



anses

ChlorExpo

Étude affinée de l'exposition alimentaire de la population des Antilles au chlordécone

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Juin 2026

La directrice générale

Maisons-Alfort, le 02 juin 2026

AVIS¹
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire
de l'alimentation, de l'environnement et du travail
relatif à « ChlorExpo - Etude affinée de l'exposition alimentaire
de la population des Antilles au 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 la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux, l'évaluation des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des aliments et, en évaluant l'impact des produits réglementés, la protection de l'environnement.

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'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été saisie en janvier 2021 par la Direction Générale de la Santé pour la réalisation de l'étude ChlorExpo, étude affinée de l'exposition alimentaire de la population des Antilles au chlordécone en prenant en compte l'effet de la préparation et de la cuisson des aliments.

Cet avis résume les résultats des travaux réalisés en réponse à cette saisine. Le détail de l'étude et de ses résultats est présenté dans le rapport joint à cet avis.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

Le chlordécone est un pesticide organochloré utilisé pour lutter contre le charançon dans les bananeraies des Antilles françaises jusqu'en 1993. En raison de sa forte persistance dans l'environnement, il pollue encore aujourd'hui les sols et les eaux douces et marines, et contamine les productions agricoles végétales et animales et les produits de la pêche. Substance toxique pour l'humain, le chlordécone est classé cancérogène possible chez l'Homme par le Centre international de recherche sur le cancer (IARC 1979), cancérogène

¹ Annule et remplace l'avis du 13/05/2026. Voir en annexe 1 les modifications effectuées.

suspecté (H351, cancérogène de groupe 2) au sens du règlement CLP², et perturbateur endocrinien potentiel (Anses 2021a)³. Des études expérimentales et épidémiologiques ont rapporté des effets néfastes sur le système nerveux et le système hormonal (Multigner et al. 2018) et l'Anses a conclu à une probable relation causale entre le cancer de la prostate et l'exposition aux pesticides en général, et au chlordécone en particulier (Anses 2021b).

Pour la population générale, la principale voie d'exposition des populations vivant aux Antilles est la voie alimentaire (Afssa 2003, 2005). Dès 2003, l'objectif de réduire l'exposition alimentaire des habitants de Guadeloupe et de Martinique s'est imposé avec la mise en place de mesures de gestion⁴ parmi lesquelles l'instauration de limites maximales de résidus (LMR), le déploiement de contrôles de la conformité des denrées sur le terrain, la diffusion de recommandations de consommation alimentaire (origine des denrées, fréquences de consommation...) et l'accompagnement des agriculteurs et des pêcheurs pour assurer la qualité de leurs productions.

Depuis le début des années 2000, l'Afssa puis l'Anses ont rendu plusieurs avis et rapports en lien avec l'exposition alimentaire au chlordécone dans les Antilles françaises : proposition de LMR dans les denrées, évaluation de l'exposition de la population au chlordécone *via* l'alimentation, élaboration de valeurs toxicologiques de référence (VTR) (Afssa 2003, 2007; Anses 2021c) et évaluations du risque sanitaire (Anses 2017c ; Anses 2022). Ces études ont mis en évidence certaines catégories de populations surexposées (pêcheurs par exemple) et ont permis d'identifier les aliments les plus contributeurs à l'exposition au chlordécone, du fait de leur niveau élevé de contamination et/ou de consommation. Ces études, basées sur l'analyse de la contamination de denrées alimentaires crues prélevées sur le terrain ou dans les commerces, n'ont pas pris en compte les effets potentiels de la préparation et de la cuisson des aliments. Or certains modes de cuisson pourraient avoir un impact sur la dégradation du chlordécone dans des aliments, en particulier pour les produits carnés (Martin et al. 2020). Enfin, les données ayant permis d'élaborer les premières recommandations de consommation alimentaire datant d'avant 2014, il est apparu nécessaire de les actualiser pour permettre une nouvelle évaluation de l'exposition alimentaire au chlordécone aux Antilles.

