groupes d'individus a été effectuée en utilisant le test de Wilcoxon avec la prise en compte du plan de sondage.

En 2013-2014, plus de 60% des Guadeloupéens ou Martiniquais respectant l'ensemble des trois recommandations Anses ne consomment pas d'œufs issus de l'autoproduction ou de dons en ZC.

Tableau 19 : Estimation des expositions ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$) et des dépassements de la VTR des individus respectant l'ensemble des trois recommandations Anses (2007) et celle portant sur la non consommation d'œufs issus de l'autoproduction et du don en ZC (en LB)

	n	Moy	ET	P50	P90	% d'individus dépassant la VTR
Population respectant l'ensemble des 3 recommandations Anses (2007)						
Guadeloupe	639	0,03	0,00	0,02	0,07	0,5% [0-0,9]
Martinique	638	0,02	0,00	0,02	0,04	1,1% [0-2,3]
Population respectant l'ensemble des 3 recommandations Anses (2007) et ne consommant pas d'œufs issus de l'autoproduction et du don en ZC						
Guadeloupe	537	0,02	0,00	0,02	0,06	0,2% [0-0,5]
Martinique	538	0,02	0,00	0,01	0,04	0,9% [0-2,5]

Abréviations : n=nombre d'individus, Moy= moyenne des expositions, ET=écart-type des expositions, P50 et P90= centiles 50% and 90% des expositions. Les intervalles entre crochets correspondent aux intervalles de confiance à 95% des pourcentages de dépassement de la VTR.

Les résultats (cf. tableau 19) montrent que les niveaux d'exposition moyens sont similaires entre les individus respectant l'ensemble des trois recommandations Anses (2007) et entre les individus respectant en plus des recommandations Anses (2007) la proposition d'une recommandation supplémentaire de non consommation d'œufs issus de l'autoproduction et de dons en ZC. Le centile P90 est cependant légèrement plus faible avec la nouvelle contrainte sur les œufs en Guadeloupe (0,06 vs. 0,07).

Le pourcentage de dépassement de la VTR est plus faible chez les individus respectant la nouvelle contrainte sur la consommation d'œufs en plus des trois recommandations Anses (2007) dans les deux îles. Cependant, ces différences ne sont pas significatives sur un plan statistique (test de Wilcoxon⁴⁰), les deux groupes d'individus comparés dans le tableau 19 se recoupant en grande partie. L'effet d'une restriction de la consommation d'œufs issus de l'autoproduction ou du don en ZC, en plus des trois recommandations Anses (2007), est donc considéré comme un levier d'action incertain.

Les résultats ne démontrent pas qu'une restriction de la consommation d'œufs issus de l'autoproduction ou du don en ZC puisse réduire significativement le risque de dépassement de la VTR par rapport au niveau déjà atteint avec l'ensemble des trois recommandations Anses (2007).

4.5.2 Levier sur la contamination des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC

La contamination des œufs ($429 \mu\text{g kg}^{-1}$) retenue pour le calcul des expositions correspond au 75^{ème} centile de l'ensemble des valeurs disponibles à ce jour pour cette matrice et ce circuit

⁴⁰ P values obtenus : p=0,2 en Guadeloupe et p=0,6 en Martinique

d'approvisionnement (*cf.* 4.1.1.2- page 27). La simulation suivante propose de voir ce que donnerait une diminution de la contamination des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC sur le pourcentages d'individus dépassant la VTR.

Cette simulation repose sur une identification préalable d'un niveau de contamination des œufs susceptible d'être tolérable au vu de son impact sur les niveaux d'exposition.

Se référer, comme déjà évalué dans l'avis Anses 2017, à la Limite Maximale de Résidus (LMR)⁴¹ du chlordécone ($20 \mu\text{g kg}^{-1}$) en vigueur dans les denrées d'origine animale comme une teneur maximale de contamination des denrées produites quel que soit le circuit d'approvisionnement constitue une stratégie possible. Cette démarche est déjà adoptée aux Antilles pour émettre des recommandations de mise en culture de végétaux⁴² ainsi que des recommandations vis à vis des éleveurs⁴³ (y compris producteurs de volailles) en fonction du degré de contamination des sols. Ainsi, seuls les sols ne dépassant pas $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ sont considérés compatibles avec tout type de culture ou d'élevage.

Les recommandations en vigueur vis-à-vis des éleveurs (y compris producteurs de volailles) suggèrent d'éviter les sols ayant des concentrations supérieures à $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ avec le même objectif de ne pas atteindre la LMR dans les denrées alimentaires issus d'animaux élevés sur ces sols. Plus précisément, les ARS (Martinique et Guadeloupe) recommandent aux particuliers certaines mesures d'élevage pour limiter l'exposition des animaux au chlordécone. Pour les volailles, cela implique de :

- faire une analyse de sol pour connaître la teneur en chlordécone de sa parcelle ou de son jardin afin d'élever les poules sur des parcelles non contaminées ;
- isoler le plus possible les animaux des sols pollués : en les parquant, les plaçant sur des aires bétonnées tout en évitant les souillures par de la terre, ou en les mettant en cage sans contact avec le sol (lapins, volailles) ;
- alimenter les animaux avec de la nourriture non contaminée.

S'agissant spécifiquement des œufs de poules autoproduits, la relation entre la concentration en chlordécone dans les sols et la contamination des œufs a été étudiée par Jurjanz et al. (2020). Ces recherches, menées dans les jardins de particuliers (comptant toutefois des effectifs d'œufs limités), conduisent à considérer qu'une concentration maximale du chlordécone dans le sol de $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ permettrait de maintenir la contamination des œufs à un niveau inférieur à la LMR de $20 \mu\text{g kg}^{-1}$. *A contrario*, une concentration de sol autour de 2 mg kg^{-1} pourrait conduire à une contamination des œufs autour de $450 \mu\text{g kg}^{-1}$ (Jondreville et al., 2014).

Ainsi, les informations acquises pour les œufs autoproduits semblent en accord avec les recommandations existantes formulées pour les producteurs ou éleveurs professionnels, et toutes basées sur une prise en compte de la LMR. La simulation envisagée, basée sur une diminution de la contamination des œufs autoproduits à hauteur de la LMR correspond à un scénario où une mesure de gestion déjà identifiée, recommandée et partagée serait

⁴¹ Une « limite maximale applicable aux résidus » (LMR) s'entend comme une concentration maximale du résidu d'une substance dans ou sur des denrées alimentaires. Ces LMR sont fixées conformément à des règlements européens par domaine. Une LMR est fixée pour un couple denrée / substance. Pour le chlordécone, les LMR sont définies par le règlement (CE) n° 396/2005

⁴² <https://www.martinique.gouv.fr/layout/set/print/Politiques-publiques/Environnement-sante-publique/Chlordecone/Informations-aux-professionnels/Je-suis/Producteur>

⁴³ <https://www.martinique.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-sante-publique/Chlordecone/Informations-aux-professionnels/Je-suis/Eleveur>

respectée : limiter la culture et l'élevage d'animaux sur des sols dont la contamination est supérieure 0,1 mg kg⁻¹.

Le tableau ci-dessous présente la comparaison de deux situations. La situation de référence correspond aux expositions telles que présentées dans cet avis (avec une contamination moyenne des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC fixée au P75 à 429 µg kg⁻¹). La seconde situation correspond à un scénario hypothétique où la contamination moyenne de ces œufs a été fixée à 20 µg kg⁻¹. La comparaison entre les deux situations porte sur le pourcentage d'individus dépassant la VTR externe, en fonction de l'île, de l'âge et de la zone de résidence. La comparaison des deux situations a été effectuée en utilisant le test de Wilcoxon (et prise en compte du plan de sondage).

Tableau 20 : Impact sur le pourcentage d'individus dépassant la VTR chronique externe (0,17µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹) d'une situation dans laquelle la contamination moyenne des œufs issus de l'autoproduction ou des dons en provenance de ZC serait égale à 20 µg kg⁻¹ (simulation LB).

Population	Île	Zone de résidence	Nombre d'individus	Situation de référence	Scénario "œufs autoproduits en ZC de concentration moyenne égale à 20 µg kg ⁻¹ "
Enfants	Guadeloupe		258	4,8 % [0,5 ; 9,2]	1,5 % [0 ; 3,4]
	Martinique		226	2,6 % [0,2 ; 5,0]	0,6 % [0 ; 1,5]
	Guadeloupe	ZNC	171	1,8 % [0 ; 4,0]	1,8 % [0 ; 4,0]
		ZC	87	19,7 % [0 ; 40,0]	0,3 % [0 ; 0,9]
	Martinique	ZNC	152	1,2 % [0 ; 2,8]	0,0%
		ZC	74	7,9 % [0 ; 16,9]	2,8 % [0 ; 7,0]
Adultes	Guadeloupe		849	2,2 % [1,1 ; 3,3]	1,6 % [0,6 ; 2,6] *
	Martinique		876	2,7 % [1,2 ; 4,2]	1,9 % [0,6 ; 3,2] *
	Guadeloupe	ZNC	533	1,2 % [0,2 ; 2,2]	1,2 % [0,2 ; 2,2]
		ZC	316	7,1 % [2,8 ; 11,4]	3,4 % [0 ; 6,8] **
	Martinique	ZNC	551	2,4 % [0,7 ; 4,1]	2,1 % [0,5 ; 3,8]
		ZC	325	3,9 % [0,8 ; 7,0]	0,9 % [0,1 ; 1,8]

*Test de Wilcoxon pour comparer les dépassements entre les deux scénarios : * p < 0.05 ; ** p < 0.01.*

A l'échelle des populations en Guadeloupe et en Martinique, les pourcentages de dépassement sont systématiquement plus faibles lorsque la contamination moyenne des œufs autoproduits en ZC est égale à 20 µg kg⁻¹. Il semblerait que l'impact soit plus important chez les enfants que chez les adultes.

Lorsque l'on distingue les habitants en fonction de leur zone de résidence, il apparaît que le dépassement de VTR est surtout diminué pour les individus résidant en ZC. Dans certaines situations, comme pour les enfants vivant en ZC en Guadeloupe, on observe une réduction marquée du pourcentage de dépassement de VTR (de 19,7% à 0,3% en LB, ou de 22,1% à 2,6% en UB, voir annexe en page 105). Chez les adultes vivant en ZC, en Guadeloupe comme en Martinique, cette réduction se situe entre 200% et 400% en LB. Excepté pour les enfants

martiniquais, la diminution de contamination des œufs autoproduits en ZC ne semble pas modifier le dépassement de la VTR de la population vivant en ZNC⁴⁴.

Sur un plan statistique, l'impact sur les diminutions de dépassements de VTR est significatif, pour les deux îles, en ce qui concerne la population adulte ($p= 0,01$ pour la Guadeloupe et $0,03$ en Martinique – Test de Wilcoxon). La significativité statistique n'est pas démontrée pour les enfants dont les effectifs sont plus faibles ($p=0,1$ pour la Guadeloupe et $0,08$ en Martinique).

4.6 Conclusion sur les premiers leviers d'action

Au-delà de ces premiers leviers d'action, la situation associant le respect de l'ensemble des 3 recommandations Anses 2007 avec une contamination abaissée à $20 \mu\text{g kg}^{-1}$ des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC a été évaluée. Les deux figures ci-dessous sont une synthèse de l'impact de différents leviers permettant d'agir en vue d'une réduction du nombre d'individus dépassant la VTR (en LB). Le tableau 27 en annexe 5 détaille ces impacts en présentant les pourcentages de dépassements de la VTR, en fonction des îles, des zones de résidence et des hypothèses de censure.

⁴⁴ Il est possible que la diminution du nombre d'individus (enfants et adultes) dépassant la VTR en Martinique, suite à l'abaissement de la contamination moyenne des œufs autoproduits en ZC correspondent aux mêmes foyers résidant en ZNC mais consommant des œufs provenant d'une ZC.

Adultes

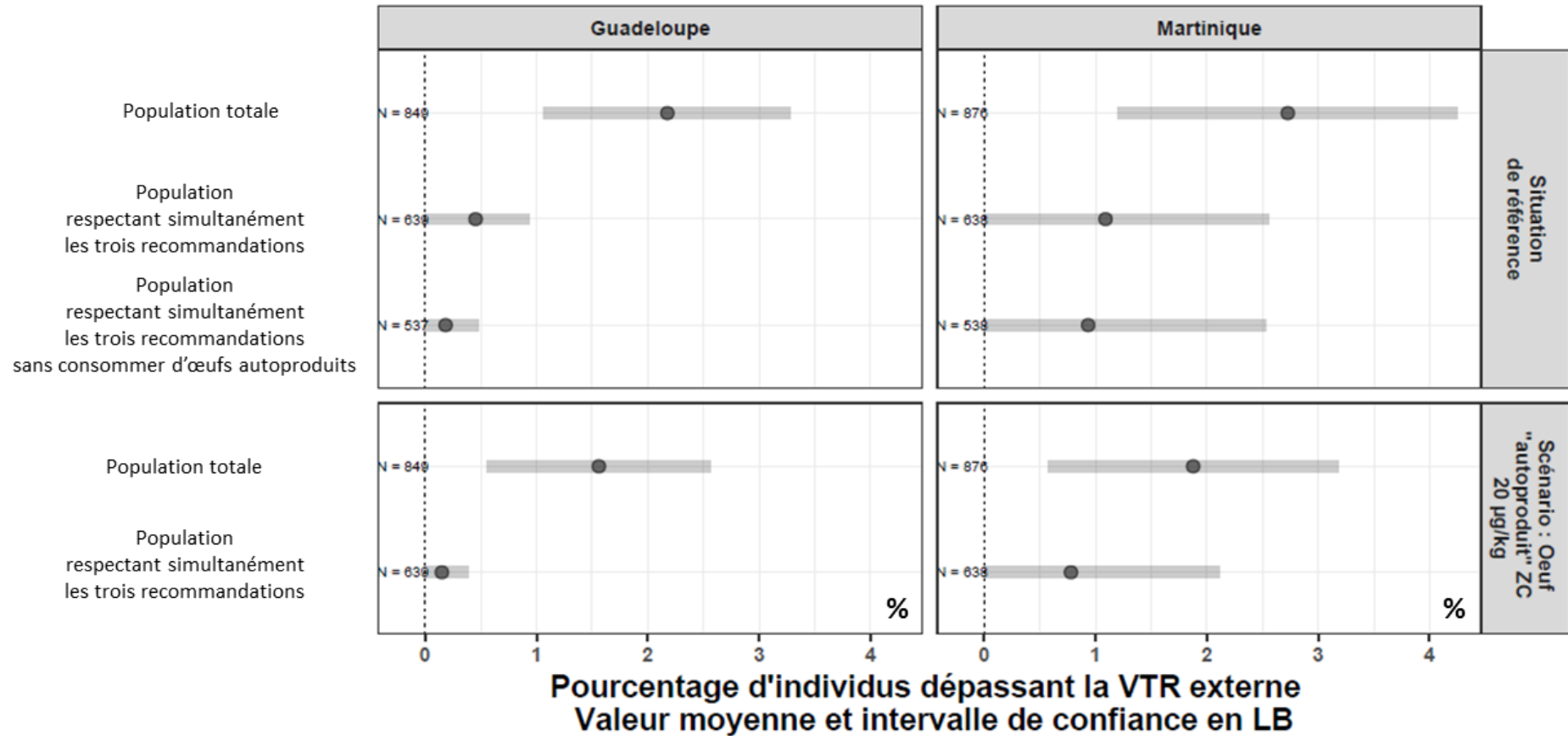


Figure 3 : Pourcentage d'individus dépassant la VTR externe en fonction de différents cas de figure. Valeur moyenne du pourcentage de dépassement et intervalle de confiance en LB

Adultes

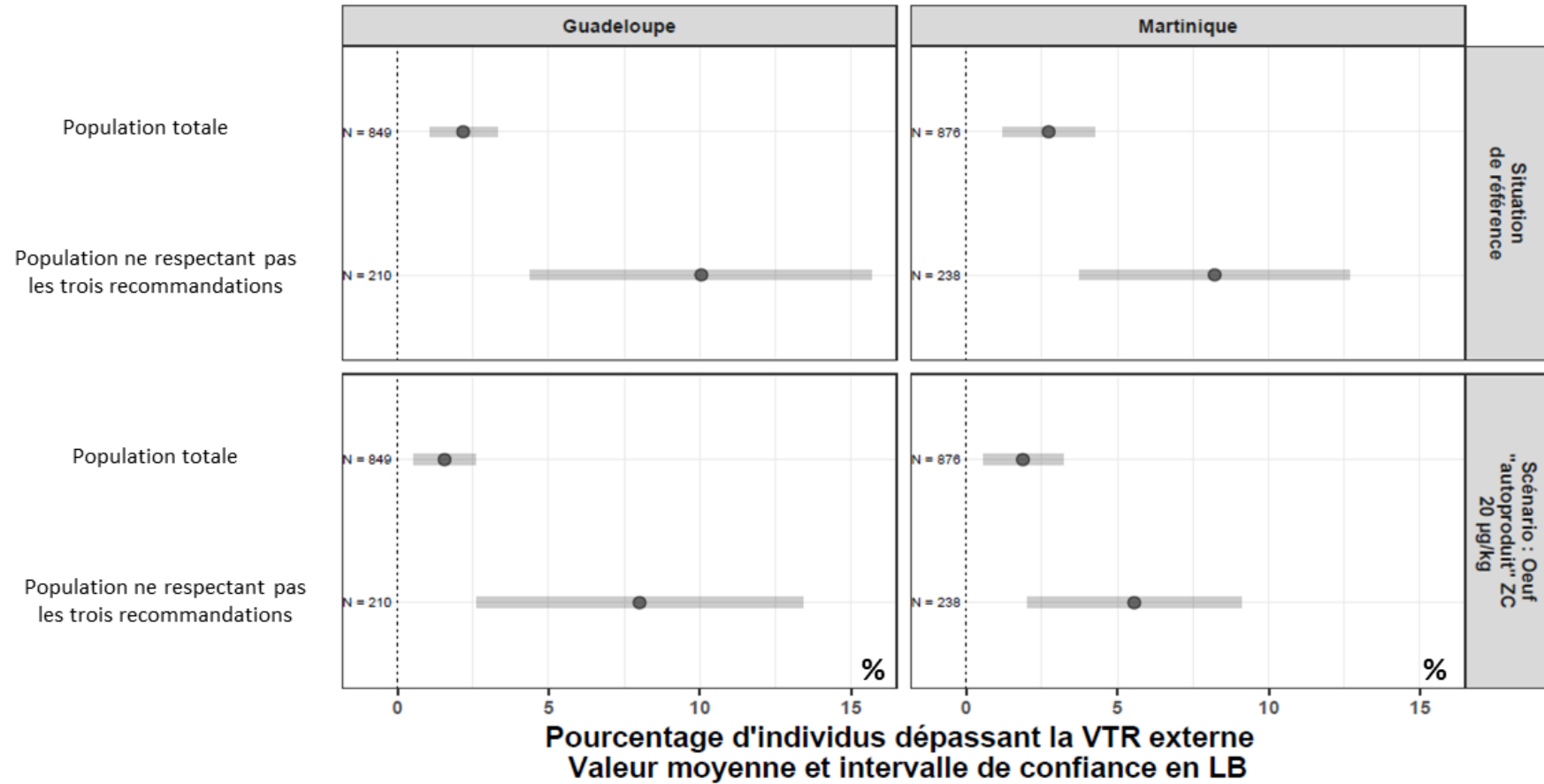


Figure 4 : Pourcentage d'individus dépassant la VTR externe pour la situation des individus ne respectant pas les trois recommandations Anses (2007). Valeur moyenne du pourcentage dépassement et intervalle de confiance en LB.

Sur la base des connaissances disponibles à ce jour, c'est-à-dire sans prise en compte possible de l'évolution des comportements alimentaires depuis 2014 ou bien de l'évolution de la contamination des aliments issus des circuits informels, il apparaît que :

- Le respect de l'ensemble des 3 recommandations formulées par l'Anses en 2007 constitue le principal levier d'action pour diminuer le pourcentage d'individus dépassant la VTR. En effet, en 2013-2014, une très grande majorité de la population semblait respecter ce schéma de consommation. Le CES ERCA recommande de renforcer les programmes d'accompagnement auprès de la population pour favoriser le suivi de ces recommandations. Une enquête de consommation est recommandée pour actualiser, dix ans après l'étude Kannari, les données relatives aux habitudes de consommation de la population antillaise ainsi que l'analyse des éventuels freins (culturels, socio-économiques, etc.) associés quant au respect du suivi de ces recommandations.
- La réduction de la contamination des œufs autoproduits en ZC au niveau maximum de $20 \mu\text{g kg}^{-1}$ entraîne une réduction importante (statistiquement significative pour les adultes) du pourcentage d'individus dépassant la VTR (essentiellement ceux résidant en ZC). Le CES ERCA recommande de renforcer les actions du programme Jafa qui vise à promouvoir les bonnes pratiques d'élevage auprès des particuliers possédant un poulailler. Une étude visant à quantifier l'efficacité des recommandations zootechniques formulées par le programme Jafa sur le niveau de contamination en chlordécone des œufs autoproduits est recommandée. De même, il est fort possible que depuis 2016, certaines pratiques d'élevage aient évolué conduisant à une diminution de la contamination des œufs issus des élevages privés. Le recueil de nouvelles données de contamination des denrées issues des circuits informels de l'étude ChlorExpo à venir permettra d'actualiser les niveaux de contamination des œufs issus de ce circuit d'approvisionnement.
- La combinaison d'une situation dans laquelle l'ensemble des 3 recommandations de consommation de l'Anses serait respecté et dans laquelle la contamination des œufs autoproduits serait davantage maîtrisée pourrait conduire à une diminution importante du nombre de dépassements de la VTR, notamment en ZC. Faute d'effectifs suffisants, cet impact n'a pas été démontré sur un plan statistique.

Une analyse plus exhaustive des leviers d'action fera l'objet d'un travail d'expertise complémentaire, avec l'intégration, dans la mesure du possible, des nouvelles données « terrain » apportées par l'étude ChlorExpo, notamment sur les pratiques culinaires et également l'actualisation des niveaux de contamination des principales denrées contributrices (circuits contrôlés et non contrôlés).

5 INCERTITUDES ASSOCIEES A L'EVALUATION DES RISQUES

5.1 Incertitudes et limites liées aux estimations des expositions externes

Le tableau ci-dessous caractérise l'ensemble des incertitudes associées aux données utilisées dans le cadre de l'évaluation de l'exposition alimentaire.

Tableau 21 : Caractérisation des incertitudes de l'étude liées aux données utilisées

Données	Source d'incertitude	Effet(s) supposé(s) sur l'estimation de l'exposition
Echantillon de la population	Correction de la non réponse et redressement sur un échantillon à faible effectif : poids très dispersés	Inconnu
	Quantité importante de données manquantes dans les recueils des dernières 24 heures (R24), induisant 80% d'imputation chez les adultes	Inconnu
Consommation	Consommation basée sur le questionnaire fréquentiel, qui surestime la consommation réelle (FAO/WHO 2005)	Surestimation
	Consommation des enfants basée en partie sur les tailles de portion des adultes, donc potentiellement surestimée ⁴⁵	Surestimation
	Les données de consommation alimentaires datent de 2013-2014 et n'intègrent pas les possibles évolutions de consommation depuis cette période (aliments ou circuits d'approvisionnement)	Inconnu
Approvisionnement	Habitudes d'approvisionnement pour les catégories de denrées extrapolées à chaque denrée, alors qu'il peut y avoir des différences en fonction du type de denrée	Inconnu
	Pas d'ajustement par rapport aux repas pris à l'extérieur	Inconnu
	Hypothèse que les denrées issues du don sont autoproduites dans l'entourage du foyer	Surestimation en ZC Sous-estimation en ZNC
Contamination des denrées	Non prise en compte de la préparation des aliments avant leur consommation (épilage, cuisson, etc.)	Inconnu
	Absence de nouvelles données (depuis 2016) de contamination des aliments issus des circuits informels	Inconnu
	Utilisation de données issues de plans ciblés (plans de contrôle) en plus des plans aléatoires (plans de surveillance)	Surestimation
	Regroupement de bases de données : différences de limites analytiques (LOD / LOQ)	Inconnu
	Regroupement de bases de données : certains échantillonnages ciblés (ex Jafa volailles)	Surestimation
	Hypothèses de regroupements de denrées selon la sensibilité des espèces au chlordécone	Inconnu
	Malgré les prélèvements complémentaires Kannari et les études de l'ARS (« Jafa volailles » et « productions informelles »), les circuits courts restent mal renseignés, notamment pour les denrées carnées	Inconnu

⁴⁵ Les enfants de moins de 11 ans n'ayant pas rempli de R24, leurs tailles de portions ont été calculées à partir des tailles de portions adultes en y appliquant un ratio enfant / adulte déterminé à partir des données de consommation INCA 2. Les données concernant les enfants entre 11 et 15 ans n'étant pas suffisantes pour calculer les tailles de portion, la même méthode que pour les enfants de moins de 11 ans a été appliquée.

	Non prise en compte de la différence observée entre les deux îles sur la contamination des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC	Inconnu
Contamination géographique (sols et circuits)	Regroupement de certains circuits en l'absence de données selon des hypothèses protectrices	Surestimation
	Découpage de zones basé sur les communes alors que la contamination des sols peut être très hétérogène au sein d'une même commune	Surestimation en ZC Sous-estimation en ZNC

Les effets de certaines incertitudes sur l'estimation de l'exposition ne peuvent être caractérisés: c'est le cas de certaines hypothèses nécessaires, notamment concernant la provenance des denrées consommées, mais également l'imputation des tailles de portion. De même, il est difficile de savoir comment les comportements alimentaires ont évolué depuis la dernière étude Kannari (2013-2014) et d'évaluer par conséquent l'impact qu'aurait cette évolution sur l'estimation du risque telle que présentée dans cette expertise.

La différence marquée de contamination des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC entre la Martinique et la Guadeloupe n'a pas pu être considérée, faute de données suffisantes pour tirer une conclusion robuste quant à une différence effective entre les deux îles (cf. 4.1.1.2 page 26). Une campagne d'analyses complémentaires s'appuyant sur un ciblage des élevages à risque avec une qualité équivalente entre Guadeloupe et Martinique (avec par exemple une analyse concomitante de sol) est recommandée.

Par ailleurs, la définition des zones réputées de contamination terrestre repose sur un travail de cartographie établi à partir des informations disponibles à l'époque (cf. 3.1.2 et 4.1.2.1). Il a permis d'apporter une première dimension spatiale à l'interprétation des données d'exposition et d'imprégnation des participants de l'étude Kannari. Cependant, certains choix méthodologiques dans l'établissement de ces zones peuvent être à l'origine de biais interprétatifs (paramètres sur lesquels reposent la modélisation du niveau de risque de contamination des parcelles, seuil éventuel de contamination pour définir une parcelle comme étant contaminée, absence de prise en compte des possibles hétérogénéités de contamination au sein d'une même parcelle, etc.). Cette distinction par zone reste un outil pertinent sur le plan explicatif, mais est trop imprécise pour guider sur le territoire des actions de gestion de manière ciblée.

La majorité des hypothèses retenues sont cependant protectrices puisqu'elles ont pour effet de conduire à une surestimation de l'exposition.

Certaines incertitudes portant sur l'impact des pratiques de préparation (conservation, préparation, cuisson) des aliments sur le niveau de contamination des aliments pourront être corrigées grâce aux données de la future étude *ChlorExpo* menée par l'Anses et s'intéressant aux habitudes et pratiques alimentaires de la population antillaise. Cette étude permettra également de mettre à jour les données de contamination des principaux contributeurs issus des circuits informels.

5.2 Incertitudes et limites liées aux données d'imprégnation

5.2.1 Incertitudes liées à l'étude Kannari

L'échantillonnage aléatoire de l'étude Kannari a été réalisé sur un nombre d'individus suffisamment important pour obtenir des échantillons représentatifs de la population avec une précision satisfaisante. Cependant, le passage du volet « exposition » au volet « imprégnation »

de l'étude Kannari a entraîné une perte importante des participants, de nombreuses personnes ayant refusé la prise de sang ⁴⁶). Un deuxième jeu de poids de sondage a été calculé pour que l'échantillon de répondants au volet « imprégnation » soit représentatif de la population antillaise. La diminution des participants à ce volet a entraîné une perte d'information concernant la variabilité des niveaux d'imprégnation observés, cette perte n'étant pas non plus homogène sur tous les sous-groupes d'analyse envisagés (IMC, âge, zone résidentielle par exemple). Cette approche peut introduire des biais de calcul dont l'ampleur et le sens sont inconnus. Ainsi, si l'interprétation sur la totalité des effectifs des populations adultes de Martinique et Guadeloupe ne pose pas de difficulté méthodologique, il convient de prendre des précautions dans le cas de l'analyse des populations spécifiques très ciblées à effectif limité.

Par ailleurs, l'échantillonnage de l'étude Kannari date de 2013-2014. Il n'est pas exclu qu'entre temps, les niveaux d'imprégnation en chlordécone de la population antillaise aient évolué. Les résultats de cette évaluation devront donc être actualisés à partir des données plus récentes attendues avec l'étude Kannari 2.

5.2.2 Incertitudes liées à la signification, en termes d'exposition chronique au chlordécone, des mesures d'imprégnation

A ce jour, la chlordéconémie est l'indicateur communément retenu pour évaluer l'exposition interne des individus au chlordécone. Elle présente l'avantage de prendre en compte toutes les voies d'exposition (alimentaire, respiratoire, cutanée ainsi que le relargage à partir des tissus de réserve ...). La demi-vie sérique de 63 à 165 jours conduirait à considérer que le dosage de chlordécone dans le sang serait le reflet d'une exposition correspondant aux quelques mois précédant le prélèvement. Cependant, le CES ERCA attire l'attention sur les protocoles des études clés ayant permis d'estimer le temps de demi-vie du chlordécone, avec une cinétique d'élimination linéaire sur la durée d'observation de personnes ayant été exposées en milieu professionnel (227 jours, Adir et al. 1978 ; 400 jours pour Cohn et al. 1978). Il est difficile de savoir quelle part dans la cinétique d'élimination reflète l'élimination de la fraction accumulée au niveau des tissus riches en graisse (même si celle-ci est beaucoup plus faible que pour les organochlorés apolaires, tels que le DDE). Une exploration à quelques années d'intervalle aurait permis d'identifier la co-existence de plusieurs phases d'élimination avec une seconde phase d'élimination de cinétique plus lente.

Dans le contexte d'une exposition régulière à des apports externes et d'une demi-vie de plusieurs mois, la concentration sanguine est constituée à la fois du chlordécone métabolisé à partir des aliments récemment absorbés et de la fraction de chlordécone sanguin en équilibre avec les tissus de réserve. La cinétique de libération du chlordécone à partir des tissus, de même que la cinétique de métabolisation du chlordécone d'origine alimentaire ne sont pas connues. L'interprétation de la chlordéconémie nécessite de prendre en compte de nombreux facteurs, la part de l'exposition récente versus celle liée à une exposition plus antérieure n'étant pas déterminable sur la base des données existantes.

Pour les raisons suivantes, le CES ERCA estime que la variabilité intra-individuelle de la chlordéconémie pourrait être élevée :

- les interrogations qui subsistent sur la cinétique du chlordécone dans le sang et sur l'influence d'événements (alimentaires principalement) récents sur la chlordéconémie ;

⁴⁶ Sur les 1799 foyers inclus dans l'étude Kannari, 742 prélèvements de sang ont pu être réalisés (refus de prélèvement, personne injoignable, prélèvements non réalisés...).

- la contamination des aliments peut présenter, pour certains aliments, une très forte variabilité, induisant des expositions possiblement très variables dans le temps ;
- certains paramètres en amont du prélèvement de sang n'ont été que partiellement pris en compte. Le protocole de l'étude Kannari prévoyait un questionnaire pré-prélèvement afin de recueillir des informations relatives à d'éventuelles expositions récentes, par exemple par la consommation alimentaire, (consommation de poissons, crustacés ou coquillages) mais sans questionner la consommation d'œufs, de légumes racines ou tubercules ou d'alcool⁴⁷. En effet, l'ingestion d'aliments très contaminés dans les jours qui précèdent le prélèvement peut influencer la chlordéconémie. Par ailleurs, il n'est pas indiqué si les participants étaient à jeun ou non lors du prélèvement sanguin ;
- la mobilisation des réserves graisseuses, les grossesses, l'allaitement, la variabilité interindividuelle des capacités métaboliques sont autant de paramètres qui peuvent influencer de manière significative sur la chlordéconémie.

Ces incertitudes rendent difficile toute interprétation individuelle d'une chlordéconémie ponctuelle.

Dans ce contexte, le CES note, et sans pouvoir l'évaluer précisément, que l'absence de données individuelles de cinétique n'a pas permis de soustraire la variabilité temporelle intra-individuelle de l'analyse des données. Si cet écueil influence peu l'estimation de l'imprégnation moyenne d'une population, il peut en revanche conduire à une distribution plus dispersée des valeurs d'imprégnation estimées et à une surestimation des imprégnations les plus élevées. Ces incertitudes rendent aussi difficile l'interprétation de certains effets observés, tels que l'influence de l'âge ou de l'IMC sur les pourcentages de dépassements de la VTR interne.

Le CES ERCA recommande :

- de disposer de mesures répétées dans le temps de chlordéconémie pour une même population ;
- La conduite d'une étude sur volontaires visant à apprécier l'évolution des concentrations sanguines en chlordécone en relation avec les habitudes alimentaires (avec un protocole incluant l'analyse de la contamination des aliments ingérés et des mesures régulières d'imprégnation) ;
- de conduire une étude de toxicocinétique (par voie orale) sur un modèle animal proche de l'Homme (par exemple le porc).

6 MISE EN PERSPECTIVE DES DEUX APPROCHES D'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES (ERS)

La présente expertise vise à exploiter, dans l'objectif d'une évaluation des risques sanitaires, deux types de données différentes pour estimer l'exposition des populations antillaises au chlordécone via leur environnement :

- des données d'imprégnation (concentrations sériques) recueillies auprès de 742 adultes en Martinique et en Guadeloupe sur la période 2013 et 2014 ;
- des données d'exposition alimentaire, estimées rétrospectivement par calcul, à partir de données de consommation alimentaire provenant d'un échantillon de 2209 individus

⁴⁷ Le rapport Kannari de SpF (Dereumeaux et Saoudi, 2018) mentionne l'alcool parmi les facteurs influençant les niveaux d'imprégnation sérique de chlordécone en Guadeloupe (mais pas en Martinique). Par ailleurs, il est possible que le métabolisme hépatique du chlordécone soit influencé par les effets d'induction enzymatique de l'alcool.

(adultes et enfants) martiniquais et guadeloupéens (période 2013-2014) et de données de contamination des aliments (période 2010-2020 pour les aliments issus des circuits contrôlés et 2010-2016 pour les aliments issus des circuits informels).

Ces estimations ont ensuite été comparées aux VTR correspondantes (interne et externe) pour décrire l'étendue de la population pour laquelle un dépassement de VTR est observé.

A des fins de comparaison, la figure ci-dessous rappelle les pourcentages de dépassements estimés uniquement pour les adultes pour ces deux approches.

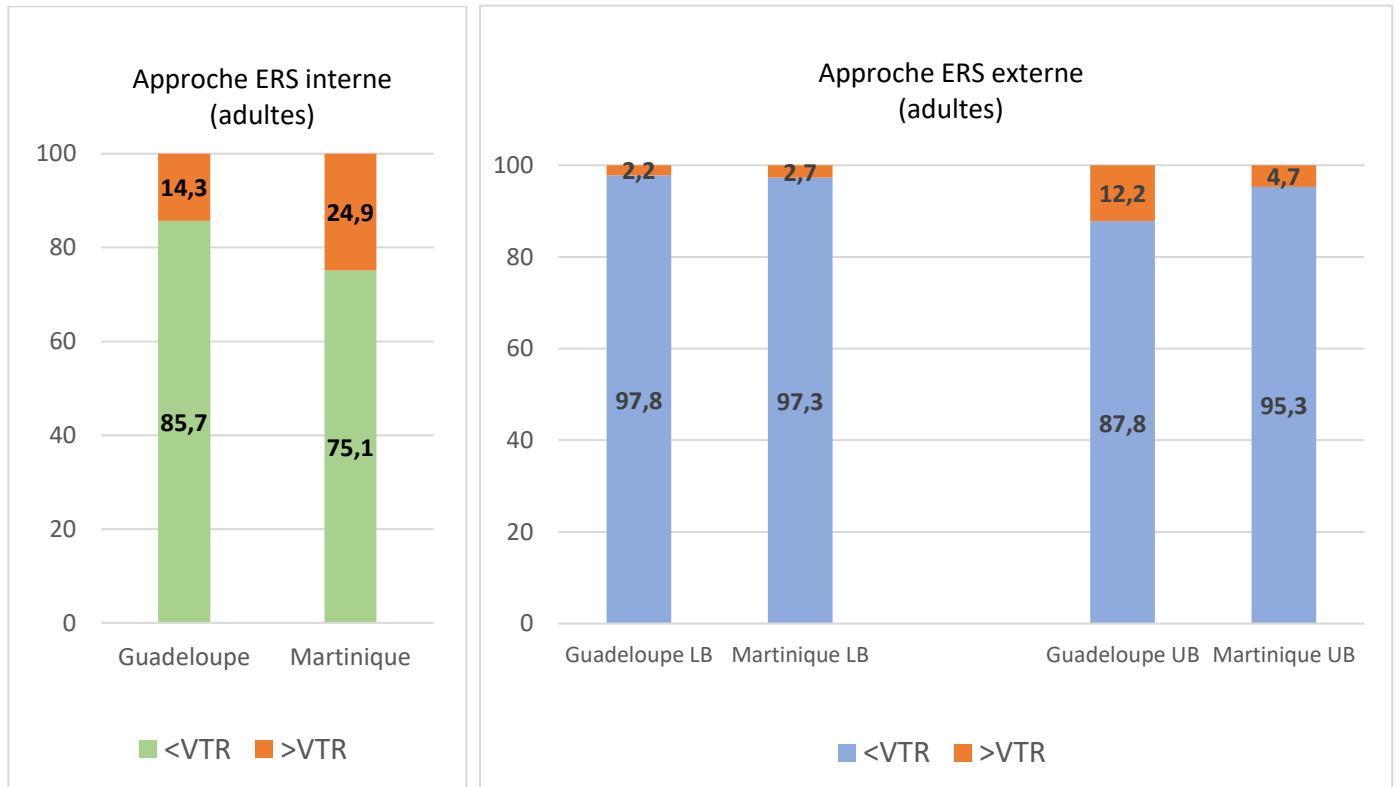


Figure 5 : Répartition des niveaux d'exposition (ERS externe) et d'imprégnation (ERS interne) de la population adulte antillaise au regard des VTR

La récente mise à jour des VTR du chlordécone (Anses, 2021), implique que les 2 VTR chroniques (interne et externe) affichent une cohérence satisfaisante, puisque l'approche par *biomonitoring equivalent*⁴⁸, basée sur la même étude clé et les mêmes facteurs d'incertitude que la VTR externe, aboutit à une valeur de VTR interne identique à celle retenue à partir des études épidémiologiques (0,4 µg L⁻¹ de plasma).

Avec un pourcentage de dépassement compris entre 14% et 25% à partir des données d'imprégnation et 2% à 12% à partir des expositions alimentaires, les 2 approches n'aboutissent pas à des pourcentages de dépassements totalement superposables,

⁴⁸ En l'absence de modèle toxicocinétique humain (PBPK) disponible, l'approche a consisté à transformer, grâce à un modèle toxicocinétique développé chez le rat, le NOAEL de 50 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ identifié dans l'étude de Larson et al. (1979), en une dose critique plasmatique chez le rat. Cette dose a ensuite été convertie en une VTR interne (chez l'homme) par l'intermédiaire de facteurs tenant compte des incertitudes résiduelles.

notamment pour la population de la Martinique. Le fait que les individus présentent des imprégnations supérieures à la VTR interne mais des expositions alimentaires inférieures à la VTR externe souligne les difficultés d'interprétation de ces estimateurs à l'échelle individuelle⁴⁹. En effet, si l'exposition alimentaire, calculée de façon rétrospective et indirecte⁵⁰, a pour but de représenter l'exposition moyennée d'un individu sur une longue période de vie, l'imprégnation d'un individu estimée à partir d'une seule mesure de chlordéconémie, ne permet pas de distinguer ce qui relève d'une exposition récente de ce qui s'explique par une exposition ancienne. Ainsi, il est délicat de rapprocher ces 2 estimateurs à l'échelle individuelle. A l'échelle d'une population (c'est-à-dire sur un grand nombre d'individus) ces incertitudes se lissent et l'interprétation des tendances centrales (moyenne) reste cohérente. Dans les centiles plus élevés, ces incertitudes ont plus d'impact.