Ces différents éléments ont conduit à la mise en place de l'étude ChlorExpo en 2021. Celle-ci vise à affiner l'estimation de l'exposition alimentaire au chlordécone de la population de Guadeloupe et Martinique, en prenant mieux en compte certaines habitudes alimentaires de la population, à savoir les circuits d'approvisionnement et les pratiques de préparation et de cuisson des aliments, et en se basant sur des données de contamination récentes. La méthodologie de ChlorExpo intègre des éléments des précédentes études d'exposition au chlordécone, en termes d'aliments vecteurs et de prise en compte de pratiques alimentaires informelles telles que l'autoproduction. Par ailleurs, elle fait appel à de nouvelles données sur les pratiques d'approvisionnement et de préparation et cuisson des aliments. Enfin, ChlorExpo s'inspire de la méthode des études de l'alimentation totale (EAT), régulièrement menées par l'Anses, pour la collecte, la préparation et la cuisson des aliments « tels que consommés » par la population. Cette nouvelle étude ChlorExpo a également comme objectif d'estimer, pour la première fois, l'exposition alimentaire au chlordécol, un des principaux métabolites du chlordécone.

² Règlement (CE) n°1272/2008 – Classification, emballage et étiquetage des substances chimiques et des mélanges (CLP, pour *Classification, Labelling, Packaging*)

³ effets uniquement observés *in vitro* sur des cellules humaines.

⁴ notamment déployées dans le cadre des plans d'action nationaux successifs Chlordécone I (2008-2010), II (2011-2013), III (2014-2020) et IV (2021-2027).

L'objet de la saisine est de :

- collecter de nouvelles données de teneur en chlordécone et produire des données de teneur en chlordécol dans les aliments consommés aux Antilles identifiés comme vecteurs du chlordécone ;
- estimer les expositions alimentaires chroniques de la population des Antilles, après combinaison de ces nouvelles données de contamination avec les données de consommations de l'étude Kannari (Anses 2017) ;
- identifier les principaux aliments vecteurs de l'exposition alimentaire au chlordécone et au chlordécol ;
- déterminer l'effet de la préparation et de la cuisson des aliments sur l'exposition alimentaire au chlordécone et au chlordécol et proposer, si possible, des recommandations sur les modes de préparation et cuisson pour réduire l'exposition.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Janvier 2024) ».

Elle a été coordonnée par l'Unité Méthodologie et Etudes (UME) au sein de la Direction de l'Evaluation des Risques (DER) de l'Anses.

L'Anses a confié au groupe de travail (GT) « ChlorExpo », rattaché au Comité d'experts spécialisés (CES) « Evaluation des risques physico-chimiques dans les aliments » (ERCA), l'instruction de cette saisine.

Les missions du GT étaient d'accompagner l'équipe projet dans la réflexion globale sur la mise en œuvre d'une étude affinée de l'exposition de la population des Antilles à la chlordécone, et plus particulièrement de contribuer à la rédaction des cahiers des charges pour l'enquête sur les préparations et cuissons, et pour le plan d'échantillonnage des aliments tels que consommés, de faire l'évaluation des résultats d'analyse des échantillons en laboratoire et, enfin, d'aider à l'élaboration de la méthode d'évaluation de l'exposition pour une estimation affinée de l'exposition à la chlordécone aux Antilles.

Les travaux d'expertise du GT ChlorExpo ont été régulièrement présentés et soumis au CES ERCA entre 2021 et 2026, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques. Le rapport d'expertise produit par le GT ChlorExpo et ses recommandations ont été validés par le CES ERCA le 12 février 2026. Ces travaux sont ainsi issus de collectifs d'experts aux compétences complémentaires.

Sur la base de ces travaux d'expertise relatifs à l'évaluation des expositions alimentaires au chlordécone pour les populations de Guadeloupe et de Martinique, l'Anses a rédigé le présent avis, lequel ne présente pas d'évaluation des risques. Les résultats de ces travaux seront prochainement mobilisés pour une mise à jour de l'expertise en évaluation de risques sanitaires réalisée en 2022 (Anses 2022).

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/>. Un lien d'intérêt a été identifié pour un expert. Cet expert n'a pas participé à l'expertise du chapitre concerné dans ce rapport.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU GT ET DU CES

L'étude ChlorExpo a fait l'objet d'un rapport d'expertise hors évaluation de risques (Anses 2026) dont la méthodologie et les résultats sont résumés ci-dessous. Les conclusions tirées de cette étude par le GT « ChlorExpo » et le CES ERCA sont ensuite présentées.

3.1. Méthode

3.1.1. Choix des substances

Le choix des substances s'est porté sur le **chlordécone** ($C_{10}Cl_{10}O$), une molécule organochlorée, et le **chlordécol** ($C_{10}H_2Cl_{10}O$), un des métabolites du chlordécone et l'une des seules molécules actuellement dosée en routine avec le chlordécone et dont la cytotoxicité est suggérée dans des travaux récents (Baratzhanova et al. 2025).

3.1.2. Données de consommation

Les données de consommation utilisées pour calculer l'exposition alimentaire proviennent de l'enquête de terrain réalisée en 2013-2014 dans le cadre du projet Kannari (Anses 2017; Castetbon, Ramalli, et al. 2016; Castetbon, Vaidie, et al. 2016). L'étude Kannari a porté sur 258 enfants (d'âge compris entre 3 et 15 ans) et 849 adultes (individus de 16 ans et plus) en Guadeloupe, et 226 enfants et 876 adultes en Martinique.

Les questionnaires portant spécifiquement sur les consommations alimentaires étaient un questionnaire de fréquence de consommation alimentaire (FFQ), pour déterminer les fréquences moyennes de consommation sur les 12 mois précédents l'enquête, et un questionnaire d'approvisionnement pour déterminer les habitudes d'approvisionnement des individus. En complément, deux rappels de 24 heures (R24) ont été réalisés sur deux jours non-consécutifs par entretien téléphonique auprès des participants de 11 ans et plus afin de renseigner l'ensemble des aliments et les quantités consommées (à domicile et hors domicile) la veille de l'appel téléphonique. La quantité journalière consommée par individu et par aliment a été déterminée par combinaison des données du FFQ et des R24.

3.1.3. Echantillonnage alimentaire

L'échantillonnage alimentaire réalisé dans le cadre de l'étude ChlorExpo a consisté en la collecte d'aliments issus de différents points de vente ou lieux d'autoproduction (production du jardin familial ou pêche de loisir), puis de leur préparation et de leur cuisson. Il repose sur un plan d'échantillonnage combinant les aliments les plus contributeurs à l'exposition au chlordécone et les pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments.

- Enquête sur les pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments

En préalable à l'échantillonnage alimentaire, afin d'être le plus représentatif possible des pratiques actuelles des populations de Guadeloupe et Martinique en termes

d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments, une enquête a été menée par IPSOS Antilles entre juillet et octobre 2021. Celle-ci a été réalisée auprès de 751 ménages de Martinique et 753 ménages de Guadeloupe. Elle avait pour objectif de recueillir les informations sur les types (achat, autoproduction, don) et les lieux d'approvisionnement des aliments, leur origine (locale ou importée) ainsi que sur leurs modes de préparation et de cuisson.

Une liste d'aliments à intégrer dans cette enquête a été établie sur la base de l'enquête de consommation Kannari (Anses 2017c), retravaillée par le GT « ChlorExpo ». Dans une démarche volontairement large, les aliments retenus sont ceux contribuant à au moins 1% de l'exposition totale dans Kannari, quelle que soit l'hypothèse de traitement de la censure considérée (hypothèses haute et basse). La liste des aliments intégrés dans l'enquête pour ChlorExpo comportait ainsi 59 aliments.