Par ailleurs, le CES ERCA rappelle que les données de l'étude Kannari, les seules disponibles actuellement pour une évaluation des risques, ont été obtenues de manière à assurer la meilleure représentativité possible, mais présentent des incertitudes qui fragilisent la portée des interprétations qui en découlent. Les écarts observés entre les deux approches peuvent s'expliquer par différents éléments :

- l'exposition interne prend en compte toutes les voies d'exposition possibles, contrairement à l'exposition externe qui se focalise exclusivement sur la voie alimentaire ;
- les incertitudes et les biais rencontrés pour l'estimation des expositions externes (cf. chapitre 5.1) ;
- les incertitudes et les biais associés aux mesures des concentrations sériques (cf. chapitre 5.2). La cinétique du chlordécone demande à être davantage documentée pour être en mesure de définir la méthodologie à suivre pour représenter au mieux l'exposition chronique des individus ;
- le fait que les expositions alimentaires ont été estimées à partir de données de contamination des aliments recueillies sur une période couvrant les années 2010-2020 pour les circuits contrôlés et les années 2010-2016 pour les circuits informels.

Ces écarts soulignent la nécessité d'améliorer la précision dans la façon dont les expositions et imprégnations sont estimées pour chaque individu.

Néanmoins, quelle que soit l'approche d'ERS suivie, il est possible de confirmer que la situation aux Antilles révèle des dépassements de VTR pour un pourcentage non négligeable de la population. Ces pourcentages de dépassement sont plus élevés pour les populations résidant en zone contaminée. Cette situation implique de poursuivre les efforts pour diminuer les expositions en utilisant les enseignements issus de la mise en œuvre de ces deux approches complémentaires, par l'estimation au plus près des apports alimentaires (externes) et de la charge corporelle qui résulte des apports réels par l'alimentation (historiques ou récents) et par d'autres voies d'exposition (inhalation, contact cutané).

⁴⁹ La situation idéale aurait été de pouvoir mesurer simultanément les taux d'imprégnation et la contamination alimentaire chez les mêmes individus.

⁵⁰ Les expositions alimentaires sont calculées à partir de quantités et fréquences moyennes de consommation et des teneurs moyennes de contamination des aliments, calculées sur une période de 10 ans (2010-2020) pour les circuits contrôlés et de 5 ans pour les circuits informels (2010-2016).

De manière générale, le CES ERCA considère que :

- pour les substances ayant une demi-vie courte, la concentration circulante traduit une exposition très récente à la substance en question et ne peut pas fournir d'indication d'une exposition chronique. Pour une substance à longue demi-vie, accumulée dans les différents compartiments tissulaires, la concentration sanguine intègre à la fois la fraction récemment absorbée et la fraction en équilibre avec les tissus ;
- la concentration circulante sanguine est le reflet de la fraction circulante d'une substance, quelle que soit la voie d'absorption (orale, respiratoire, cutanée) ; elle permet une estimation directe des doses délivrées aux tissus, et l'évaluation des risques si les relations entre la dose interne et les effets biologiques sont connues et si les valeurs de référence ont pu être déterminées à partir des études épidémiologiques (*WHO/IPCS, 2003*). L'approche interne par la mesure des pourcentages d'imprégnation se différencie en cela de l'approche externe, menée à partir d'une enquête rétrospective à l'aide de questionnaires, et sujette à des biais en termes de fiabilité et de mémorisation ;
- la charge corporelle est sensible aux variations physiologiques telles que les variations pondérales, la grossesse et l'allaitement maternel, et tous facteurs susceptibles de jouer sur la distribution des substances chimiques : les pourcentages d'imprégnation reflètent ces variations physiologiques qui ne sont pas prises en compte par l'approche externe ;
- malgré ses incertitudes, l'approche externe est la seule approche permettant d'évaluer différents scénarios et donc différentes recommandations, en intervenant – au travers de simulations - sur les données de consommation alimentaire ou de contamination des aliments. Ces simulations sont utiles pour identifier les leviers efficaces pour diminuer les expositions alimentaires.

7 PERSPECTIVES

7.1 Intérêt de prendre en compte la co-exposition à d'autres contaminants dans l'évaluation des risques liés à l'exposition au chlordécone aux Antilles – l'exemple des organochlorés

Les mesures de gestion en cours se focalisent sur le chlordécone. En complément des recommandations de consommation, ces mesures ciblent principalement la façon de produire des aliments avec un niveau résiduel faible de contamination par le chlordécone. Elles permettent aussi de cibler les individus auprès desquels des mesures visant à diminuer leur exposition doivent être mises en place, voire investiguer les éventuels effets induits par ces expositions. Or, certaines dimensions de l'exposome⁵¹ chimique local sont encore méconnues, notamment en ce qui concerne l'exposition à d'autres organochlorés pouvant avoir des cibles biologiques similaires au chlordécone.

7.1.1 Co-exposition de la population antillaise aux organochlorés

Les niveaux d'imprégnation en PCB 153, PCB 180 et p,p'-DDE (p,p'-dichlorodiphényle dichloroéthylène, métabolite du DDT) de la population adulte antillaise ont été comparés à ceux observés en France hexagonale, aux Etats-Unis et au Canada (tableau 28 et tableau 29

⁵¹ L'exposome correspond à la totalité des expositions néfastes comme bénéfiques à des agents chimiques, biologiques, et physiques, en interaction avec le statut physiologique, le milieu de vie et le contexte psycho-social, que connaît un organisme vivant de sa conception jusqu'à la fin de sa vie afin d'expliquer son état de santé.

en annexe 6). Même si ces comparaisons sont délicates (populations et périodes étudiées non superposables), les données indiquent des niveaux d'imprégnation élevés au p-p' DDE chez les individus âgés de plus de 60 ans, notamment en Guadeloupe (entre 1,7 (en moyenne) et 3 fois (au P95) plus pour les concentrations mesurées en ng g⁻¹ lipides par rapport à la France hexagonale) (figure 6 ci-dessous et figure 10 en annexe 6). Les niveaux d'imprégnation par les PCB seraient, par contre, inférieurs à ceux relevés en France hexagonale (cf. figure 7 et figure 8 de l'annexe 6).

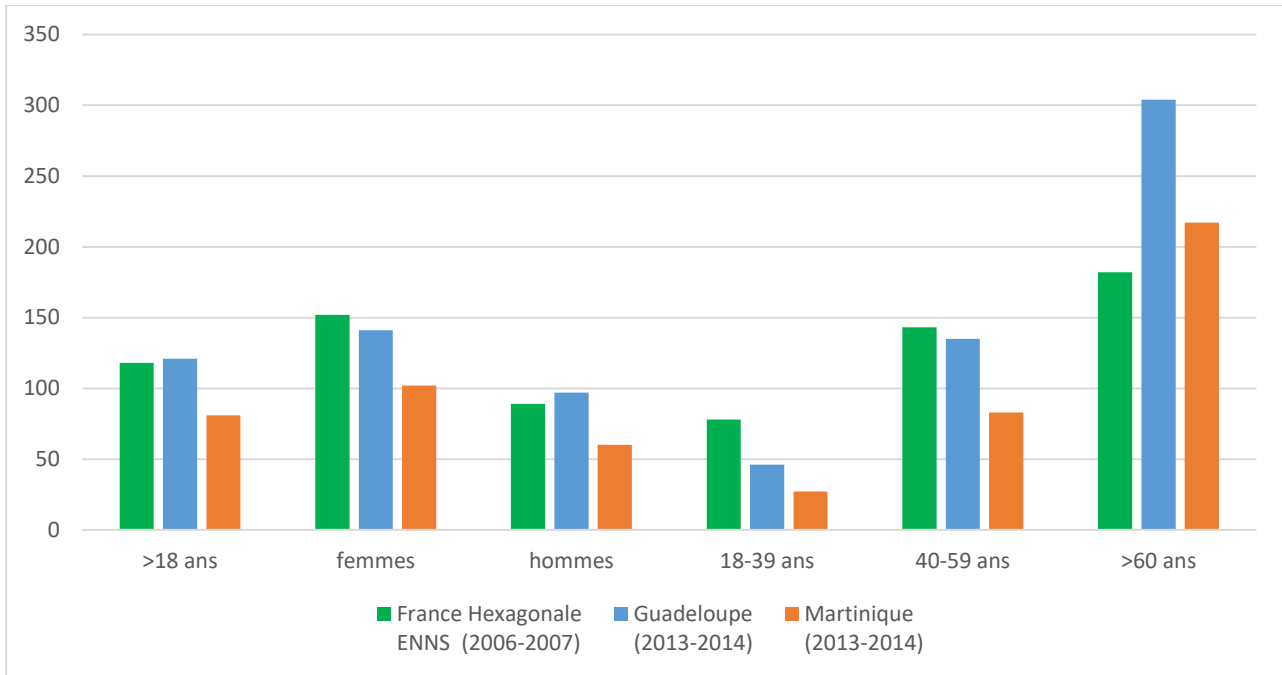


Figure 6 : Niveaux d'imprégnations en p,p'-DDE aux Antilles et en France hexagonale des adultes de plus de 18 ans (en ng g⁻¹ de lipides)

7.1.2 Sources d'exposition aux organochlorés (DDE et PCB)

Bien que nous ne disposions d'aucune donnée précise concernant les sources d'exposition aux PCB et au DDT (et son métabolite le DDE) aux Antilles, plusieurs rapports (Anses, 2011; Fréry et al. 2013; Weitekamp et al. 2021) montrent que de manière générale depuis l'interdiction de ces substances, c'est l'alimentation qui constitue sur tous les territoires étudiés la principale source d'exposition de la population générale. Hormis l'origine alimentaire, une source d'exposition possible au DDT pourrait résulter de l'utilisation relativement récente de dicofol dans le domaine agricole. En effet, le dicofol, qui peut contenir jusqu'à 25% de DDT (Qiu et al. 2005), a été utilisé en association avec le tétradifon en Martinique et en Guadeloupe jusqu'en 2008, en traitement des bananiers pour lutter contre les acariens et a ainsi contaminé les sols (Gentil et al. 2018).

7.1.3 Effets des organochlorés

Les connaissances acquises sur la toxicité des organochlorés et les études épidémiologiques conduites sur les populations exposées et sur la population antillaise ont permis d'identifier les fonctions impactées par ces substances et de mettre en évidence un certain nombre d'effets sur la santé des individus exposés aux composés organochlorés.

Les organochlorés souvent rencontrés dans les études d'imprégnation incluent le p,p'-DDE (métabolite actif du DDT), les PCB, l'hexachlorobenzène (HCB), le β-HCH (produit de

dégradation ou de contamination du lindane ou γ -HCH). Leur toxicité chez l'animal et l'humain a fait l'objet de synthèses par l'ATSDR (ATSDR 2000; 2005; 2015; 2019; 2020), l'OMS (WHO/IPCS 1984; 1991; 1997; 2011; Faroon et al. 2003) et l'IARC qui a réévalué la cancérogénicité des PCB en 2016, et celle du DDT/DDE/DDD et du lindane en 2018 (IARC 2016; 2018). L'analyse qualitative de leur toxicité montre un profil toxicologique commun : hépatotoxicité, neurotoxicité et toxicité neurodéveloppementale, reprotoxicité et perturbations endocriniennes et cancérogénicité (cf. tableau 22).

Tableau 22 : Propriétés toxicologiques communes aux organochlorés (chlordécone, p,p' -DDE, PCB, HCB et lindane)

Toxicité	CLD	p,p' -DDE	PCB	HCB	Lindane (γ -HCH)
		ATSDR 2004	ATSDR 2004	ATSDR 2004	ATSDR 2005
Temps $\frac{1}{2}$ vie	63-165 j	6,9 ans ^a	3-9 ans (7-14) ^b 3-10 ans (travail) ^c		1-25 j ^d 7 ans β -HCH
Néphrotoxicité	x				x
Hépatotoxicité	x	x	x	x	x
Immunosuppression		x	x	x	x
Altérations des hormones thyroïdiennes		x	x	x	
Reprotoxicité	x	x	x	x	x
Neurotoxicité	x	x	x	x	x
Neurodéveloppement	x Timoun	x EPA 2004, Timoun	x		
Foetotoxicité		x	x	x	x (animal)
Malformations					
Classification IARC	2B 1987	2A (DDT) 2018	1 2016	2B 2001	1 2018
Perturbation endocrinienne	Liaison ER α , ER β	Antiandrogénique	Oestrogénique ou Antioestrogénique selon les congénères*		Antiandrogénique Antioestrogénique
Autres					Hématotoxicité

^a(Ritter et al. 2009) ; ^b(Grandjean et al. 2008) ; ^c(Shirai and Kissel 1996) ; ^d(ATSDR 1994) ; *en plus des altérations des activités thyroïdiennes par certains métabolites des PCB

p,p' -DDE, PCB et cancer de la prostate : Emeville et al. (2015) ont identifié une association significative entre les concentrations sériques de p,p' -DDE et le cancer de la prostate, mettant ainsi en évidence que le p,p' -DDE est un facteur de risque du cancer de la prostate en Guadeloupe (cf. tableau 30 de l'annexe 6). En revanche, l'association entre concentrations en PCB 153 et cancer de la prostate n'était pas significative (Emeville et al. 2015).

***p,p'*-DDE, PCB et toxicité neurodéveloppementale** : les études réalisées dans le cadre de la cohorte TIMOUN mère-enfant en Guadeloupe, qui ont mesuré les concentrations de *p,p'*-DDE et de PCB 153 parallèlement à celles de chlordécone dans le cordon ombilical ont mis en évidence une diminution significative et sexe-dépendante de la thyroxine associée à l'exposition prénatale au *p,p'*-DDE. Compte tenu du rôle de la fonction thyroïdienne dans le neurodéveloppement, l'exposition au *p,p'*-DDE est susceptible d'affecter la santé de la population infantile au même titre que le chlordécone. En effet, le *p,p'*-DDE présente un profil toxicologique proche de celui du chlordécone. Les effets les plus significatifs du DDT et du DDE ont été observés sur le développement neurocognitif et comportemental, et peuvent persister dans l'enfance (Eskenazi et al. 2006; Ribas-Fitó et al. 2006; Torres-Sánchez et al. 2007; van den Berg et al. 2017).

Concernant les PCB, la toxicité neurodéveloppementale est, avec l'immunotoxicité, l'un des deux critères retenus pour établir les valeurs guides des PCB par l'OMS (Faroon et al. 2003) ou l'AFSSA en 2007 (Anses, 2007). De nombreuses études épidémiologiques rapportent une diminution des performances cognitives, un déficit moteur et psychomoteur, associés à une exposition pré et postnatale (Tilson, Jacobson, and Rogan 1990; Jacobson and Jacobson 1996; Trnovec et al. 2008; Lynch et al. 2012), mais toutes ne sont pas convergentes.

Ainsi, l'exposition au *p,p'*-DDE et aux PCB est susceptible de provoquer des effets sur le neurodéveloppement et ainsi d'affecter le développement de la population infantile au même titre qu'une exposition au chlordécone.

Autres effets des PCB et du DDE chez l'animal et l'humain : les mécanismes des perturbations endocriniennes par les substances retrouvées aux côtés du chlordécone diffèrent selon les composés. Le DDT et ses métabolites induisent la prolifération des cellules oestrogéno-dépendantes (Soto et al. 1995) ; si l'*o,p'*-DDT, est un agoniste faible des récepteurs aux estrogènes ER α et ER β (Kuiper et al. 1998), l'*o,p'*-DDT, le *p,p'*-DDT et surtout le *p,p'*-DDE sont des antagonistes du récepteur aux androgènes, le *p,p'*-DDE étant le plus puissant antiandrogène d'entre eux (Kelce et al. 1995; 1997). Au niveau thyroïdien, une relation inverse significative a été notée entre les concentrations de DDE et les taux d'hormones thyroïdiennes dans le sang du cordon ombilical, dans plusieurs études de cohortes mères-enfants en Chine (Luo et al. 2017) et en Europe (Maervoet et al. 2007; Krönke et al. 2022). L'imprégnation par le *p,p'*-DDE a été significativement associée à une augmentation de l'incidence du diabète (T2D) (Turyk et al. 2009; Cox et al. 2007; Everett et al. 2007). L'exposition prénatale a été associée à l'obésité infantile dans douze études prospectives (Vrijheid et al. 2016), avec des effets sexe-dépendant significatifs chez les garçons, par rapport aux filles (Warner et al. 2014).

L'activité endocrinienne des PCB sur les hormones sexuelles stéroïdiennes est plus complexe, car leur activité antiœstrogénique ou antiandrogénique dépend du degré de chloration des congénères, de la position des chlores dans la structure, et aussi de l'activité de leurs métabolites (Bonfeld-Jørgensen et al. 2001) : les congénères hautement chlorés sont des antiœstrogènes et leurs métabolites hydroxylés sont plus actifs que le composé parent. Par contre les PCB faiblement chlorés et leurs métabolites hydroxylés sont généralement œstrogéniques, Il est donc difficile de prédire le bilan d'activité d'un cocktail d'imprégnation par les PCB compte tenu de la variété et la diversité de ces contaminants. A noter que Goncharov et al (2010) ont mis en évidence une diminution des concentrations de testostérone de la population masculine des autochtones Américains (Mohawk), associée significativement à quatre congénères (PCB 74, 99, 153, 206) et 4 groupes de congénères (mono/di/tri et tétra chlorés ortho), ce qui soutient les assertions précédentes.

La thyroïde est l'organe cible des PCB après le foie (Goncharov et al. 2010). Ceux-ci interfèrent à différents niveaux de la fonction thyroïdienne : liaison au récepteur thyroïdien (agonistes), compétition avec les hormones thyroïdiennes pour les protéines de transport jusqu'aux tissus cibles, diminution des taux d'hormones thyroïdiennes (Krönke et al. 2022). Ces effets sur le fonctionnement thyroïdien peuvent être à l'origine de déficits cognitifs, moteurs ou psychomoteurs enregistrés lors d'exposition in utero et/ou post-natale comme mentionnés précédemment (Tilson, Jacobson, and Rogan 1990; Jacobson and Jacobson 1996; Trnovec et al. 2008; Lynch et al. 2012).

Des *troubles cardiovasculaires* se traduisant par une augmentation de l'incidence de l'*hypertension* ont été mis en évidence dans la population d'Anniston (Alabama, US) exposée de longue date à une pollution industrielle par les PCB (Goncharov et al. 2010). Les études épidémiologiques permettent maintenant d'incriminer l'exposition aux POP, notamment aux PCB, comme facteur de risque d'hypertension, de diabète et d'obésité, ces pathologies résultant de la genèse et de la progression des troubles cardiovasculaires (Perkins et al. 2016). Nombreux sont les cas de diabète gestationnel (Vafeiadi et al. 2017) et d'obésité infantile (Tang-Péronard et al. 2014; Lignell et al. 2013; Dallaire et al. 2014) imputé à l'exposition aux PCB.

Les effets du *p,p'*-DDE et des PCB sur le neurodéveloppement cognitif et comportemental, et pouvant persister dans l'enfance, expliquent que la population des femmes en âge de procréer et la population infantile soient considérées comme des cibles de leur toxicité (Eskenazi et al. 2009; WHO/IPCS 2011). Par ailleurs, l'implication d'une exposition prénatale au DDE et aux PCB dans l'obésité infantile demanderait à être explorée aux Antilles. Plus largement, l'implication de ces organochlorés comme facteurs d'hypertension, de diabète T2D et d'obésité dans la population générale adulte mériterait d'être étudiée.

Effets combinés du chlordécone et autres organochlorés : il n'existe actuellement aucune donnée sur les interactions éventuelles entre le chlordécone et les autres organochlorés en termes d'effets combinés.

Conclusion sur les effets des organochlorés : le chlordécone et les autres organochlorés présentent des effets et cibles toxicologiques communs. Cependant, il n'existe actuellement aucune donnée sur les interactions éventuelles entre le chlordécone et les autres organochlorés en termes d'effets toxiques combinés. Ainsi, il apparaît nécessaire d'investiguer les effets combinés du chlordécone et des autres polluants organiques persistants, comme le DDE et les PCB, en particulier en ce qui concerne les effets d'un syndrome métabolique aux conséquences multiples, les effets neuro-développementaux dans la population infantile, et de cancer de la prostate dans la population masculine.

7.2 Conclusion sur la nécessité de considérer d'autres contaminants dans l'évaluation des risques liés à l'exposition au chlordécone

L'exemple des organochlorés dans le contexte d'une contamination persistante au chlordécone aux Antilles montre la nécessité d'élargir l'évaluation des risques liés au chlordécone à d'autres contaminants environnementaux. Si les données existantes sont aujourd'hui insuffisantes pour mener une évaluation quantitative des risques liés à l'exposition aux autres organochlorés, elles convergent vers l'intérêt de les considérer au même titre que le chlordécone.

En plus des organochlorés, d'autres contaminants présents dans l'environnement antillais comme les HAP, les dioxines et furanes, l'hexachlorobenzène, le pentachlorobenzène et le DDE sont susceptibles de présenter des effets combinés avec le chlordécone.

Ainsi, le CES ERCA et le GT Exposome préconisent d'élargir le champ d'investigation de l'exposition à des contaminants chimiques d'intérêt aux Antilles au-delà du chlordécone pour évaluer de manière plus globale les risques et mieux adapter les mesures de gestion.

Pour cela, il serait nécessaire de réaliser une Etude de l'Alimentation Totale aux Antilles, couplée à une étude de biosurveillance. La prochaine étude de biosurveillance (Kannari 2) constitue une opportunité de conduire une telle étude intégrée pour actualiser et recueillir des données d'imprégnation sur d'autres contaminants d'intérêt et mieux documenter leurs sources d'origine alimentaire. Le suivi de l'imprégnation par les organochlorés doit concerner l'ensemble de la population et ne pas se limiter à la tranche des adultes fortement contaminés par le chlordécone, afin de ne pas négliger des pathologies métaboliques de long terme pouvant impacter la population infantile, celle des femmes en âge de procréer, et la population en général (Gore et al. 2015). Enfin, il est nécessaire de mettre en place des études toxicologiques et épidémiologiques pour étudier les effets combinés du chlordécone et des autres contaminants présents dans l'environnement antillais.

8 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DU CES ERCA

L'objectif du présent avis est d'actualiser l'évaluation des risques liés à l'exposition au chlordécone aux Antilles, suite à la mise à jour des valeurs toxicologiques de référence (externe et interne) et l'acquisition de nouvelles données de contamination alimentaire. Cette évaluation des risques repose sur deux approches menées en parallèle : d'une part, l'interprétation des données d'imprégnation obtenues dans l'étude Kannari (adultes uniquement) et d'autre part l'interprétation des expositions alimentaires estimées à partir des données de consommation de l'étude Kannari et de l'ensemble des données de contamination des aliments disponibles à ce jour.

Conclusions sur l'évaluation des risques menée à partir des données d'imprégnation

Les données d'imprégnation de l'étude Kannari, recueillies sur la période 2013-2014 pour 742 participants adultes, sont les seules, à ce jour, permettant de décrire avec la meilleure représentativité possible les niveaux d'imprégnation en chlordécone de la population antillaise adulte. Une seconde étude, Kannari 2, est en cours de réalisation et permettra d'actualiser ce premier résultat.

Dans environ 90% des échantillons sanguins analysés dans l'étude Kannari, le chlordécone est détecté (LOD à $0,02 \mu\text{g L}^{-1}$ de sérum) ce qui reflète une exposition généralisée de la population antillaise. Il est estimé que 75 % [68,4 – 81,8] de la population adulte martiniquaise et 86 % [79,9 - 91,4] de la population adulte guadeloupéenne présentent des teneurs sériques en chlordécone inférieures à la VTR chronique interne de $0,4 \mu\text{g L}^{-1}$. Ceci signifie que, pour une part majoritaire de la population adulte, le risque sanitaire peut être écarté. Pour cette tranche de la population, les mesures actuelles de prévention et de surveillance doivent être maintenues de manière à rester en-dessous de cette valeur de $0,4 \mu\text{g L}^{-1}$.

Cependant, 25 % [18,2 - 31,6] de la population adulte martiniquaise et 14 % [8,6 - 20,1] de la population adulte guadeloupéenne présentent des concentrations sériques supérieures à la VTR chronique interne. Pour cette part de la population, les mesures prises pour diminuer l'exposition au chlordécone doivent être renforcées.

Le protocole de l'étude Kannari a été conçu pour se rapprocher au mieux de la population antillaise mais pas nécessairement pour une interprétation à l'échelle de groupes de

populations (par âge, par sexe, par lieu de résidence, par IMC...). S'il apparaît que les personnes plus âgées sont plus susceptibles de dépasser la VTR chronique interne tout comme les personnes résidant dans une zone réputée de contamination terrestre, les facteurs explicatifs de ces liens statistiques doivent être davantage investigués pour permettre, le cas échéant, une adaptation pertinente et ciblée des mesures de réduction des expositions.

Conclusions sur l'évaluation des risques menée à partir des données d'exposition alimentaire (ou externe)

L'actualisation des expositions alimentaires s'appuie sur le même jeu de données que celui du rapport Kannari de 2017, à l'exception :

- de l'actualisation de la contamination des aliments provenant des circuits contrôlés (cf. 4.1.1.2);
- d'une modification méthodologique quant à la moyenne de contamination des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC (cf. page 27) .

Dans ce contexte, il est important de noter que, faute de données actualisées, l'expertise menée n'a pas pu prendre en compte l'évolution éventuelle des comportements d'achat et de consommation et de la contamination des aliments issus des circuits informels.

Le CES ERCA rappelle que la différence observée de contamination des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC entre la Martinique et la Guadeloupe n'a pas pu être considérée, faute de données suffisantes permettant de tirer une conclusion robuste quant à une différence effective entre les deux îles.

Le CES ERCA rappelle que la VTR chronique externe du chlordécone a récemment été revue à la baisse (Anses, 2021), évoluant de 0,5 à 0,17 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1}\text{j}^{-1}$.

En Guadeloupe comme en Martinique, chez les adultes comme chez les enfants, les pourcentages de dépassement de VTR estimés (entre 2% et 12%) sont tous significatifs. Les incertitudes analytiques (LB-UB) expliquent des écarts importants sur l'estimation de ces pourcentages de dépassement, notamment en Guadeloupe. Dans les deux îles, la population résidant en zone réputée contaminée (ZC) présente des pourcentages de dépassement plus importants (cette différence est plus marquée en Guadeloupe).

Une analyse des profils alimentaires des individus dépassant la VTR indique une contribution majoritaire de certains aliments issus des circuits informels. En ZC, les œufs issus de l'autoproduction ou des dons expliquent une part très importante des expositions chez les enfants (supérieure à 50%) et les adultes (entre 40 et 50%). Les crustacés (d'eau douce et de mer) et les poissons contribuent également de façon conséquente à l'exposition des individus dépassant la VTR en zone réputée non contaminée (ZNC) et en ZC. Même si les calculs indiquent pour les produits de la pêche que les circuits informels et formels sont tous deux concernés, il semble difficile de s'assurer qu'ils ne proviennent pas des mêmes sources (artisans pêcheurs).

Le respect de l'ensemble des 3 recommandations formulées par l'Anses en 2007⁵² apparaît comme un levier d'action efficace pour diminuer le pourcentage d'individus dépassant la VTR. En 2013-2014, une très grande majorité de la population suivait l'ensemble de ces recommandations de consommation.

La réduction de la contamination des œufs autoproduits en ZC pour atteindre une moyenne de 20 µg kg⁻¹ pourrait également entraîner une réduction importante du pourcentage d'individus dépassant la VTR (essentiellement ceux résidant en ZC). Cet impact est statistiquement significatif pour la population adulte des deux îles.

La combinaison d'une situation dans laquelle l'ensemble des 3 recommandations de consommation de l'Anses serait respecté et dans laquelle la contamination des œufs autoproduits en ZC serait davantage maîtrisée conduirait à une diminution accrue du nombre de dépassements de la VTR, notamment en ZC.

Par ailleurs, l'exemple des organochlorés dans un contexte de contamination persistante au chlordécone aux Antilles, développé dans cette expertise, souligne la nécessité d'élargir l'évaluation des risques liés au chlordécone à d'autres contaminants environnementaux. En plus des organochlorés, d'autres contaminants persistants dans l'environnement antillais sont susceptibles de présenter des effets combinés avec le chlordécone.

Élargir le champ d'investigation de l'exposition à des contaminants chimiques d'intérêt aux Antilles au-delà du chlordécone permettra d'évaluer de manière plus globale les risques et de mieux adapter les mesures de gestion, selon le concept de l'exposome.

Conclusion générale

Malgré les incertitudes propres à chacune des deux approches, la situation aux Antilles révèle que, pour un pourcentage non négligeable de la population, le risque ne peut pas être écarté. Cette situation implique de poursuivre les efforts pour diminuer les expositions en s'appuyant sur les enseignements pouvant être tirés de la mise en œuvre de ces deux approches complémentaires, par l'estimation au plus près des apports alimentaires (exposition externe) et de la charge corporelle qui résulte des apports réels (historiques ou récents) et d'autres éventuelles voies d'exposition (inhalation, contact cutané).

Le CES ERCA étudiera ultérieurement d'autres leviers possibles pour diminuer encore les niveaux d'exposition de la population en Guadeloupe et en Martinique.

En attendant cette expertise complémentaire, le CES ERCA recommande de renforcer les programmes d'accompagnement auprès de la population pour améliorer le respect des recommandations de consommation établies par l'Anses en 2007. De même, il recommande de renforcer les actions du programme JAJA qui visent à promouvoir les bonnes pratiques d'élevage auprès des particuliers possédant un poulailler.

⁵² Recommandations de consommation de l'Anses :

- Limiter à 4 fois par semaine la consommation de produits de la pêche en provenance du circuit court (pêche de loisir, de subsistance ou achat sur le bord des routes).
- Limiter à 2 fois par semaine la consommation de patates douces, ignames et dachines issus des jardins familiaux en ZC
- Ne pas consommer de produits d'eau douce issus des zones d'interdiction de pêche définies par arrêté préfectoral

Le CES recommande fortement que la consommation d'œufs autoproduits soit conditionnée à la vérification systématique d'une qualité de sol et d'une pratique d'élevage compatible avec cette consommation.

Recommandations pour l'acquisition de données complémentaires

Dans le but de confirmer cette évaluation, le CES ERCA recommande de manière prioritaire l'actualisation des données suivantes et leur rapide prise compte :

- données de consommation, dans le but d'actualiser les habitudes de consommation de la population antillaise, dix ans après l'étude Kannari, et comprendre les éventuels freins (culturels, socio-économiques, etc.) au suivi des recommandations actuelles ;
- données de contamination des denrées issues des circuits informels. L'étude ChlorExpo (dont les résultats sont attendus pour début 2024) prévoit l'échantillonnage et l'analyse des principaux contributeurs à l'exposition au chlordécone, dont ceux issus des circuits informels. Plus spécifiquement en ce qui concerne les œufs issus de l'autoproduction ou des dons en ZC, une campagne d'analyses complémentaires s'appuyant sur un ciblage identique des élevages à risque en Guadeloupe et en Martinique (avec par exemple une analyse concomitante de sol) est recommandée.

Une étude visant à quantifier l'efficacité des recommandations zootechniques formulées par le programme Jafa sur le niveau de contamination en chlordécone des œufs issus de l'autoproduction est recommandée. De même, l'étude de la distribution des données de contamination des sols recueillies par ce programme pourrait aider à identifier les conditions d'élevage les plus à risque.

A la lumière de l'actualisation des données de contamination des denrées issues des circuits informels (œufs, poissons, crustacés...) des scénarios d'exposition aigue pourront être étudiés.

Dans le but de clarifier la signification de la chlordéconémie en tant qu'indicateur de l'exposition chronique, le CES ERCA recommande :

- de disposer de mesures répétées dans le temps de chlordéconémie pour une même population ;
- d'adjoindre à chaque prélèvement un questionnaire visant à vérifier les possibles déterminants récents pouvant entraîner une modification importante de la chlordéconémie (notamment en termes d'aliments consommés) ;
- de disposer de la chlordéconémie de la population infantile ;
- la conduite d'une étude sur volontaires visant à apprécier l'évolution des concentrations sanguines en chlordécone en relation avec les habitudes alimentaires (avec un protocole incluant l'analyse de la contamination des aliments ingérés et des mesures régulières d'imprégnation) ;
- une étude de toxicocinétique (par voie orale) sur un modèle animal proche de l'Homme (par exemple le porc).

Dans le but de progresser sur la prise en compte de la co-exposition à d'autres contaminants environnementaux aux Antilles, le CES ERCA recommande :

- de réaliser une Etude de l'alimentation totale aux Antilles, couplée à une étude de biosurveillance. La prochaine étude de biosurveillance (Kannari 2) constitue une opportunité de conduire une telle étude intégrée pour actualiser et recueillir des

données d'imprégnation sur d'autres contaminants d'intérêt et mieux documenter leurs sources d'origine alimentaire ;

- pour l'étude Kannari 2, de ne pas limiter le suivi de l'imprégnation par les organochlorés uniquement à la tranche des adultes fortement contaminés par le chlordécone, afin de ne pas négliger des pathologies métaboliques de long terme, pouvant impacter la population infantile, celle des femmes en âge de procréer, et la population en général (Gore et al. 2015) ;
- de mettre en place des études toxicologiques et épidémiologiques pour étudier les effets combinés du chlordécone et des autres contaminants présents dans l'environnement antillais.

Concernant les VTR, le CES ERCA :

- estime nécessaire d'engager une réflexion supplémentaire sur l'utilisation de la VTR interne comme outil de gestion pour caractériser la surexposition à l'échelle individuelle. Cela permettrait d'engager des mesures d'accompagnement visant à identifier les déterminants d'une surexposition éventuelle en vue de la réduire ;
- considère que la VTR interne ne permet pas, en l'état actuel des connaissances sur les cinétiques de chlordéconémie, de proposer un diagnostic ou un pronostic sur la santé d'un individu ;
- estime que les dépassements calculés et les conclusions de cette expertise pourraient être revus au regard des enseignements qui pourraient être tirés de l'utilisation de modèles PBPK du chlordécone développés chez l'Homme.

9 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'ANSES

Le présent avis s'inscrit dans la continuité d'un ensemble de travaux sur lesquels l'Anses se mobilise à propos des enjeux sanitaires et des risques associés à l'exposition au chlordécone aux Antilles. Il fait suite à un avis proposant des valeurs sanitaires de référence mises à jour pour le chlordécone (Anses, 2021), à savoir deux valeurs toxicologiques de référence (VTR) : une valeur interne et une valeur externe pour une exposition chronique. Cet avis fournit une nouvelle évaluation des risques sanitaires liés aux expositions des populations antillaises à cette substance. L'Anses reste engagée, entre autres, dans l'élaboration d'un avis qui portera sur une étude d'un ensemble plus large de leviers d'action visant à diminuer l'exposition par voie alimentaire en intégrant, à titre d'exemple, l'impact des modes de cuisson.

L'Anses précise que l'expertise réalisée dans le cadre du présent avis tient compte des nouvelles VTR et de l'actualisation des données de contamination des aliments issues des plans de surveillance et de contrôle. Les données relatives aux imprégnations et aux comportements alimentaires des personnes, ainsi qu'à la contamination des aliments issus des circuits informels, sont celles de l'étude Kannari (Anses, 2017)⁵³, complétées par des données plus récentes sur la contamination des aliments, issues des plans de surveillance et de contrôle.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail endosse les conclusions du CES ERCA.

S'agissant tout d'abord du socle des données disponibles, l'Anses recommande l'acquisition de nouvelles données de contamination des aliments issus des circuits informels de

⁵³ Données collectées en 2013-2014

consommation. Elle rappelle qu'elle a engagé, avec un support financier des ministères et dans le cadre du plan Chlordécone IV, l'étude Chlorexpo 2021-2024 de l'exposition au chlordécone des populations antillaises par voie alimentaire. Celle-ci s'appuie sur le recueil de données concernant les habitudes de préparation des aliments et la contamination des aliments tels que préparés, selon la méthode mise en œuvre pour les études de l'alimentation totale (EAT).

S'agissant du volet de biosurveillance en population, les résultats de l'étude Kannari montraient que 95% de la population guadeloupéenne et 92% de la population martiniquaise présentaient des niveaux détectables de chlordécone dans la circulation sanguine, après la mise en œuvre d'une méthode de dosage dont la limite de détection est de 0,02 µg/L. Les résultats de cette étude fournissaient des informations utiles en termes de distribution statistique et de corrélation avec différents paramètres individuels et d'habitudes de vie, mais ne permettaient pas de conclure en termes de risques sanitaires. L'élaboration par l'Anses (Anses, 2021) de la VTR chronique interne permet une nouvelle exploitation des résultats de l'étude Kannari et montre que 14% – pour la Guadeloupe – et 25% – pour la Martinique – de la population présentent un dépassement de cette VTR. Les fréquences de dépassements sont plus élevées pour les populations résidant en zone réputée comme contaminée (ZC). Une interprétation plus approfondie des données d'imprégnation nécessiterait de mieux connaître leur variabilité temporelle en particulier en fonction des consommations d'aliments contaminés. En cela, l'Agence soutient les travaux de recherche recommandés par les experts, à savoir principalement, les études de la toxicocinétique et de la variabilité temporelle de l'imprégnation individuelle.

L'Anses rappelle que la VTR interne a été établie dans le cadre d'une approche populationnelle, c'est-à-dire qu'elle vise à définir un niveau d'exposition interne en-deçà duquel il est considéré que la probabilité d'apparition d'effets sanitaires est négligeable pour l'ensemble de la population. Valeur d'aide à la décision à l'échelle d'une population, elle ne constitue pas un indicateur de santé à l'échelle individuelle. Lorsque les résultats de l'étude Kannari 2, en cours, permettront d'estimer l'évolution temporelle de l'imprégnation globale de la population antillaise, le taux de dépassement de la VTR interne et son amplitude constitueront un indicateur de suivi de l'efficacité des actions menées pour réduire l'exposition des populations au chlordécone et contribuera à préciser les caractéristiques des populations les plus à risque.

S'agissant de l'évaluation des risques liés à l'exposition par voie alimentaire, les dépassements de la VTR chronique externe, récemment revue à la baisse (Anses, 2021), s'échelonnent de 1% à 22% selon les groupes de populations concernées. Les populations résidant en ZC présentent des taux et des niveaux de dépassement plus élevés. Les dépassements sont majoritairement dus à la consommation de certains aliments (tels que les œufs, les poissons, les crustacés et les abats), notamment pour ceux issus des circuits informels.

En 2007, l'Anses avait formulé trois recommandations de consommation pour réduire l'exposition alimentaire au chlordécone, portant sur une limitation de la consommation de certains produits de la pêche en mer et en eau douce, ainsi que de légumes racines provenant des jardins familiaux en ZC. Il apparaît que l'observation simultanée de ces trois recommandations permet de réduire de façon très significative le taux de dépassement de la VTR chronique externe dans la population antillaise. L'Anses souligne l'intérêt de continuer à porter auprès des populations, l'importance de l'application effective de ces recommandations pour poursuivre la diminution des expositions par voie alimentaire.

Par ailleurs, l'Agence note la forte contribution à l'exposition par l'alimentation de la consommation d'œufs issus de l'autoproduction en ZC. Sans attendre les résultats des travaux relatifs aux leviers d'action, elle recommande aux populations élevant des volailles et qui ne l'auraient pas encore fait de participer aux programmes jardins familiaux Jafa des ARS, lesquels permettent notamment de bénéficier d'analyses de sols gratuites et de conseils pratiques permettant de réduire la contamination des œufs, et l'exposition associée.

En synthèse, l'Anses considère que les résultats des deux approches – par la biosurveillance et par l'évaluation des risques par voie alimentaire – appellent à poursuivre les efforts pour diminuer les expositions en s'appuyant sur les enseignements pouvant être tirés de la mise en œuvre de ces deux approches complémentaires. Cette conclusion est d'autant plus robuste qu'elle s'appuie sur deux indicateurs d'exposition de nature différente, d'une part l'estimation au plus près des apports alimentaires et d'autre part la mesure de l'imprégnation. Celle-ci résulte des apports alimentaires réels, historiques ou récents, et d'éventuels apports par d'autres voies d'exposition.

Enfin, dans l'optique d'une approche intégrée des expositions suivant le concept de l'exposome, l'Anses souligne l'importance de l'élargissement du champ d'étude à d'autres contaminants chimiques persistants susceptibles d'être présents dans l'environnement antillais, et ayant des cibles toxicologiques comparables à celles du chlordécone. Cet élargissement pourra être mis en œuvre, pour les expositions internes, au travers de l'étude de biosurveillance Kannari 2. Pour les expositions externes, l'étude Chlorexpô déjà engagée permet d'ores et déjà de mener quelques analyses complémentaires, qu'il pourra être nécessaire de conforter par une étude d'exposition de type étude de l'alimentation totale (EAT) aux Antilles.

Pr Benoît VALLET

MOTS-CLÉS

Chlordécone, imprégnation, exposition, risques, Antilles françaises.

Chlordecone, impregnation, exposure, risks, French West Indies.