► Liste des aliments à prélever

La liste des aliments à prélever pour le plan d'échantillonnage a été élaborée en concertation avec le GT « ChlorExpo » à partir de la liste des 59 aliments retenus pour l'enquête sur les pratiques d'approvisionnement, en écartant les aliments dont le niveau de contamination a toujours été inférieur à la limite de quantification dans les analyses existantes. Certains aliments largement consommés ont été maintenus ou ajoutés à dire d'experts, afin de confirmer leur faible ou leur absence de contamination. Au final, 45 items alimentaires constitués d'un ou de plusieurs aliments ont été retenus dans le plan d'échantillonnage. Cette liste est fournie en Annexe 2.

► Définition des circuits d'approvisionnement

Trois circuits d'approvisionnement ont été définis pour établir le plan d'échantillonnage. Le circuit formel (CF), correspondant aux commerces sujets à des contrôles sanitaires réguliers par les services de l'État, inclut les hyper ou supermarchés, les commerces de proximité, la vente directe auprès d'agriculteurs et pêcheurs, les marchés et étals professionnels. Le circuit informel (CI) correspond aux autres sources d'approvisionnement possibles : stands de bords de route, vendeurs ambulants, autoproduction (ex. jardins familiaux) et pêche de loisir. Afin de tenir compte de la variabilité potentielle de la contamination des aliments en fonction du lieu de production ou de prélèvement dans le CI (et *a priori* hors contrôles sanitaires), deux types de CI sont considérés : le CI en zone réputée contaminée (CI-ZC) et le CI en zone réputée non contaminée (CI-ZNC). Les communes sont classées en CI-ZC ou CI-ZNC différemment en fonction du type de denrées. Pour les denrées terrestres, les communes sont classées selon la localisation des parcelles bananières⁵ et des données récentes de contamination des sols⁶. Pour les produits de la pêche, la classification des communes est réalisée en tenant compte des zones d'interdiction de pêche en mer ou en rivière. Ainsi, les communes adjacentes aux zones d'interdiction en mer ou traversées par une rivière faisant l'objet d'une interdiction sont classées en CI-ZC et les autres en CI-ZNC.

► Constitution des échantillons finaux

S'agissant d'une étude d'exposition alimentaire chronique, la méthode utilisée pour constituer les échantillons finaux à analyser en laboratoire est inspirée de celle des EAT (EFSA et FAO 2011). Pour chacun des trois circuits d'approvisionnement, les aliments sont prélevés dans les différents lieux et selon les différents modes d'approvisionnement définis par le plan

⁵ Pendant la période d'autorisation du chlordécone.

⁶ portails d'information géographique [KaruGéo](#) (Guadeloupe) et [GéoMartinique](#).

d'échantillonnage, puis préparés tel qu'illustré dans la Figure 1. *In fine*, l'échantillonnage produit, pour chacun des 45 items alimentaires et chacun des trois circuits d'approvisionnement, un échantillon final pour chaque type de préparation crue et/ou cuite, à l'exception des œufs en CI-ZC pour lesquels 8 échantillons finaux ont été produits pour chaque mode de cuisson, en raison d'une variabilité importante de leur contamination en chlordécone observée dans les précédentes études (Anses 2017c; 2022b).