BIBLIOGRAPHIE

- Adir, Joseph, Yale H. Caplan, and Bernard C. Thompson. 1978. «Kepone® serum half-life in humans. » *Life Sciences* 22 (8):699-702. doi: [https://doi.org/10.1016/0024-3205\(78\)90494-0](https://doi.org/10.1016/0024-3205(78)90494-0).
- AFSSA (septembre 2007). Actualisation de l'exposition alimentaire au chlordécone de la population antillaise - Evaluation de l'impact de mesures de maîtrise des risques. Document technique AQR/FH/2007-219. Rapport de 79 pages
- Anses. 2017. « Exposition des consommateurs des Antilles au chlordécone, résultats de l'étude Kannari ». 202 p. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2014SA0029Ra.pdf>
- Anses, 2018. Note d'appui scientifique et technique de l'Anses relative à la fixation d'une limite maximale de résidus de chlordécone dans la graisse pour les denrées carnées – 14 septembre 2018. 7 p. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2018SA0202.pdf>
- Anses, 2019. Avis de l'Anses relatif à la fixation d'une limite maximale de résidus de chlordécone dans les muscles et dans la graisse pour les denrées carnées – 27 mars 2019. 8 p. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2018SA0265.pdf>
- Anses. 2021. Avis et rapport révisés relatifs aux « Valeurs sanitaires de références pour le chlordécone ». 158 p., <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2018SA0166Ra.pdf>
- Anses, 2011. 'Etude de l'Alimentation Française 2 (EAT2) - Tome 1 : Contaminants Inorganiques, Minéraux, Polluants Organiques Persistants, Mycotoxines, Phyto-Estrogènes'. Saisine n°2006-SA-0361. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise Collective. Maisons-Alfort, France: Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.<https://www.anses.fr/fr/system/files/PASER2006sa0361Ra1.pdf>
- ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2000. Toxicity profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Department of Health and Human Services, Public Health Service
- ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2020. Toxicity profile for Mirex and Chlordecone. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2005. Toxicological profile for hexachlorocyclohexanes. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp43.pdf>
- ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2015. Toxicological profile for hexachlorobenzene <http://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=115>; <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp90.pdf>
- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2019. Toxicological profile for DDT, DDE, DDD (Draft for Public Comment). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- Bonfeld-Jørgensen, EC, Andersen HR, Rasmussen TH, Vinggaard AM. Effects of highly biomagnified polychlorinated biphenyl congeners on androgen and estrogen receptor activity. *Toxicology* 2001; 158(3): 141-153.
- Cohn, W. J., J. J. Boylan, R. V. Blanke, M. W. Fariss, J. R. Howell, and P. S. Guzelian. 1978. «Treatment of Chlordecone (Kepone) Toxicity with Cholestyramine: Results of a Controlled Clinical Trial. » *New England Journal of Medicine* 298 (5):243-248.
- Cox S, Niskar AS, Narayan KMV et al. (2007). Prevalence of self-reported diabetes and exposure to organochlorine pesticides among Mexican Americans: Hispanic Health and Nutrition Examination Survey, 1982-1984. *Environ Health Perspect* 115 (12) 1747-1752
- Dallaire R, Dewailly E, Ayotte P et al (2014). Growth in Inuit children exposed to polychlorinated biphenyls and lead during fetal development and childhood. *Environ Res* 134 SI, 17-23 .

- Dereumeaux C, Saoudi A. S Imprégnation de la population antillaise par la chlordécone et certains composés organochlorés en 2013/2014. Étude Kannari ; Saint-Maurice : Santé publique France, 2018. 86 p. Disponible à partir de l'URL : www.santepubliquefrance.fr
- Emeville E, Giusti A, Coumoul X et al, (2015). Associations of plasma concentrations of dichlorodiphenyldichloroethylene and polychlorinated biphenyls with prostate cancer: A case-control study in Guadeloupe (French West Indies). *Environ Health Perspect* 123 (4) 317-323
- Emond C., Multigner L. Chlordecone: development of a physiologically based pharmacokinetic tool to support human health risks assessments. *Archives of Toxicology*, Springer Verlag, 2022, (10.1007/s00204-022-03231-3). (hal-03575481)
- Eskenazi B, Chevrier J, Goldman RL et al, (2009). The Pine River Statement: Human Health Consequences of DDT use . *Environ Health Perspect*. 117 (9) 1359-1367.
- Everett CJ, Frithsen IL, Diaz VA et al. (2007). Association of a polychlorinated dibenzo-p-dioxin, a polychlorinated biphenyl, and DDT with diabetes in the 1999-2002 National Health and Nutrition Examination Survey. *Environ Health* 103 (3) 413-418
- Faroon, Obaid M, L Samuel Keith, Cassandra Smith-Simon, Christopher T De Rosa, World Health Organization, and International Programme on Chemical Safety. 2003. 'Polychlorinated Biphenyls : Human Health Aspects', Concise international chemical assessment document ; 55, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42640> .
- Fréry N, Guldner L, Saoudi A, Garnier R, Zeghnoun A, Bidondo ML. Exposition de la population française aux substances chimiques de l'environnement. Tome 2 - Polychlorobiphényles (PCB-NDL) et pesticides. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2013. 178 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>
- Gely-Pernot, A., C. Hao, L. Legoff, L. Multigner, S. C. D'Cruz, C. Kervarrec, B. Jégou, S. Tevosian, and F. Smagulova. 2018. "Gestational exposure to chlordecone promotes transgenerational changes in the murine reproductive system of males." *Scientific Reports* 8 (1). doi: 10.1038/s41598-018-28670-w. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-28670-w>
- Gentil, C, J Spinosi, L Cahour, L Chaperon, and M El Yamani. 2018. 'Document Technique Pour La Construction de La Matrice Culture Exposition de La Banane Dessert Aux Antilles : Projet Matphyto DOM'. Saint-Maurice, France: Santé publique France. <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/antilles/documents/rapport-synthese/2018/document-technique-pour-la-construction-de-la-matrice-culture-exposition-de-la-banane-dessert-aux-antilles-projet-matphyto-dom>.
- Gore, A. C., V. A. Chappell, S. E. Fenton, J. A. Flaws, A. Nadal, G. S. Prins, J. Toppari, and R. T. Zoeller. 2015. 'Executive Summary to EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals'. *Endocrine Reviews* 36 (6): 593-602. <https://doi.org/10.1210/er.2015-1093>.
- Goncharov A, Bloom M, Pavuk M et al. 2010. Blood pressure and hypertension in relation to levels of serum polychlorinated biphenyls in residents of Anniston, Alabama. *J Hypertension* 28 (10) 2053-2060.
- Grandjean, Philippe, Esben Budtz-Jørgensen, Dana B. Barr, Larry L. Needham, Pal Weihe, and Birger Heinzow. 2008. 'Elimination Half-Lives of Polychlorinated Biphenyl Congeners in Children'. *Environmental Science & Technology* 42 (18): 6991-96. <https://doi.org/10.1021/es800778q>.
- IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (2016). Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls; IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Lyon France.
- IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (2018). DDT, Lindane, and 2,4-D; IARC Monographs 113 on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Lyon, France.
- Jacobson JL, Jacobson SW (1996). Intellectual impairment in children exposed to polychlorinated biphenyls in utero. *New England Journal of Medicine* 335 (11): 783-789.
- Jondreville C., Fournier A., Mathieu M., Feidt C., Archimède H., Rychen G. (2014). Kinetic study of chlordecone orally given to laying hens (*Gallus domesticus*). *Chemosphere* 114 : 275-281

- Jurjanz S., Fournier A., Clostre F., Godard E., Feidt C. (2020). Control of poultry contamination in chlordecone-contaminated areas of the French west Indies. *Environ. Sci. Poll. Res.* 27 : 41117-41121
- Kadhel P, Monfort C, Costet N et al. (2014). Chlordecone exposure, length of gestation, and risk of preterm birth. *Am J Epidemiol.* 179 (5) 536-544
- Kelce WR, Lambright LR, Gray LE, et al. (1997). Vinclozolin and p,p'-DDE alter androgen-dependent gene expression: In vivo confirmation of an androgen receptor-mediated mechanism. *Toxicol Appl Pharmacol* 142 (1) 192-200.
- Kelce WR, Stone CR, Laws SC, Gray LE, Kemppainen JA, Wilson EM (1995). Persistent DDT metabolite p,p'-DDE is a potent androgen receptor antagonist. *Nature*, 375(6532):581–5. doi:10.1038/375581a0 PMID:7791873
- Krönke AA, Jurkutat A, Schlingmann M, et al, 2022; Persistent organic pollutants in pregnant women potentially affect child development and thyroid hormone status. *Pediatric Res (open access)* doi.org/10.1038/s41390-021-01488-5
- Kuiper GG, Lemmen JG, Carlsson B, Corton JC, Safe SH, et al. (1998) Interaction of estrogenic chemicals and phytoestrogens with estrogen receptor beta. *Endocrinology* 139:4252–4263.
- Larson, P. S., J. L. Egle Jr, G. R. Hennigar, R. W. Lane, and J. F. Borzelleca. 1979. "Acute, subchronic, and chronic toxicity of chlordecone." *Toxicology and Applied Pharmacology* 48 (1 PART 1):29-41. doi: [https://doi.org/10.1016/S0041-008X\(79\)80005-8](https://doi.org/10.1016/S0041-008X(79)80005-8)
- Legoff, L., O. Dali, S. C. D'Cruz, A. Suglia, A. Gely-Pernot, C. Hémerly, P. Y. Kernanec, A. Demmouche, C. Kervarrec, S. Tevosian, L. Multigner, and F. Smagulova. 2019. "Ovarian dysfunction following prenatal exposure to an insecticide, chlordecone, associates with altered epigenetic features." *Epigenetics and Chromatin* 12 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s13072-019-0276-7>
- Lignell S, Aune M, Darnerud PO, et al. (2013). Prenatal exposure to polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) may influence birth weight among infants in a Swedish cohort with background exposure: a cross-sectional study. *Environmental Health* 12 Art 44
- Lumley T (2004). "Analysis of Complex Survey Samples." *Journal of Statistical Software*, 9(1), 1-19. R package version 2.2.
- Lumley T (2010). *Complex Surveys: A Guide to Analysis Using R: A Guide to Analysis Using R*. John Wiley and Sons.
- Luo D, Pu YB, Tian H, et al, 2017. Association of in utero exposure to organochlorine pesticides with thyroid hormone levels in cord blood of newborns. *Environ Poll* 231, 78-86
- Lynch CD, Jackson LW, Kostyniak PJ. et al. (2012). The effect of prenatal and postnatal exposure to polychlorinated biphenyls and child neurodevelopment at age twenty four months. *Reproductive Toxicology* 34 (3): 451-456.
- Maervoet J, Vermeir G, Covaci et al 2007. Association of thyroid hormone concentrations with levels of organochlorine compounds in cord blood of neonates. *Environ Health Perspect* 115 (12) ,1780-1786
- Ribas-Fito N, Torrent M, Carrizo D et al (2006) In utero exposure to background concentrations of DDT and cognitive functioning among preschoolers. *Am J Epidemiol* 164(10):955–962.
- Ritter, Roland, Martin Scheringer, Matthew MacLeod, Urs Schenker, and Konrad Hungerbühler. 2009. 'A Multi-Individual Pharmacokinetic Model Framework for Interpreting Time Trends of Persistent Chemicals in Human Populations: Application to a Postban Situation'. *Environmental Health Perspectives* 117 (8): 1280–86. <https://doi.org/10.1289/ehp.0900648>.
- Soto AM, Sonnenschein C, Chung KL, Fernandez MF, Olea N, Serrano FO. The E-SCREEN assay as a tool to identify estrogens: an update on estrogenic environmental pollutants. *Environ Health Perspect* 103 (suppl 7):113–122 (1995).
- Shirai, Jeffry H., and John C. Kissel. 1996. 'Uncertainty in Estimated Half-Lives of PCBs in Humans: Impact on Exposure Assessment'. *Science of The Total Environment* 187 (3): 199–210. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(96\)05142-X](https://doi.org/10.1016/0048-9697(96)05142-X).
- Tang-Péronard JL, Heitman BL, Andersen HR et al 2014. Association between prenatal polychlorinated biphenyl exposure and obesity development at ages 5 and 7 y: a prospective cohort study of 656

- children from the Faroe Islands Association between prenatal polychlorinated biphenyl exposure and obesity development at ages 5 and 7 y: a prospective cohort study of 656 children from the Faroe Islands; *Am J Clin Nut* 99(1), 5–13.
- Tilson HA, Jacobson JL, Rogan WJ, (1990). Polychlorinated-biphenyls and the developing nervous system – cross species comparisons. *Neurotoxicology Teratology* 12 (3) 239-248.
- Torres-Sanchez L, Rothenberg SJ, Schnaas L et al (2007) In utero p,p'-DDE exposure and infant neurodevelopment: a perinatal cohort in Mexico. *Environ Health Perspect* 115(3):435–439. doi:10.1289/ehp.9566
- Trnovec T, Sovcikova E, Hustak M et al. (2008). Exposure to polychlorinated biphenyls and hearing impairment in children. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 25 (2): 183-187
- Turyk M, Anderson HA, Knobeloch, Imm P, Persky VW, 2009. Prevalence of diabetes and body burdens of polychlorinated biphenyls, polybrominated diphenyl ethers, and p,p'-diphenyldichloroethene in Great Lakes sport fish consumers. *Chemosphere* 75, 674-679.
- Qiu, Xinghua, Tong Zhu, Bo Yao, Jianxin Hu, and Shaowen Hu. 2005. 'Contribution of Dicofol to the Current DDT Pollution in China'. *Environmental Science & Technology* 39 (12): 4385–90. <https://doi.org/10.1021/es050342a>.
- van den Berg M, Kypke K, Kotz A et al.(2017).WHO/UNEP global surveys of PCDDs, PCDFs, PCBs and DDTs in human milk and benefit-risk evaluation of breastfeeding. *Archives of Toxicology* 91(1), 83-96.
- Vafeiadi M, Roumeliotaki T, Chalkiadaki G et al, 2017. Persistent organic pollutants in early pregnancy and risk of gestational diabetes mellitus. *Environ Int* 98, 89-95.
- Vrijheid M, Casas M, Gascon M et al. (2016). Environmental pollutants and child health-A review of recent concerns. *Int J Hyg Environ Health* 219 (4-5) 331-342.
- Warner M, Wesselink A, Harley KG, et al., (2014). Prenatal Exposure to Dichlorodiphenyltrichloroethane and Obesity at 9 Years of Age in the CHAMACOS Study Cohort. *Am J Epid* 179 (11) 1312-1322.
- Weitekamp, Chelsea A., Linda J. Phillips, Laura M. Carlson, Nicole M. DeLuca, Elaine A. Cohen Hubal, and Geniece M. Lehmann. 2021. 'A State-of-the-Science Review of Polychlorinated Biphenyl Exposures at Background Levels: Relative Contributions of Exposure Routes'. *Science of The Total Environment* 776 (July): 145912. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145912>.
- WHO/IPCS, 1984. Chlordecone.(EHC 43) <https://incem.org/documents/ehc/ehc/ehc43.htm>
- WHO/IPCS, 1991. Alpha- and beta-hexachlorocyclohexanes (EHC 123) www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc123.htm
- WHO/IPCS, 1997. Hexachlorobenzene (EHC 195) <https://incem.org/documents/ehc/ehc/ehc195.htm>
- WHO/IPCS, 2003. CICADS 55 (Concise International Chemical Assessment Document). Polychlorinated biphenyls : human health aspects, Geneva, <http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad55.htm>
- WHO/IPCS, 2011. DDT in indoor residual spraying: human health aspects (EHC 241) <https://www.who.int/ipcs/publications/ehc/ehc241.pdf>

CITATION SUGGÉRÉE

Anses. (2022). Avis relatif à la réévaluation des risques sanitaires prenant en compte la construction et la mise à jour de valeurs sanitaires de référence (externe et interne) du chlordécone (saisine 2018-SA-0166). Maisons-Alfort : Anses, 110 p.

ANNEXE 1 : PRESENTATION DES INTERVENANTS

PRÉAMBULE : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, intuitu personae, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

RAPPORTEURS & RELECTEURS

M. Pierre-Marie BADOT - Professeur des universités - Compétences en transfert des contaminants
M. Erwan ENGEL - Directeur de recherche - Compétences en chimie analytique
Mme Anne-Sophie FICHEUX – Ingénieur de recherche – Compétences en toxicologie
M. Jean-Charles LEBLANC – Chef d'unité- Compétences en évaluation des expositions et des risques
M. David MAKOWSKI - Directeur de recherche - Compétences en statistiques, modélisation
M. Jean-François MASFARAUD - Maître de conférences des universités - Compétences en transfert des contaminants
Mme Paule VASSEUR - Professeur émérite - Compétences en toxicologie

COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

CES « Évaluation des risques physico-chimiques dans les aliments » (2018-2022)

Président

M. Bruno LE BIZEC - Professeur des universités - Compétences en chimie analytique et évaluation des risques

Vice-président

M. David MAKOWSKI - Directeur de recherche - Compétences en statistiques, modélisation

Membres

M. Claude ATGIE - Professeur des universités - Compétences en toxicologie
M. Pierre-Marie BADOT - Professeur des universités - Compétences en transfert des contaminants
Mme Marie-Yasmine BOTTEIN - Chercheur en toxicologie environnementale - Compétences en biotoxines marines
Mme Martine CLAUW - Professeur des universités - Compétences en toxicologie
M. Nicolas DELCOURT - Maître de conférences des universités, pharmacien hospitalier - Compétence en toxicologie clinique
Mme Christine DEMEILLIERS - Maître de conférences des universités - Compétences en toxicologie
M. Erwan ENGEL - Directeur de recherche - Compétences en chimie analytique
Mme Anne-Sophie FICHEUX – Ingénieur de recherche – Compétences en toxicologie
M. Jérôme GAY-QUEHEILLARD - Maître de conférences des universités - Compétences en impacts digestifs et métabolisme
M. Petru JITARU - Chef d'unité - Compétences en chimie analytique

Mme Sonia KHIER - Maître de conférences des universités - Compétences en pharmacocinétique

Mme Emilie LANCE - Maître de conférences des universités - Compétences en écotoxicologie et toxines

Mme Caroline LANIER - Maître de conférences des universités - Compétences en environnement

M. Michel LAURENTIE – Directeur de recherche – Compétences en pharmacocinétique

M. Ludovic LE HEGARAT - Chef d'unité adjoint - Compétences en toxicologie

M. Nicolas LOISEAU - Chargé de recherche - Compétences en biochimie

Mme Francesca MANCINI – Chargée de recherche - Compétences en épidémiologie

M. Eric MARCHIONI - Professeur des universités - Compétences en chimie analytique

M. Jean-François MASFARAUD - Maître de conférences des universités - Compétences en transfert des contaminants

M. César MATTEI - Maître de conférences des universités - Compétences en toxicologie

Mme Anne PLATEL – Maître de conférences des universités - Compétences en toxicologie

M. Alain-Claude ROUDOT - Professeur des universités - Compétences en modélisation mathématique

M. Yann SIVRY - Maître de conférences des universités - Compétences en transfert des contaminants

Mme Paule VASSEUR - Professeur émérite - Compétences en toxicologie

CES « Évaluation des risques physico-chimiques dans les aliments » (2022-2026)

Président

M. Bruno LE BIZEC - Professeur des universités - Compétences en chimie analytique et évaluation des risques

Vice-président

Mme Marie-Louise SCIPPO - Professeur des universités - Compétences en chimie analytique et évaluation des risques

Membres

M. Claude ATGIE - Professeur des universités - Compétences en toxicologie

M. Pierre-Marie BADOT - Professeur des universités - Compétences en transfert des contaminants

Mme Marie-Yasmine BOTTEIN - Chercheur en toxicologie environnementale - Compétences en biotoxines marines

Mme Rachida CHEKRI – Responsable de laboratoire - Compétences en chimie analytique

M. Nicolas DELCOURT - Maître de conférences des universités, pharmacien hospitalier - Compétence en toxicologie clinique

Mme Christine DEMEILLIERS - Maître de conférences des universités - Compétences en toxicologie

Mme Virginie DESVIGNES – Ingénieure Recherche – Compétences en évaluation des expositions et des risques

M. Erwan ENGEL - Directeur de recherche - Compétences en chimie analytique

M. Gautier EPPE – Professeur des universités – Compétences en chimie analytique

Mme Anne-Sophie FICHEUX – Ingénieur de recherche – Compétences en toxicologie
M. Eric HOUDEAU – Directeur de recherche – Compétences en toxicologie
M. Jean-Philippe JAEG – Maître de conférence – Compétences en toxicologie et alimentation animale
Mme Emilie LANCE - Maître de conférences des universités - Compétences en écotoxicologie et toxines
M. Olivier LAPREVOTE – Professeur des universités et Praticien Hospitalier – Compétences en toxicologie
M. Michel LAURENTIE – Directeur de recherche – Compétences en pharmacocinétique
M. Ludovic LE HEGARAT - Chef d'unité adjoint - Compétences en toxicologie
M. Jean-Charles LEBLANC – Chef d'unité- Compétences en évaluation des expositions et des risques
M. Nicolas LOISEAU - Chargé de recherche - Compétences en biochimie
M. David MAKOWSKI - Directeur de recherche - Compétences en statistiques, modélisation
Mme Francesca MANCINI – Chargée de recherche - Compétences en épidémiologie
M. Eric MARCHIONI - Professeur des universités - Compétences en chimie analytique
M. Jean-François MASFARAUD - Maître de conférences des universités - Compétences en transfert des contaminants
Mme Mathilde MUNIER – Chercheur hospitalier – Compétences en toxicologie
Mme Isabelle OSWALD – Directrice de recherche – Compétences en toxicologie
Mme Anne PLATEL – Maître de conférences des universités - Compétences en toxicologie
M. Yann SIVRY - Maître de conférences des universités - Compétences en transfert des contaminants
Mme Paule VASSEUR - Professeur émérite - Compétences en toxicologie

PARTICIPATION ANSES

La coordination scientifique du projet a été assurée par l'Unité d'Evaluation des Risques liés aux Aliments (UERALIM) sous la direction de M. Moez SANAA, chef d'unité jusqu'en septembre 2021, Mme Nathalie ARNICH, cheffe d'unité par intérim d'octobre 2021 à mars 2022, puis Mme Hélène GAYON, cheffe d'unité depuis avril 2022.

Coordination scientifique

M. Julien JEAN - Coordinateur d'expertise scientifique – Direction de l'Evaluation des Risques, Unité d'Evaluation des Risques liés aux Aliments

Contributions scientifiques

M. Ngoc-Du LUONG - Coordinateur d'étude et appui scientifique – Direction de l'Evaluation des Risques, Unité d'Evaluation des Risques liés aux Aliments

Mme Juliana DE OLIVEIRA MOTA - Coordinatrice d'étude et appui scientifique– Direction de l'Evaluation des Risques, Unité d'Evaluation des Risques liés aux Aliments

M. Josselin RETY - Coordinateur d'étude et appui scientifique– Direction de l'Evaluation des Risques, Unité Phytopharmacovigilance

Mme Virginie DESVIGNES – Coordinatrice d'étude et appui scientifique (jusqu'en septembre 2021) – Direction de l'Évaluation des Risques, Unité d'Évaluation des Risques liés aux Aliments

Secrétariat administratif

Mme Angélique LAURENT – Direction de l'Évaluation des Risques

Remerciements

Au GT Exposome et à sa coordinatrice, Amélie CREPET, pour leur appui sur la question de la co-exposition à d'autres contaminants.

ANNEXE 2 : LISTE DES ESPECES DE POISSONS ECHANTILLONNEES LORS DES PS/PC MAIS NON INTEGREES DANS LE CALCUL DES EXPOSITIONS ALIMENTAIRES

Nom scientifique	Nom vernaculaire
<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sergent major
<i>Acanthurus bahianus</i>	Chirurgien noir rayé ou blanc
<i>Albula vulpes</i>	Banane
<i>Anisotremus surinamensis</i>	Lippu Croupia
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	Parapèle
<i>Arripios trutta</i>	Loup de mer
<i>Bairdiella rhonchus</i>	ombrine (Sciaenidés)
<i>Balistes capriscus</i>	Baliste cabri
<i>Balistes vetula</i>	Bourse royale
<i>Bodianus rufus</i>	Labre capitaine
<i>Calamus baonado</i>	GUEULE PAVEE
<i>Calamus calamus</i>	Daubenet
<i>Calamus pennatula</i>	Daubenet plume
<i>Canthidermis maculatus</i>	Bourse du large
<i>Canthidermis sufflamen</i>	Baliste
<i>Carcharhinus acronotus</i>	Requin nez noir
<i>Carcharodon carcharias</i>	Grand requin blanc
<i>Centropomus ensiferus</i>	Brochet de mer
<i>Centropomus undecimalis</i>	Brochet de mer
<i>Chaetodipterus faber</i>	Platax
<i>Chaetodon capistratus</i>	Poisson Papillon
<i>Clepticus parrae</i>	Labre créole
<i>Conger triporiceps</i>	Congre dentu
<i>Cookeolus boops</i>	soleil
<i>Cynoscion virens</i>	Acoupa
<i>Cypselurus melanurus</i>	Poisson volant
<i>Dactylopterus Volitans</i>	Grondin volant
<i>Diapterus auratus</i>	Blanche Cabuche
<i>Diapterus rhombeus</i>	Blanche
<i>Elops saurus</i>	Banane
<i>Eucinostomus havana</i>	Blanche gros yeux
<i>Eucinostomus lefroyi</i>	mojarra tacheté
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Blanche Etendard
<i>Eugerres plumieri</i>	Perche
<i>Galeocerdo cuvier</i>	Requin tigre
<i>Gerres cinereus</i>	Blanche cendrée
<i>Ginglymostoma cerratum</i>	Requin nourrice
<i>Halichoeres radiatus</i>	Parroquette
<i>Harengula jaguana</i>	Hareng jagane
<i>Heteripriacanthus cruentatus</i>	Juif caille ou Soleil caille

<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	Juif caye
<i>Hexanchus griseus</i>	Requin Grisét
<i>Hirundichthys affinis</i>	Poisson volant
<i>Holacanthus ciliaris</i>	Poisson-ange royal
<i>Holacanthus tricolor</i>	Ange Caraïbe
<i>Kyphosus sectatrix</i>	Morpion ou Agouti
<i>Lachnolaimus maximus</i>	Labre capitaine
<i>Lactophrys polygonia</i>	Poisson coffre nid d'abeille
<i>Lactophrys quadricornis</i>	Coffre taureau
<i>Lamna nasus</i>	Requin commun
<i>Larimus breviceps</i>	Verrue titête
<i>Lethirinus nébulosus</i>	Filet de rouget barbé
<i>Lobotes surinamensis</i>	Vielle 3 queues
LUTJANUS SYNAGRIS	Sarde Bon Dieu
<i>Malacanthus plumieri</i>	vive tropicale
<i>Manta birostris</i>	Raie manta
<i>Micropogonias furnieri</i>	Tambour rayé
<i>Mithrax spinosissimus</i>	Crabe araignée antillais
<i>Mugil curema</i>	Mulet blanc
<i>Mugil liza</i>	Mulet camot
<i>Myripristis jacobus</i>	Monbin
<i>Negaprion brevirostris</i>	Requin citron
<i>Oncorhynchus keta</i>	Pavés de saumon
<i>Pangasius Hypopthalmius</i>	Panga
<i>Paranthias furcifer</i>	Créole
<i>Parribacus antarcticus</i>	Cigale de mer
<i>Parupeneus heptacanthus</i>	Rouget-barbet cinnabare
<i>Polydactylus virginicus</i>	Barbu
<i>Pomacanthus paru</i>	Poisson ange français
<i>Prionace glauca</i>	Requin bleu
<i>Pristipomoides macrophthalmus</i>	Cardinal snapper
<i>Pterois volitans</i>	Poisson Lion
<i>Sardinella aurita</i>	Sardine
<i>Scorpaena plumieri</i>	Rascasse
<i>Scyllarides aequinoctialis</i>	Cigale
<i>Scyllarides delfosi</i>	Cigale
<i>Seriola dumerili</i>	Grande sérieole
<i>Sicydium punctatum</i>	titiri
<i>Synodus intermedius</i>	Poisson lézard
<i>Theragra Chalcogramma</i>	Chiquetaille Morue
<i>Trachurus Murphyi</i>	Chinchard
<i>Umbrina coroides</i>	Ombrine pétote

ANNEXE 3 : DONNEES DE CONTAMINATION EN CHLORDECONE DES ALIMENTS (BASE DE DONNEES INITIALE ET ELARGIE)

Les données ci-dessous présentent, à titre indicatif, les distributions des données de contamination des denrées de la base de données initiale et de la base de données élargie. Ces données ne peuvent être comparées telles qu'elles. En effet, les échantillons proviennent de ZC ou de ZNC, et sont issus de circuits d'approvisionnement différents. Ces différents paramètres ayant une influence sur la valeur de contamination et le calcul des expositions, ils doivent être pris en compte dans une éventuelle comparaison entre les deux jeux de données.

Tableau 23 : Données de contamination en chlordécone des aliments (en $\mu\text{g kg}^{-1}$) utilisées pour le calcul des expositions (avant et après intégration des nouvelles données)

Base de données INITIALE

code du fréquentiel	description	Nb d'analyses	<LOD (%)	LOD $\leq x <$ LOQ (%)	\geq LOQ (%)	LB			UB		
						Moy	ET	Max	Moy	ET	Max
autre_fec_1	banane jaune_plantain	208	91	9	0	0,52	1,69	6	6,22	1,32	10
autre_fec_2	fruit à pain	3	67	33	0	2,00	3,46	6	7,33	2,31	10
autre_fec_3	poyo_tinain	32	6	94	0	1,88	0,49	2	5,06	0,25	6
avocat	avocat	29	100	0	0	0,00	0,00	0	3,72	1,31	6
boi_ch	boissons chaudes	7	100	0	0	0,00	0,00	0	3,00	0,00	3
boudin	boudin de poisson	21	100	0	0	0,00	0,00	0	0,57	0,33	2
coq3	autre coquillage	45	22	13	64	11,34	14,57	54	11,87	14,22	54
coq4	chatrou encornet seiche	64	2	81	17	8,93	19,19	89,1	11,66	18,15	89,1
crabe	crabe	204	34	25	41	9,13	27,91	326	10,75	27,49	326
crus3	crabes ciriques	172	1	8	91	215,39	498,85	3707	215,91	498,64	3707
crus4	langoustes	487	2	18	80	46,26	98,69	1414	46,91	98,42	1414

Base de données ELARGIE

Nb d'analyses	<LOD (%)	LOD $\leq x <$ LOQ (%)	\geq LOQ (%)	LB			UB		
				Moy	ET	Max	Moy	ET	Max
208	91	9	0	0,52	1,69	6	6,22	1,32	10
3	67	33	0	2,00	3,46	6	7,33	2,31	10
32	6	94	0	1,88	0,49	2	5,06	0,25	6
31	100	0	0	0,00	0,00	0	3,68	1,28	6
7	100	0	0	0,00	0,00	0	3,00	0,00	3
21	100	0	0	0,00	0,00	0	0,57	0,33	2
56	30	16	54	9,95	14,56	54	10,55	14,20	54
150	28	61	11	4,30	13,34	89,1	5,96	13,02	89,1
219	35	24	41	9,75	30,55	326	11,30	30,16	326
245	3	11	85	169,04	432,57	3707	169,51	432,40	3707
932	5	17	78	35,96	80,16	1414	36,44	79,97	1414

crus5	écrevisses ouassous	140	4	5	91	1047	2200,0	17959	1047,6	2199,9	17959
crus6	crevettes	35	3	3	94	2018	4133,2	22148	2018,3	4133,0	22148
fec3	légumes secs	3	67	33	0	2,00	3,46	6	5,33	4,04	10
fruit1	ananas	143	89	11	0	0,67	1,90	6	5,76	1,96	10
fruit10	fruits pays	44	61	39	0	0,95	1,46	6	4,34	1,70	10
fruit12	maracuja pomme liane	25	92	8	0	0,48	1,66	6	3,80	2,04	10
fruit14	pomme poire										
fruit15	pêche brugnon prune abricot	3	100	0	0	0,00	0,00	0	3,00	0,00	3
fruit2	banane fruit	130	90	10	0	0,58	1,76	6	5,62	2,14	10
fruit3	melon_pastèque	240	85	15	0	0,59	1,59	6	5,93	1,58	10
fruit4	papaye	42	93	7	0	0,43	1,56	6	4,14	2,05	10
fruit5	coco	41	37	63	0	0,00	0,00	0	1,10	1,46	3
fruit8	goyave	53	92	8	0	0,45	1,60	6	3,64	1,92	10
fruit9	agrumes	446	87	13	0	0,81	2,13	12	5,05	2,39	12
lambi	lambi	66	14	77	9	1,90	2,22	12	4,47	2,11	12
legume1	aubergine tomate poivron	335	90	10	0	0,59	1,79	6	5,53	1,99	10
legume10	gombos	26	92	8	0	0,46	1,63	6	4,46	2,14	10
legume11	haricot vert	14	100	0	0	0,00	0,00	0	4,71	1,54	6
legume12	salades herbage	157	59	32	10	3,76	11,23	66	7,10	10,52	66
legume13	poireau cive	193	65	23	12	10,90	42,21	460	14,64	41,38	460
legume4	betterave carotte navet radis	268	69	28	4	3,54	20,24	250	8,31	19,64	250
legume5	choux	97	97	3	0	0,19	1,04	6	4,71	1,88	10
legume6	christophine papaye verte	117	97	3	0	0,13	0,83	6	4,56	2,07	10
legume7	concombre	410	84	14	1	0,79	2,32	23,5	6,22	1,81	23,5
legume8	courgette	113	81	11	9	2,26	8,09	70	6,36	7,41	70
legume9	giraumon	164	71	24	5	1,35	3,06	21,7	5,59	2,85	21,7
mangue	mangue	41	98	2	0	0,15	0,94	6	4,05	1,67	10
oeuf	œuf	98	54	5	41	368,84	1666,05	11600	370,02	1665,7	11600

Avis de l'Anses
Saisine n° 2018-SA-0166

178	12	14	74	830,99	1995,8	17959	831,53	1995,6	17959
82	37	23	40	861,49	2859,9	22148	862,19	2859,7	22148
3	67	33	0	2,00	3,46	6	5,33	4,04	10
150	89	11	0	0,64	1,86	6	5,61	2,02	10
61	72	28	0	0,69	1,31	6	3,93	1,59	10
26	92	8	0	0,46	1,63	6	3,77	2,01	10
1	100	0	0	0,00		0	3,00		3
14	100	0	0	0,00	0,00	0	3,00	0,00	3
137	91	9	0	0,55	1,71	6	5,44	2,24	10
263	83	17	0	0,64	1,59	6	5,88	1,83	10
46	93	7	0	0,39	1,50	6	4,04	1,99	10
41	37	63	0	0,00	0,00	0	1,10	1,46	3
57	93	7	0	0,42	1,55	6	3,60	1,86	10
496	88	11	0	0,73	2,03	12	4,84	2,36	12
95	29	64	6	1,38	2,02	12	3,50	2,36	12
381	90	10	0	0,56	1,70	6	5,22	2,06	10
32	94	6	0	0,38	1,48	6	4,19	2,01	10
14	100	0	0	0,00	0,00	0	4,71	1,54	6
200	60	32	9	3,19	10,03	66	6,46	9,50	66
244	61	29	10	8,85	37,73	460	12,30	37,07	460
296	67	29	4	3,38	19,30	250	7,83	18,77	250
119	94	6	0	0,24	1,04	6	4,43	2,03	10
128	95	5	0	0,20	0,90	6	4,55	2,14	10
533	77	18	5	0,91	2,25	23,5	5,36	2,35	23,5
126	74	13	13	2,21	7,67	70	5,92	7,14	70
171	71	23	5	1,32	3,00	21,7	5,46	2,87	21,7
41	98	2	0	0,15	0,94	6	4,05	1,67	10
576	42	36	23	75,39	716,69	11600	76,54	716,57	11600

oursin	oursin	15	7	33	60	3,80	7,16	29	4,10	7,02	29
pl1	lait cru	7	43	43	14	1,00	1,00	2	2,66	2,26	5
poisson1	cardinal	776	24	33	43	13,04	39,78	720	14,46	39,43	720
poisson2	vivaneau	1027	12	28	60	18,40	43,01	550	19,52	42,63	550
poisson3	congre	84	18	13	69	19,14	52,54	332	19,52	52,41	332
poisson4	thazard	221	23	29	48	35,15	139,58	1760	36,38	139,32	1760
poisson5	thon	471	57	25	18	3,24	20,21	325	4,18	20,14	325
poisson6	volant	486	14	27	58	21,67	62,41	629	22,38	62,19	629
poisson7	poisson eau douce	95	12	7	81	1448,55	4242,33	30467	1449,2	4242,1	30467
poisson8	poisson élevage	12	83	17	0	0,08	0,19	0,5	0,58	0,19	1
racine1	couscouche	7	100	0	0	0,00	0,00	0	6,00	0,00	6
racine2	igname	280	70	26	4	2,03	8,94	110	6,74	8,35	110
racine3	madère_dachine	448	70	20	10	6,34	27,62	370	11,19	26,67	370
racine4	malanga chou caraïbe	86	51	30	19	9,37	29,32	190	12,86	28,40	190
racine5	manioc	54	52	43	6	2,07	4,38	24,8	4,77	4,38	24,8
racine6	farine de manioc	65	37	51	12	0,86	2,56	12,2	1,78	2,70	12,2
racine7	patate douce	494	78	17	5	2,23	9,57	150	7,32	8,76	150
snack3	chocolat	9	0	100	0	0,17	0,00	0,16	0,50	0,00	0,5
viande1	agneau mouton	67	70	10	19	0,56	1,41	10	1,17	1,39	10
viande10	boudin de sang	39	85	8	8	3,47	20,96	131	4,63	20,78	131
viande2	cabri	53	87	6	8	0,41	1,84	13	1,20	1,86	13
viande3	bœuf veau	361	65	7	27	11,89	40,92	466,2	12,41	40,77	466,2
viande4	volailles	210	76	9	15	16,04	82,01	819	16,94	81,85	819
viande5	porc	143	73	8	18	3,09	8,97	46	3,68	8,79	46
viande7	abats	534	19	35	47	117,70	415,74	4520	119,75	415,18	4520

Avis de l'Anses
Saisine n° 2018-SA-0166

16	13	31	56	3,56	6,98	29	3,88	6,84	29
7	43	43	14	1,00	1,00	2	2,66	2,26	5
1573	26	38	37	8,64	29,37	720	9,77	29,13	720
1953	15	31	53	15,91	58,92	1295	16,83	58,72	1295
183	15	23	61	14,12	39,86	332	14,56	39,72	332
416	26	33	41	26,69	116,58	1760	27,66	116,38	1760
1128	50	38	12	2,15	14,53	325	3,06	14,47	325
1082	17	34	49	17,45	55,05	629	18,10	54,86	629
120	10	25	65	1146,98	3816,40	30467	1147,8	3816,1	30467
98	30	63	7	11,22	100,52	996	12,48	100,40	996
8	88	0	13	0,25	0,71	2	5,50	1,41	6
344	65	31	4	1,92	8,10	110	6,49	7,72	110
642	61	28	11	4,84	23,20	370	8,54	22,66	370
94	52	31	17	8,67	28,13	190	12,24	27,24	190
79	44	47	9	1,87	3,66	24,8	3,94	3,83	24,8
65	37	51	12	0,86	2,56	12,2	1,78	2,70	12,2
594	71	24	6	2,32	9,51	150	6,74	8,90	150
9	0	100	0	0,17	0,00	0,16	0,50	0,00	0,5
67	70	10	19	0,56	1,41	10	1,17	1,39	10
39	85	8	8	3,47	20,96	131	4,63	20,78	131
53	87	6	8	0,41	1,84	13	1,20	1,86	13
8253	63	11	26	3,78	13,22	466,2	4,64	13,00	466,2
589	73	21	6	6,02	49,48	819	6,98	49,37	819
586	54	21	24	6,55	44,37	1041	7,44	44,25	1041
981	22	46	32	69,08	312,07	4520	71,25	311,61	4520