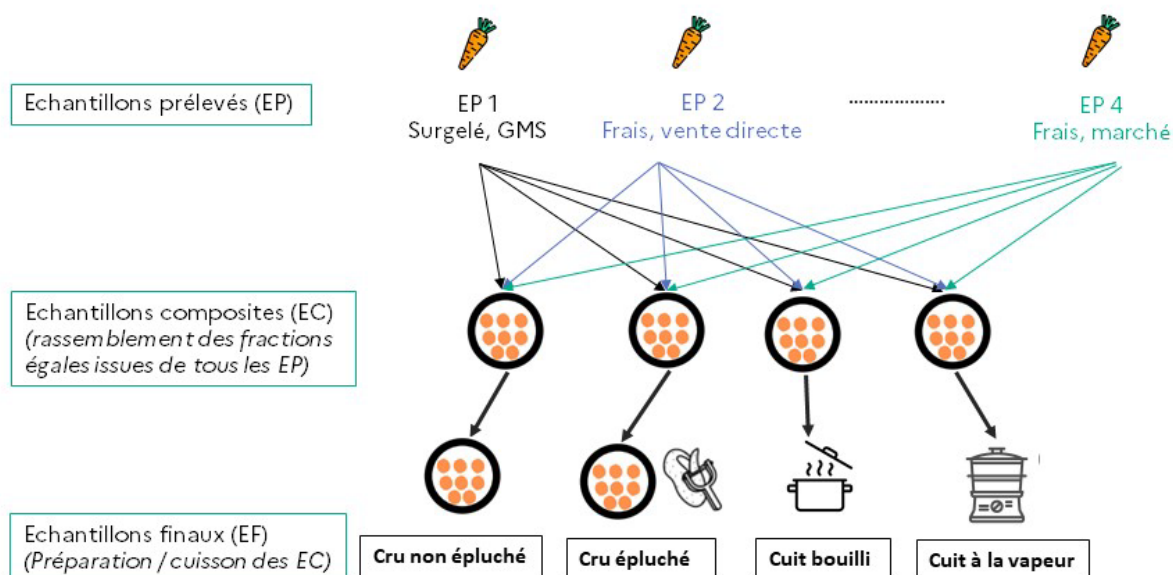


Figure 1 : Schéma de constitution des échantillons finaux (exemple de la carotte en circuit formel en Guadeloupe)

La variabilité inter-aliment étant plus élevée en CI qu'en CF d'après les données historiques, le nombre de prélèvements est adapté en conséquence. Pour le CF, ce nombre a été fixé à 4. Pour le CI, il est fixé à l'identique en CI-ZC et CI-ZNC, entre 4 et 8 en fonction du nombre d'échantillons finaux et de la variabilité dans les concentrations en chlordécone observée dans les précédentes études.

Pour chaque item alimentaire, le nombre total de prélèvements a été réparti selon les pratiques d'approvisionnement de la population en tenant compte des lieux d'achat, de l'origine des produits et de leur mode de conservation. Puis, une commune a été attribuée à chaque prélèvement par tirage au sort.

Les aliments sont préparés selon les modalités usuelles de temps et de température de cuisson. Sous l'hypothèse que la chaleur est le principal facteur pouvant influencer sur la teneur en chlordécone dans l'aliment lors de la cuisson, il a été décidé, pour des raisons d'efficacité, de faire des cuissons sans adjonction d'épices ou de marinade.

Les modes de cuissons peu utilisés par la population (inférieurs à 15%, par exemple la cuisson au four à micro-ondes) n'ont pas été pris en compte lors de l'échantillonnage et de la préparation des échantillons finaux.

L'eau du robinet au laboratoire du prestataire réalisant l'échantillonnage a été utilisée dans les cuissons nécessitant de l'eau. Seules les parties comestibles des aliments ont été retenues dans l'échantillon final.

► Analyse des échantillons

Le laboratoire national de référence (LNR) pour les pesticides monorésidus du Laboratoire de sécurité des aliments (LSAL) de l'Anses a réalisé l'analyse des échantillons de l'étude ChlorExpo, en développant en particulier une méthode spécifique visant à atteindre la limite de quantification ciblée pour le chlordécone fixée à 0,8 µg/kg PF.

La détermination des teneurs en chlordécone et en chlordécol repose sur une méthode analytique adaptée du protocole de la norme QuEChERS (*Quick, Easy, Cheap, Efficient, Rugged and Safe*)⁷ avec un dosage par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse (LC-MS/MS). La méthode a été validée selon les référentiels du guide SANTE⁸ et du guide technique d'accréditation LAB-GTA-26⁹. Les matrices utilisées pour les essais de validation couvrent les différentes catégories d'aliments étudiés pour ChlorExpo, « cru » ou « cuit ». En cas de dépassement de la limite haute du domaine de validité, une nouvelle analyse de l'échantillon a été effectuée pour confirmation. Les concentrations utilisées pour le calcul des expositions proviennent des résultats par dilution isotopique.

La limite de quantification correspond à la plus faible concentration pour laquelle la méthode analytique est capable de donner une valeur quantifiée avec précision et exactitude, et la limite de détection, fixée au 1/3 de la limite de quantification, à la plus faible concentration que la méthode analytique est capable de détecter (mais pas de quantifier).

3.1.4. Calcul d'exposition

Les calculs d'expositions et de contributions des aliments à l'exposition intègrent le plan de sondage de l'étude Kannari (Anses, 2017) et donc les pondérations individuelles permettant d'assurer la représentativité de l'échantillon des individus enquêtés dans Kannari. Ils reposent sur les pratiques d'approvisionnement relevées lors de cette étude. Les résultats de l'enquête sur les pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments menée dans le cadre de ChlorExpo ont servi uniquement à l'élaboration du plan d'échantillonnage des aliments afin de recueillir les données les plus représentatives de la contamination des aliments tels que consommés selon les pratiques actuelles.

► Traitements préliminaires des données de contaminations

Les aliments analysés dans l'étude ChlorExpo ne correspondent pas exactement à ceux du FFQ de l'étude Kannari utilisé pour calculer les expositions. Lorsque les nomenclatures divergent, une correspondance a été établie afin d'attribuer une valeur de contamination à chaque aliment du FFQ.

Pour environ 15 % des quantités consommées en moyenne, pour les deux régions, l'information sur le circuit d'approvisionnement de l'aliment consommé n'est pas disponible dans les données issues de l'enquête Kannari. Afin d'intégrer ces consommations au calcul d'exposition, pour chacune des régions, un circuit d'approvisionnement a été imputé par tirage aléatoire selon une loi de probabilité discrète fondée sur les habitudes d'approvisionnement, à l'échelle individuelle si possible, sinon à l'échelle populationnelle, et la contamination propre au circuit imputé a été affectée à la consommation.

⁷ NF EN 15662 Aliments d'origine végétale - Multiméthode de détermination des résidus de pesticides par analyse CG et CL après extraction/partition avec de l'acétonitrile et purification par SPE dispersive - Méthode modulaire QuEChERS

⁸ https://www.eurl-pesticides.eu/userfiles/file/EurlALL/SANTE_11312_2021.pdf

⁹ <https://tools.cofrac.fr/documentation/lab-gta-26>

La contamination en chlordécone affectée à l'eau de boisson dans le calcul de l'exposition est déterminée à partir de la base de données SISE-EAUX. Pour chaque région, la contamination moyenne des eaux prélevées en 2022 en sortie d'usine de traitement a été utilisée pour l'eau du robinet et l'eau embouteillée locale, et celle des eaux prélevées au niveau des captages pour l'eau de source de bord de route.

► Evaluation de l'exposition alimentaire

L'exposition alimentaire au chlordécone est évaluée séparément pour les adultes et les enfants habitant en Guadeloupe ou en Martinique.

Deux types de tests statistiques (un test paramétrique basé sur un modèle linéaire généralisé et un test non-paramétrique de type rangs signés de Wilcoxon) ont été réalisés pour évaluer l'existence d'un éventuel effet de la cuisson sur la contamination des aliments en comparant la contamination de l'échantillon final cuit à celle de l'échantillon final cru pour chaque item alimentaire consommé cuit.

L'estimation de l'exposition alimentaire au chlordécone repose sur une démarche probabiliste permettant d'évaluer l'incertitude attachée au calcul d'exposition. Pour une région, un circuit d'approvisionnement et un aliment donnés, une loi de probabilité log-normale est ajustée sur les données observées de contamination de l'aliment tel que consommé selon les pratiques de consommation les plus courantes de la population.