Tableau 24: Limites de quantification (en µg kg⁻¹) pour chaque item alimentaire (avant et après intégration des nouvelles données)

code du fréquentiel	denrées	Base de données initiale						Base de données élargie					
		< LOD (%)	LOD ≤x< LOQ (%)	≥ LOQ (%)	LOQ minimum	LOQ médiane	LOQ maximum	< LOD (%)	LOD ≤x< LOQ (%)	≥ LOQ (%)	LOQ minimum	LOQ médiane	LOQ maximum
autre_fec1	banane jaune_plantain	91	9	0	10	10	10	91	9	0	10	10	10
autre_fec2	fruit à pain	67	33	0	10	10	10	67	33	0	10	10	10
autre_fec3	poyo_tinain	6	94	0	5	5	10	6	94	0	5	5	10
avocat	avocat	100	0	0	10	10	10	100	0	0	3	10	10
boi_ch	boissons chaudes	100	0	0	10	10	10	100	0	0	10	10	10
boudin	boudin de poisson	100	0	0	1	1	5	100	0	0	1	1	5
coq3	autre coquillage	22	13	64	0,45	1	15	30	16	54	0,45	1	15
coq4	chatrou encornet seiche	2	81	17	1	5	5	28	61	11	1	3	5
crabe	crabe	34	25	41	0,3	5	15	35	24	41	0,3	5	15
crus3	crabes ciriques	1	8	91	0,3	5	15	3	11	85	0,3	3	15
crus4	langoustes	2	18	80	0,45	5	15	5	17	78	0,45	3	15
crus5	écrevisses ouassous	4	5	91	1	10	10	12	14	74	1	5	10
crus6	crevettes	3	3	94	0,45	10	10	37	23	40	0,45	3	10
fec3	légumes secs	67	33	0	10	10	10	67	33	0	10	10	10
fruit1	ananas	89	11	0	10	10	10	89	11	0	5	10	10
fruit10	fruits pays	61	39	0	5	10	10	72	28	0	3	10	10
fruit12	maracuja pomme liane	92	8	0	10	10	10	92	8	0	3	10	10
fruit14	pomme poire							100	0	0	10	10	10
fruit15	pêche brugnion prune abricot	100	0	0	10	10	10	100	0	0	3	3	10
fruit2	banane fruit	90	10	0	3	10	10	91	9	0	3	10	10
fruit3	melon_pastèque	85	15	0	3	10	10	83	17	0	2	10	10
fruit4	papaye	93	7	0	10	10	10	93	7	0	3	10	10
fruit5	coco	37	63	0	0,01	0,01	10	37	63	0	0,01	0,01	10
fruit8	goyave	92	8	0	10	10	10	93	7	0	3	10	10
fruit9	agrumes	87	13	0	10	10	10	88	11	0	3	10	10
lambi	lambi	14	77	9	0,45	5	7,5	29	64	6	0,45	5	7,5
legume1	aubergine tomate poivron	90	10	0	10	10	10	90	10	0	2	10	10
legume10	gombos	92	8	0	10	10	10	94	6	0	10	10	10

		Base de données initiale					
code du fréquentiel	denrées	< LOD (%)	LOD $\leq x <$ LOQ (%)	\geq LOQ (%)	LOQ minimum	LOQ médiane	LOQ maximum
legume11	haricot vert	100	0	0	10	10	10
legume12	salades herbages	59	32	10	3	10	10
legume13	poireau cive	65	23	12	3	10	10
legume4	betterave carotte navet radis	69	28	4	3	10	10
legume5	choux	97	3	0	3	10	10
legume6	christophine papaye verte	97	3	0	3	10	10
legume7	concombre	84	14	1	3	10	10
legume8	courgette	81	11	9	3	10	10
legume9	giraumon	71	24	5	3	10	10
mangue	mangue	98	2	0	10	10	10
oeuf	œuf	54	5	41	1	5	5
oursin	oursin	7	33	60	0,3	0,3	5
pl1	lait cru	43	43	14	1	5	5
poisson1	cardinal	24	33	43	0,3	5	15
poisson2	vivaneau	12	28	60	0,3	5	15
poisson3	congre	18	13	69	0,5	1	7,5
poisson4	thazard	23	29	48	0,3	1	15
poisson5	thon	57	25	18	0,3	1	15
poisson6	volant	14	27	58	0,3	1	15
poisson7	poisson eau douce	12	7	81	0,5	10	10
poisson8	poisson élevage	83	17	0	1	1	1
racine1	couscouche	100	0	0	10	10	10
racine2	igname	70	26	4	3	10	10
racine3	madère_dachine	70	20	10	3	10	10
racine4	malanga_chou caraibe	51	30	19	3	10	10
racine5	manioc	52	43	6	3	5	10
racine6	farine de manioc	37	51	12	0,5	0,5	10
racine7	patate douce	78	17	5	3	10	10
snack3	chocolat	0	100	0	0,5	0,5	0,5
viande1	agneau mouton	70	10	19	1	1	5

Base de données élargie					
< LOD (%)	LOD $\leq x <$ LOQ (%)	\geq LOQ (%)	LOQ minimum	LOQ médiane	LOQ maximum
100	0	0	10	10	10
60	32	9	2	10	10
61	29	10	2	10	10
67	29	4	2	10	10
94	6	0	2	10	10
95	5	0	2	10	10
77	18	5	2	10	10
74	13	13	2	10	10
71	23	5	2	10	10
98	2	0	10	10	10
42	36	23	0,3	3	5
13	31	56	0,3	0,3	5
43	43	14	1	5	5
26	38	37	0,3	3	15
15	31	53	0,3	3	15
15	23	61	0,5	1	7,5
26	33	41	0,3	1	15
50	38	12	0,3	1	15
17	34	49	0,3	1	15
10	25	65	0,5	10	10
30	63	7	1	3	3
88	0	13	2	10	10
65	31	4	2	10	10
61	28	11	2	10	10
52	31	17	3	10	10
44	47	9	2	3	10
37	51	12	0,5	0,5	10
71	24	6	2	10	10
0	100	0	0,5	0,5	0,5
70	10	19	1	1	5

		Base de données initiale						Base de données élargie					
code du fréquentiel	denrées	< LOD (%)	LOD $\leq x <$ LOQ (%)	\geq LOQ (%)	LOQ minimum	LOQ médiane	LOQ maximum	< LOD (%)	LOD $\leq x <$ LOQ (%)	\geq LOQ (%)	LOQ minimum	LOQ médiane	LOQ maximum
viande10	boudin de sang	85	8	8	1	1	5	85	8	8	1	1	5
viande2	cabri	87	6	8	1	1	5	87	6	8	1	1	5
viande3	bœuf veau	65	7	27	1	1	5	63	11	26	1	3	5
viande4	volailles	76	9	15	1	1	5	73	21	6	1	3	5
viande5	porc	73	8	18	1	1	5	54	21	24	1	3	5
viande7	abats	19	35	47	1	3	10	22	46	32	1	5	10

ANNEXE 4 : CONTRIBUTIONS DES ALIMENTS A L'EXPOSITION

Tableau 25 : Contributions moyennes des couples « groupe d'aliments + circuit d'approvisionnement » à l'exposition alimentaire au chlordécone de la population résidant en Martinique (en surligné figurent les 10 premiers contributeurs).

MARTINIQUE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy ⁵⁴	≥ de la VTR ⁵⁵	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
abats	inconnu	6,0%	0,0%	14,9%	0,1%	9,5%	2,5%	9,5%	0,1%
	autoproduction	0,8%	1,4%	2,7%	6,5%	1,0%	5,1%	3,1%	1,2%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autres féculents	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
autoproduction		0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
bords de route, marchands ambulants		0,1%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%	0,0%
don		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

⁵⁴ Moy : contribution moyenne à l'exposition de l'ensemble de la population

⁵⁵ > VTR : contribution moyenne à l'exposition des individus dépassant la VTR

MARTINIQUE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy ⁵⁴	≥ de la VTR ⁵⁵	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
	gms	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,2%	0,0%	0,7%	0,0%	0,4%	0,0%	0,2%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	inconnu	5,6%	0,1%	1,4%	0,1%	1,9%	0,1%	2,6%	0,1%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
boisson	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%
coquillages	don	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,4%	0,4%	0,0%	0,2%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,8%
	gms	0,8%	0,0%	1,0%	0,0%	1,7%	0,8%	1,9%	0,2%

MARTINIQUE		ENFANTS				ADULTES				
		ZNC		ZC		ZNC		ZC		
Groupe d'aliments	Circuit	Moy ⁵⁴	≥ de la VTR ⁵⁵	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	
	inconnu	0,3%	0,0%	0,1%	0,0%	0,4%	0,1%	0,2%	0,0%	
	autoproduction	0,1%	5,5%	0,0%	0,0%	0,6%	10,7%	0,0%	0,0%	
	bords de route, marchands ambulants	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	1,2%	0,4%	1,1%	0,0%	
	don	4,2%	5,8%	0,5%	0,0%	3,7%	23,9%	1,7%	9,1%	
	crustacés	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,3%	0,0%	0,6%	0,1%	1,1%	2,5%	1,9%	23,7%
		gms	1,4%	0,0%	0,4%	0,0%	5,7%	20,2%	5,1%	6,3%
		gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%
marchés		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	
	inconnu	1,4%	0,0%	0,8%	0,0%	0,5%	0,0%	0,5%	0,0%	
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	féculents	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
		épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
		gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
		gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

MARTINIQUE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy ⁵⁴	≥ de la VTR ⁵⁵	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
fruits	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	inconnu	0,4%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
	autoproduction	0,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,4%	0,0%	0,5%	0,0%	0,3%	0,0%	0,2%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%	0,0%	0,2%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
	gms	0,3%	0,0%	0,2%	0,0%	0,3%	0,0%	0,1%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,6%	0,0%	0,6%	0,0%	0,6%	0,1%	0,2%	0,0%
légumes aériens	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,8%	0,7%	0,6%	1,3%	0,7%	0,1%	1,2%	1,2%
	bords de route, marchands ambulants	0,8%	0,0%	0,3%	0,0%	1,1%	0,0%	1,0%	0,0%
	don	0,3%	0,0%	0,8%	0,1%	0,7%	0,2%	0,8%	0,2%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,1%	0,0%
	gms	2,7%	0,0%	5,0%	0,1%	5,6%	0,3%	5,5%	0,5%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	1,7%	0,0%	1,1%	0,0%	3,0%	0,2%	1,3%	0,0%

MARTINIQUE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy ⁵⁴	≥ de la VTR ⁵⁵	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
Matières grasses	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
œuf	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,9%	75,9%	5,1%	63,7%	0,6%	10,5%	5,4%	38,1%
	bords de route, marchands ambulants	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	5,4%	2,4%	9,8%	4,3%	1,6%	0,1%	4,6%	10,1%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,8%	0,0%	0,1%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

MARTINIQUE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy ⁵⁴	≥ de la VTR ⁵⁵	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
Pains et céréales	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
poisson eau douce	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,2%	2,4%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
poissons	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

MARTINIQUE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy ⁵⁴	≥ de la VTR ⁵⁵	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
	autoproduction	0,2%	5,5%	0,3%	0,0%	0,8%	0,5%	0,8%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	6,8%	0,0%	10,8%	21,7%	10,0%	10,5%	14,1%	0,9%
	don	5,3%	0,8%	1,2%	0,0%	2,6%	1,0%	0,8%	0,1%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	3,3%	0,0%	1,8%	0,3%	2,9%	0,3%	2,4%	0,0%
	gms	22,6%	0,0%	14,4%	0,0%	21,1%	5,9%	15,3%	0,2%
	gros marchés	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	3,5%	0,0%	6,2%	0,0%	2,5%	0,7%	4,2%	2,3%
produits laitiers	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
produits transformés	inconnu	0,7%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

MARTINIQUE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy ⁵⁴	≥ de la VTR ⁵⁵	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
racines et tubercules	inconnu	0,5%	0,1%	0,3%	0,1%	0,7%	0,0%	1,6%	0,2%
	autoproduction	0,8%	0,1%	1,2%	0,0%	0,4%	0,2%	0,8%	0,1%
	bords de route, marchands ambulants	0,4%	0,0%	1,3%	0,1%	0,4%	0,0%	0,5%	0,0%
	don	1,4%	0,0%	1,1%	0,3%	1,3%	0,1%	1,1%	0,2%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
	gms	1,1%	0,0%	0,6%	0,0%	1,8%	0,1%	1,1%	0,2%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
soja	marchés	1,5%	0,0%	2,4%	0,1%	1,2%	0,1%	1,0%	0,3%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
soja	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

MARTINIQUE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy ⁵⁴	≥ de la VTR ⁵⁵	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
viande hors volaille	inconnu	2,8%	0,0%	1,7%	0,0%	0,4%	0,1%	0,5%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,4%	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%	0,0%	0,3%	0,0%
	don	0,7%	0,0%	0,6%	0,0%	0,7%	0,0%	0,2%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	2,3%	0,0%	4,6%	0,0%	1,8%	0,1%	2,1%	0,3%
	gms	0,8%	0,0%	0,3%	0,0%	0,5%	0,0%	0,3%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
volaille	marchés	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,7%	1,2%	0,7%	0,5%	0,8%	0,3%	1,2%	0,7%

MARTINIQUE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy ⁵⁴	≥ de la VTR ⁵⁵	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
	don	0,9%	0,2%	0,0%	0,0%	1,2%	0,1%	0,2%	0,1%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,2%	0,0%	0,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	2,6%	0,0%	1,3%	0,0%	2,5%	0,1%	1,3%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tableau 26 : Contributions moyennes des couples « groupe d'aliments + circuit d'approvisionnement » à l'exposition alimentaire au chlordécone de la population résidant en Guadeloupe (en surlignés figurent les 10 premiers contributeurs).

GUADELOUPE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
abats	inconnu	5,1%	0,1%	4,9%	2,4%	6,9%	0,2%	8,8%	2,0%
	autoproduction	0,3%	9,7%	1,4%	0,2%	0,3%	0,0%	4,6%	20,5%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épiceries, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autres féculents	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
autoproduction		0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,3%	0,0%	0,4%	0,1%
bords de route, marchands ambulants		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
don		1,0%	0,0%	0,4%	0,2%	0,7%	0,1%	0,7%	0,1%
épiceries, primeurs, poissonnerie, boucherie		0,2%	0,1%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%
gms		0,4%	0,1%	0,3%	0,0%	0,3%	0,0%	0,2%	0,0%
gros marchés		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
marchés		0,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,1%	0,0%

GUADELOUPE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
boisson	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	inconnu	3,8%	0,2%	2,8%	0,1%	5,0%	0,1%	3,6%	0,2%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
coquillages	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
	don	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

GUADELOUPE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
crustacés	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,4%	3,7%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	1,4%	26,7%	0,0%	0,2%	2,5%	66,7%	0,8%	8,6%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,2%	13,6%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,1%	0,0%
	gros marchés	0,2%	13,8%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
féculents	inconnu	7,1%	0,6%	4,3%	0,2%	4,5%	0,2%	3,9%	0,2%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
fruits	inconnu	0,9%	0,3%	0,4%	0,0%	0,8%	0,0%	0,6%	0,1%

GUADELOUPE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
	autoproduction	1,5%	0,0%	2,3%	0,0%	1,8%	0,1%	3,3%	1,3%
	bords de route, marchands ambulants	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,4%	0,0%	0,2%	0,0%
	don	1,7%	0,1%	1,1%	0,2%	0,9%	0,1%	2,4%	0,6%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	3,2%	1,3%	1,3%	0,0%	2,1%	0,1%	1,4%	0,1%
	gms	3,2%	1,4%	4,1%	0,0%	3,1%	0,1%	2,4%	0,3%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	1,5%	0,7%	0,1%	0,0%	1,3%	0,1%	0,7%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
légumes aériens	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,4%	0,0%	0,6%	0,0%	3,5%	2,5%	3,6%	2,6%
	bords de route, marchands ambulants	0,3%	0,0%	0,8%	0,1%	1,7%	0,0%	2,2%	0,0%
	don	2,6%	0,2%	1,7%	1,0%	1,6%	0,2%	3,5%	1,3%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	2,2%	1,2%	1,4%	0,0%	3,0%	0,3%	2,1%	0,6%
	gms	5,2%	1,2%	3,6%	0,0%	5,6%	0,1%	3,7%	0,2%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	3,0%	1,7%	1,5%	0,0%	8,0%	3,1%	4,4%	0,5%
petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Matières grasses	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

GUADELOUPE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,3%	0,0%	1,4%	7,0%	0,3%	0,0%	3,0%	19,9%
	bords de route, marchands ambulants	2,6%	0,6%	4,5%	0,0%	0,2%	0,0%	0,6%	0,0%
oeuf	don	5,4%	3,2%	23,0%	80,3%	1,7%	0,8%	10,2%	18,7%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,1%	0,6%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,2%	0,6%	0,2%	0,0%	0,3%	0,0%	0,2%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pains et céréales	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

GUADELOUPE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
poisson eau douce	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	9,4%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
poissons	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	1,7%	0,5%	1,0%	0,1%	1,5%	1,3%	2,0%	5,6%

GUADELOUPE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
	bords de route, marchands ambulants	2,7%	0,0%	4,1%	1,2%	2,5%	0,0%	1,8%	4,1%
	don	5,8%	1,0%	1,9%	0,8%	2,3%	2,6%	1,0%	0,4%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	3,8%	4,9%	0,5%	0,0%	2,3%	4,0%	0,5%	0,0%
	gms	2,6%	4,9%	1,5%	0,1%	3,2%	0,4%	1,1%	0,1%
	gros marchés	1,3%	5,8%	4,2%	0,0%	1,0%	5,1%	0,8%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,2%	0,0%	1,8%	0,0%	0,2%	0,0%	0,9%	0,0%
produits laitiers	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
produits transformés	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	inconnu	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

GUADELOUPE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
racines et tubercules	inconnu	0,3%	0,1%	0,6%	0,0%	0,5%	0,0%	0,4%	0,1%
	autoproduction	1,6%	0,0%	4,7%	0,5%	4,0%	0,1%	5,3%	2,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,2%	0,0%	0,3%	0,0%	0,9%	0,0%	0,5%	0,0%
	don	11,6%	0,7%	3,1%	1,2%	8,1%	0,7%	3,1%	1,3%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	1,3%	0,9%	1,3%	0,0%	2,2%	0,1%	3,2%	1,3%
	gms	1,0%	1,7%	3,5%	0,0%	1,9%	0,0%	1,4%	1,5%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	3,0%	0,7%	0,6%	0,6%	3,0%	0,3%	2,8%	0,0%
petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
soja	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	autoproduction	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	don	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

GUADELOUPE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gms	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
viande hors volaille	inconnu	2,0%	0,1%	1,3%	0,1%	0,6%	0,0%	0,6%	0,2%
	autoproduction	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,4%	0,1%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
	don	1,1%	0,2%	1,3%	0,6%	1,1%	0,3%	0,2%	0,1%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	2,3%	0,0%	1,6%	0,6%	1,3%	0,0%	1,1%	0,1%
	gms	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
volaille	autoproduction	0,3%	0,0%	1,8%	0,0%	1,9%	0,1%	2,4%	1,0%
	bords de route, marchands ambulants	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
	don	1,6%	0,1%	0,7%	2,0%	2,0%	0,4%	1,0%	0,4%
	épicerie, primeurs, poissonnerie, boucherie	0,2%	0,1%	0,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,1%	0,0%
	inconnu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

GUADELOUPE		ENFANTS				ADULTES			
		ZNC		ZC		ZNC		ZC	
Groupe d'aliments	Circuit	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR	Moy	≥ de la VTR
	gms	0,3%	0,0%	0,2%	0,0%	0,3%	0,0%	0,3%	0,0%
	gros marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	marchés	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	petits marchés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Moy : contribution moyenne à l'exposition de l'ensemble de la population
> VTR : contribution moyenne à l'exposition des individus dépassant la VTR.

ANNEXE 5 : ETUDE DE L'IMPACT DE DIFFERENTS LEVIERS SUR LE POURCENTAGE DE DEPASSEMENT DE LA VTR EXTERNE

Tableau 27 : Pourcentages d'individus dépassant la VTR chronique externe (0.17 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹) en fonction de différents cas de figure

Population considérée	Contamination moyenne des œufs issus de l'autoproduction et des dons en ZC (µg/kg)	LB						UB					
		GUADELOUPE			MARTINIQUE			GUADELOUPE			MARTINIQUE		
		ADULTES											
		Pop. totale	ZC	ZNC	Pop. totale	ZC	ZNC	Pop. totale	ZC	ZNC	Pop. totale	ZC	ZNC
Scenario de référence	429	2,2%	7,1%	1,2%	2,7%	3,9%	2,4%	12,2%	15,7%	11,5%	4,7%	5,4%	4,5%
		[1,1-3,3]	[2,8-11,4]	[0,2-2,2]	[1,2-4,2]	[0,8-7,0]	[0,7-4,1]	[9,2-15,1]	[10,1-21,2]	[8,1-14,9]	[2,7-6,7]	[1,8-9,1]	[2,2-6,9]
	20	1,6%	3,4%	1,2%	1,9%	0,9%	2,1%	11,4%	11,8%	11,3%	4,0%	3,0%	4,3%
		[0,6-2,6]	[0-6,8]	[0,2-2,2]	[0,6-3,2]	[0,1-1,8]	[0,5-3,8]	[8,4-14,3]	[7-16,6]	[7,9-14,7]	[2,1-5,9]	[0,2-5,8]	[2-6,5]
Population respectant l'ensemble des 3 recommandations de consommation	429	0,5%	2,0%	0,2%	1,1%	1,8%	0,9%	7,0%	5,3%	7,2%	2,0%	1,9%	2,0%
		[0-0,9]	[0-4,8]	[0-0,5]	[0-2,6]	[0-4,8]	[0-2,6]	[4,5-9,4]	[2-8,7]	[4,4-10,1]	[0,3-3,7]	[0-5,0]	[0-4,0]
	20	0,1%	0,0%	0,2%	0,8%	0,2%	0,9%	6,5%	3,6%	7,0%	2,0%	1,9%	2,0%
		[0-0,4]	[0-0]	[0-0,5]	[0-2,1]	[0-0,6]	[0-2,6]	[4,1-8,9]	[1,6-5,7]	[4,2-9,9]	[0,3-3,7]	[0-5,0]	[0-4,0]
Population respectant l'ensemble des 3 recommandations de consommation et ne consommant pas d'œuf issu de l'autoproduction ou des dons en ZC	429	0,2%	0,0%	0,2%	0,9%	0,2%	1,1%	4,9%	3,9%	5,1%	2,0%	0,4%	2,5%
		[0-0,5]	[0-0]	[0-0,6]	[0-2,5]	[0-0,7]	[0-3,1]	[2,7-7,1]	[1,6-6,3]	[2,5-7,6]	[0,1-4,0]	[0,0-0,9]	[0,1-4,9]
Population ne respectant pas l'ensemble des 3 recommandations de consommation	429	10,0%	21,2%	6,4%	8,2%	9,1%	7,9%	35,9%	44,5%	33,1%	13,8%	14,0%	13,7%
		[5,3-14,8]	[7,3-35,1]	[0,6-12,2]	[3,8-12,7]	[1,4-16,7]	[2,5-13,3]	[25,3-46,6]	[26,2-62,8]	[20,2-46,1]	[7,5-20]	[4,3-23,6]	[6-21]
	20	8,0%	12,9%	6,4%	5,6%	2,8%	6,6%	33,5%	34,6%	33,1%	10,6%	5,6%	12,4%
		[2,6-13,4]	[0,6-25,2]	[0,6-12,2]	[2-9,1]	[0,1-5,4]	[1,8-11,3]	[22,9-44,1]	[18-51,2]	[20,2-46,1]	[5-16,1]	[0-11,7]	[5-19,7]
		ENFANTS											
Scenario de référence	429	4,8%	19,7%	1,8%	2,6%	7,9%	1,2%	9,2%	22,1%	6,5%	3,9%	12,1%	1,7%
		[0,5-9,2]	[0-40]	[0-4]	[0,2-5,0]	[0-16,9]	[0-2,8]	[3,4-14,9]	[2,0-42,2]	[1,4-11,6]	[1,0-6,8]	[0,9-23,2]	[0-3,6]
	20	1,5%	0,3%	1,8%	0,6%	2,8%	0,0%	5,8%	2,6%	6,5%	1,3%	4,1%	0,5%
		[0-3,4]	[0-0,9]	[0-4]	[0-1,5]	[0-7]	[0-0]	[1,6-10,1]	[0-5,3]	[1,4-11,6]	[0-2,6]	[0-9]	[0-1,5]

ANNEXE 6 : DONNEES COMPLEMENTAIRES SUR L'IMPREGNATION DE LA POPULATION ANTILLAISE A D'AUTRES ORGANOCHLORES

Tableau 28 : Synthèse des principales études mesurant les niveaux d'imprégnation (ng g⁻¹ de lipides) en PCB 153, PCB 180 et p,p'-DDE de la population adulte antillaise en comparaison à celles d'autres populations.

	Périodes	Moyenne géométrique ng g ⁻¹ lipides		
		PCB153	PCB180	pp'DDE
INTERNATIONAL				
NHANES US n=1298-1378 h+f ≥ 20 ans	2003- 2004	23.7 (22.3-25.1)	19.0 (17.9-20.1)	268 (217-288)
ECMS Canada n=281 hommes 40-59 ans n=280 hommes 60-79 ans	2007- 2009	23 (20-27) 47 (41-54)	22 (19-26) 47 (41-53)	145 (117-179) 258 (212-313)
FRANCE HEXAGONALE				
ENNS (Fréry et al. 2013) n=386 h+f 18-74 ans n=267 h+f 40-74 ans n=254 femmes n=132 hommes n=119 h+f 18-39 ans n=190 h+f 40-59 ans n=77 h+f 60-74 ans	2006- 2007	113 164 121 105 64 149 202	94 140 91 97 51 129 168	118 154 152 89 78 143 182
GUADELOUPE				
Karuprostate (Emeville et al. 2015) n= 655 hommes 48-77 ans	2004- 2007	134^c (750 ng/L)	115^c (640 ng/L)	320^c (1770 ng/L)
Kannari (Dereumeaux and Saoudi 2018) n=292 h+f 19-88 ans n=187 femmes n=105 hommes n=60 h+f 19-39 ans n=142 h+f 40-59 ans n=90 h+f 60-88 ans	2013- 2014	31 19 28 10 36 99	22 31 33 5 28 85	121 141 97 46 135 304
MARTINIQUE				
Kannari (Dereumeaux and Saoudi 2018) n=450 h+f 19-88 ans n=272 femmes n=178 hommes n=73 h+f 19-39 ans n=215 h+f 40-59 ans n=162 h+f 60-88 ans	2013- 2014	44 42 46 14 51 107	31 28 35 7 41 91	81 102 60 27 83 217

h : hommes; f : femmes; c: calculé à partir des concentrations en µg/L en utilisant les données d'Emeville et al 2015

Tableau 29 : Distribution des concentrations d'imprégnation par le p,p'-DDE en Guadeloupe /Etude Kannari 2013-2014 et en Métropole/ENNS 2006-2007. Ratio des concentrations d'imprégnation pour les tranches d'âge 40-59 et > 60 ans

p,p'-DDE	MG		P50		P75		P95	
	ngg lip	ng/L	ng/g lip	ng/L	ng/g lip	ng/L	ng/g lip	ng/L
Guadeloupe 2013-2014 Kannari								
N=292 h+f	121	646	104	570	336	1935	1533	7205
40-59 ans	135	750	133	699	268	1594	986	4902
60-88 ans	304	1712	336	1879	696	3910	2369	12309
∑ femmes	141	761	148	772	442	2437	1626	8278
∑ hommes	97	516	77	445	248	1339	1106	5298
Martinique 2013-2014 Kannari								
N=450 h+f	81	440	83	427	203	1121	596	3312
40-59 ans	83	451	80	466	138	744	344	1866
60-88 ans	217	1268	236	1438	400	2322	919	5609
∑ femmes	102	556	100	546	229	1390	761	4203
∑ hommes	60	328	63	320	154	819	397	2259
Métropole 2006-2007 ENNS								
N= 386 h+f	118	760	104	699	214	1411	729	4932
40-59 ans	143	985	125	888	270	1791	922	5676
60-88 ans	182	1254	181	1177	280	1987	790	5318
∑ femmes	152	1003	146	899	281	2066	790	5564
∑ hommes	89	560	86	558	144	924	657	3825
Ratio [Guadeloupe]/[Métropole]								
40-59 ans	0,9	0,8	1,1	0,8	1	0,9	1	0,86
60-88 ans	1,7	1,4	1,85	1,6	2,5	2	3	2,3
Ratio [Martinique]/[Métropole]								
40-59 ans	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3
60-88 ans	1,2	1,0	1,3	1,2	1,4	1,2	1,15	1,0

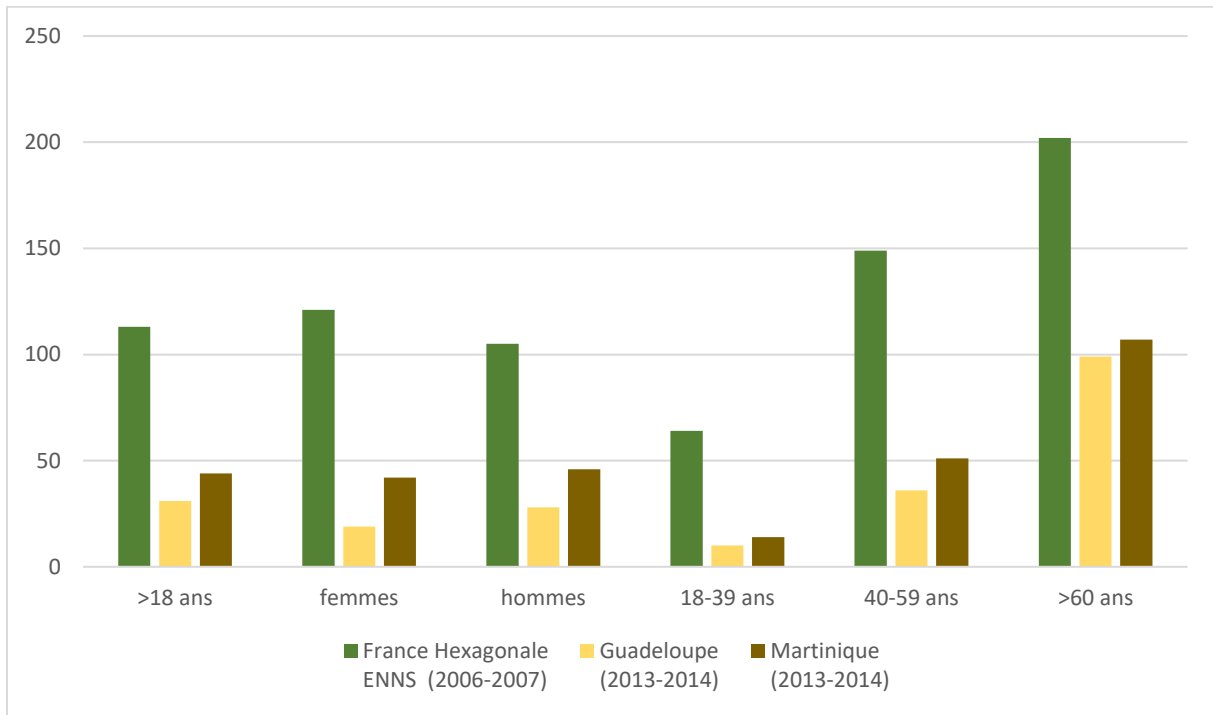


Figure 7 : Niveaux d'imprégnations en PCB 153 aux Antilles et en France hexagonale des adultes de plus de 18 ans (en ng g⁻¹ de lipides)

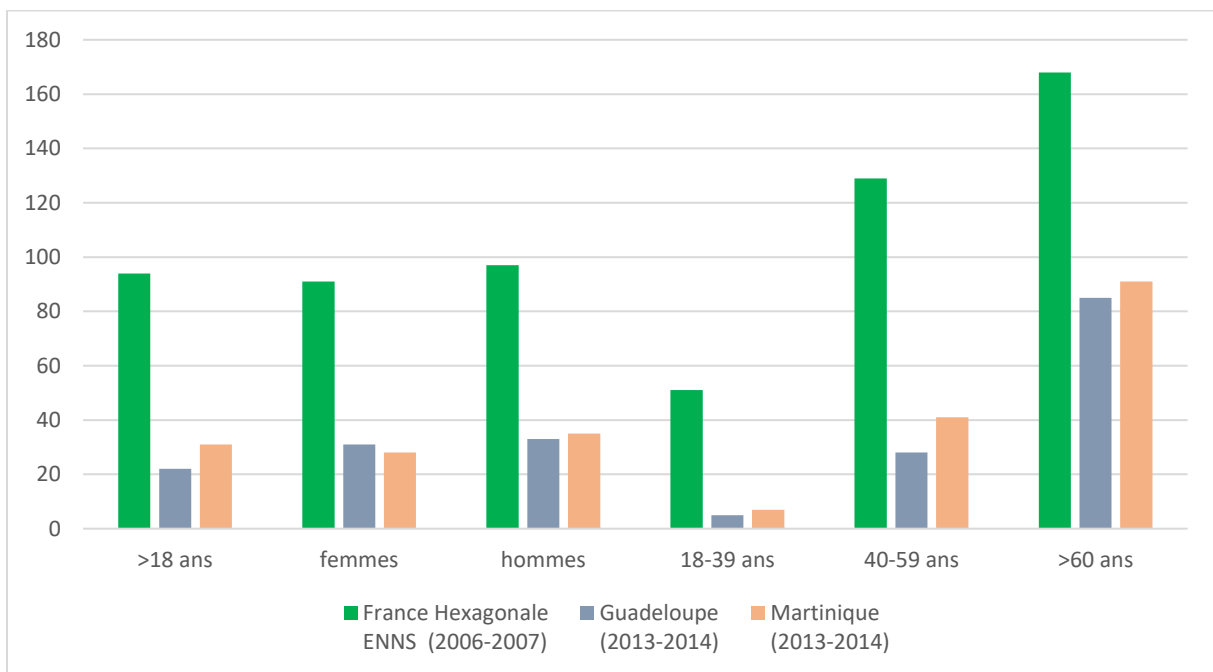


Figure 8 : Niveaux d'imprégnations en PCB 180 aux Antilles et en France hexagonale des adultes de plus de 18 ans (en ng g⁻¹ de lipides)

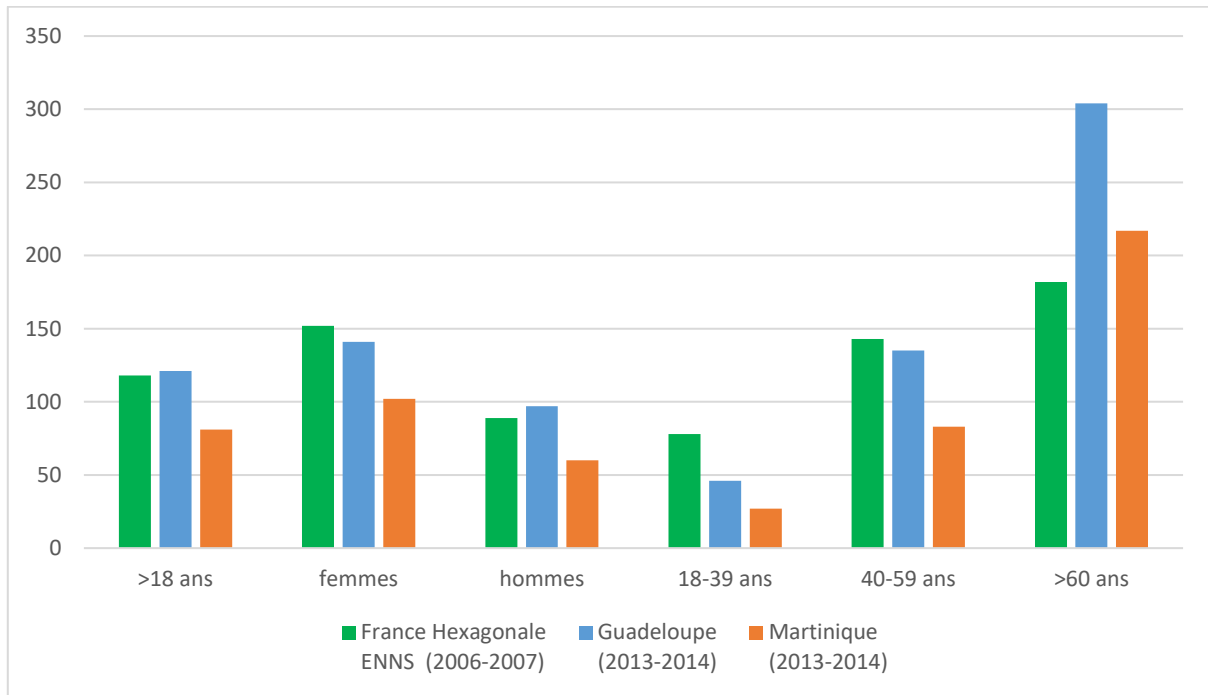


Figure 9 : Niveaux d'imprégnations en p,p'-DDE aux Antilles et en France hexagonale des adultes de plus de 18 ans (en ng g⁻¹ de lipides)

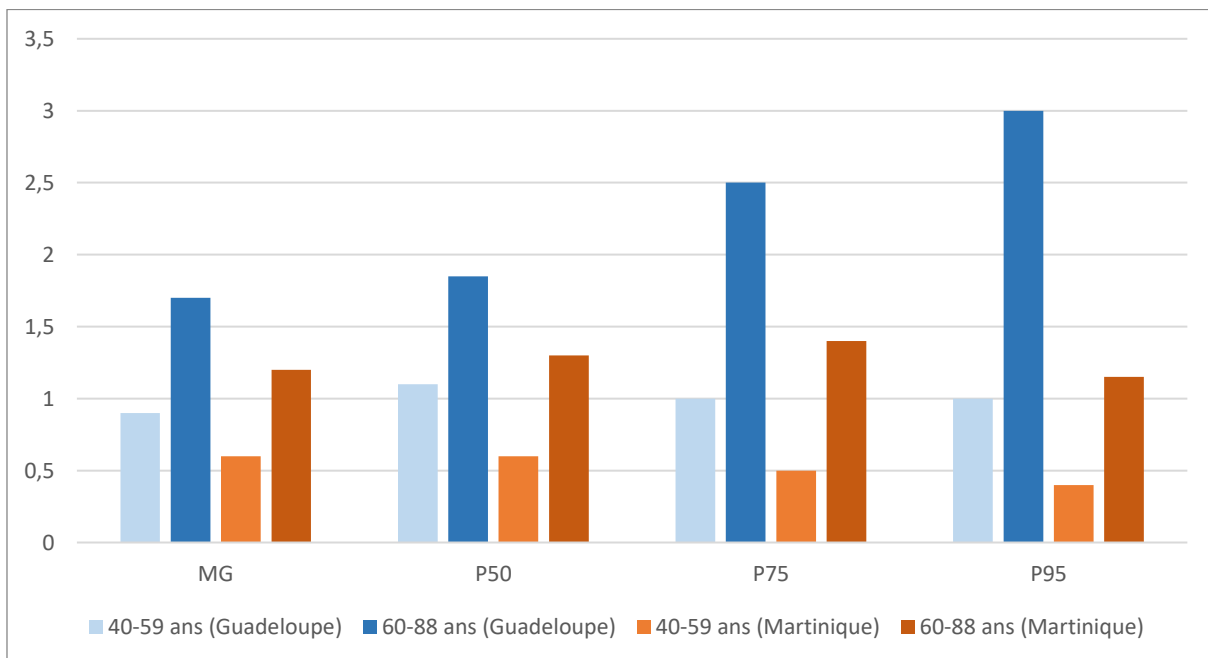


Figure 10 : Ratio des imprégnations en p,p' DDE chez les individus de plus de 40 ans entre la Guadeloupe et la Martinique et la France Hexagonale (ng g⁻¹ de lipides)

Tableau 30 : Risque de cancer de la prostate en Guadeloupe liée à l'exposition au Chlordécone et/ou au DDE : odd ratio (OR) et intervalle de confiance à 95% (95%CI) dans Multigner et al (2010) et Emeville et al (2015)

OR (95% CI)						
	Multigner et al 2010 DDE et PCB non pris en compte	Modèle non ajusté par rapport aux autres organochlorés	Emeville et al 2015			
			Ajustement du modèle à			
			DDE	PCB153	DDE + PCB153	PCB 153 + chlordécone
Chlordécone						
≥ 0,96 µg/ L ⁻¹ ^a	1,77 (1,21 - 2,58)					
≥ 1,03 µg/ L ⁻¹ / 1 µg/L ^b		1,65 (1,09 – 2,48) ^d	1,64 (1,09 – 2,47) ^d	1,70 (1,12- 2,56) ^d	non calculé	
p,p'-DDE						
≥ 5,19 µg/ L ⁻¹ ^c				1,53 (1,02 – 2,30) ^f 1,73 (1,08-2,78) ^e		1,51 (1,01 – 2,27) ^f

^a 3ème tertile (LD 0.25 µg/ L⁻¹) ; ^b 5ème quintile (LD 0.06 µg/ L⁻¹) ; ^c 5ème quintile

^d adjusted for age, waist-to-hip-ratio, PSA screening history, and total plasma lipid concentrations.

Missing values were imputed using a multiple imputation by chained equation (MICE) approach in five data sets;

^e adjusted for age, waist-to-hip ratio, type 2 diabetes, alcohol, total plasma lipid concentration and PCB153. Missing values were imputed using a multiple imputation by chained equation (MICE) approach in five data sets.

^f adjusted for age, waist-to-hip ratio, type 2 diabetes, alcohol, total plasma lipid concentration, PCB153 and restricted to control and cases with complete datasets