Pour chaque individu, 1000 tirages par *région x circuit x aliment* sont réalisés pour prendre en compte les incertitudes associées aux circuits d'approvisionnements manquants et aux données de contamination.

Pour le $t^{\text{ième}}$ tirage ($t = 1, \dots, 1000$), l'exposition d'un individu est définie par :

$$E_{it} = \frac{1}{W_i} \sum_j C_{ij} \times \sum_k R_{ijk} \times Q_{ijkt}$$

avec :

E_{it} : l'exposition totale de l'individu i selon le $t^{\text{ième}}$ tirage ($\mu\text{g/kg pc/j}$)

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

C_{ij} : la consommation journalière moyenne de l'aliment j par l'individu i (kg/j)

R_{ijk} : la proportion de consommation journalière de l'aliment j issu du circuit d'approvisionnement k par l'individu i

Q_{ijkt} : le $t^{\text{ième}}$ tirage de la contamination moyenne ($\mu\text{g/kg}$) pour l'individu i de l'aliment j dans le circuit d'approvisionnement k selon sa loi de probabilité.

A chaque tirage, les caractéristiques (moyenne et percentiles) de la distribution de l'exposition de la population considérée sont calculées, puis, à partir des 1000 valeurs générées de ces statistiques, la moyenne et l'intervalle de confiance à 95%¹⁰ de chacune de ces caractéristiques (moyenne et percentiles) sont estimées, tenant ainsi compte des incertitudes des niveaux de contamination.

Une analyse descriptive des données a également été réalisée sur des sous-populations en fonction du circuit et de la zone d'approvisionnement. Ainsi, la sous-population des individus s'approvisionnant le plus en CF est définie par les 50% d'individus ayant la proportion

¹⁰ La borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95% est déterminée par le percentile P2,5 et la borne supérieure par le percentile P97,5, obtenus sur les 1000 valeurs.

d'approvisionnement la plus élevée dans ce circuit. De manière symétrique, l'autre moitié de la population forme la sous-population s'approvisionnant le plus en CI. Les deux sous-populations sont disjointes. Les sous-populations s'approvisionnant le plus en zone réputée contaminée du CI et le plus en zone réputée non contaminée du CI sont construites sur le même principe. Un modèle de régression log-linéaire est ensuite utilisé pour quantifier l'effet de la proportion d'approvisionnement en CF sur l'exposition des individus. Une variante de ce modèle linéaire est ensuite utilisée pour quantifier l'effet de la proportion d'approvisionnement en CI-ZC sur l'exposition par rapport à l'approvisionnement en CI-ZNC. Un test non-paramétrique de Spearman est réalisé pour confirmer les résultats.

► Contribution des aliments à l'exposition totale

Pour le $t^{\text{ième}}$ tirage ($t = 1, \dots, 1000$), la contribution d'un aliment à l'exposition moyenne de la population est définie par :

$$T_{jt} = \sum_k \frac{\sum_i E_{ijkt}}{\sum_i E_{it}} \times 100$$

avec :

T_{jt} : contribution de l'exposition provenant de l'aliment j à l'exposition totale de la population selon le $t^{\text{ième}}$ tirage (en %).

E_{ijkt} : l'exposition de l'individu i provenant de l'aliment j issu du circuit d'approvisionnement k selon le $t^{\text{ième}}$ tirage ($\mu\text{g/kg pc/j}$)

E_{it} : l'exposition totale de l'individu i selon le $t^{\text{ième}}$ tirage (en $\mu\text{g/kg pc/j}$).

Pour un tirage aléatoire donné, les contributions à l'exposition calculées par aliment fournissent la distribution de la contribution de chaque aliment pour la population considérée. Les 1000 valeurs générées par aliment permettent de calculer la contribution moyenne de l'aliment pour la population entière ou pour des sous-populations d'intérêt (ex. les 25% des individus les plus exposés).

3.2. Résultats

Les résultats détaillés sont présentés dans le rapport d'expertise accompagnant cet avis (Anses 2026).

3.2.1. Echantillonnage alimentaire

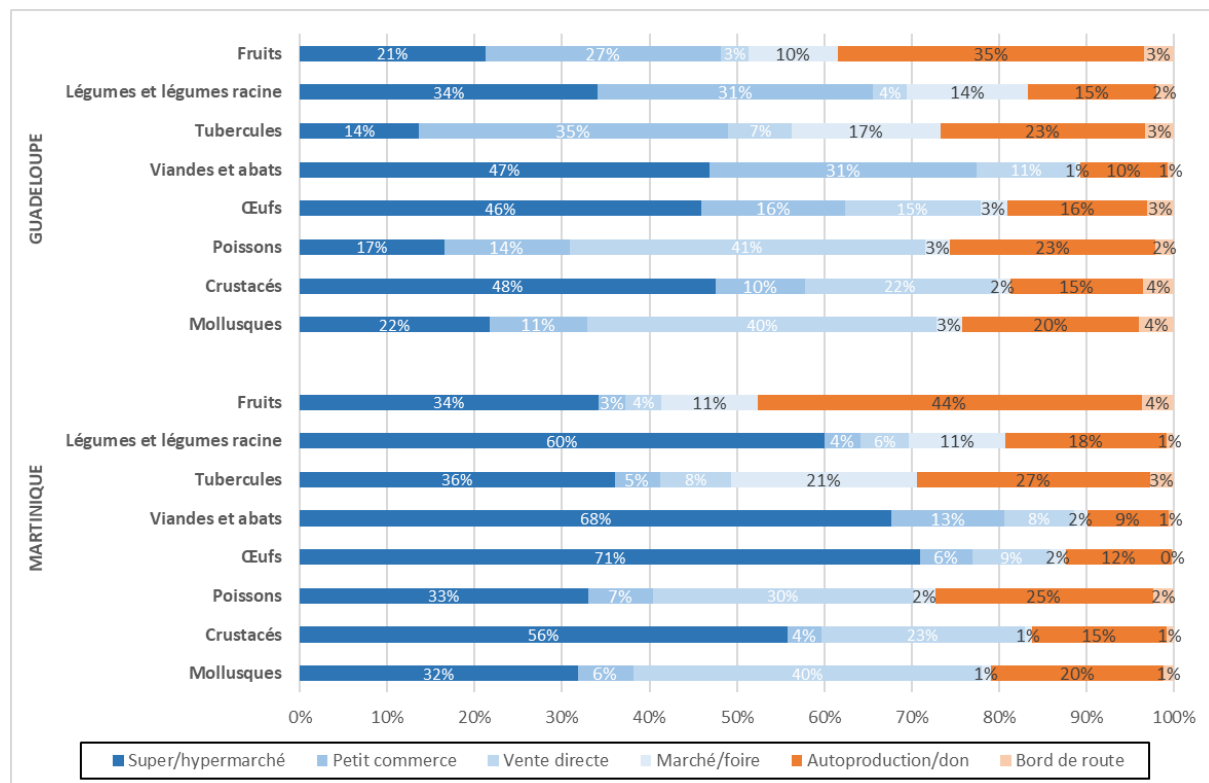
► Pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson

L'enquête sur les pratiques d'approvisionnement de la population confirme que, pour les deux régions, les lieux d'approvisionnement sont majoritairement ceux du CF (histogrammes bleus dans la Figure 2). Au global, tous groupes d'aliments confondus, 22% de la population de la Guadeloupe et 24% pour la population de la Martinique s'approvisionnent principalement dans le CI.

En CF, l'approvisionnement en petits commerces est plus important en Guadeloupe qu'en Martinique pour tous les groupes d'aliments. A l'inverse, l'approvisionnement en supermarché est plus important en Martinique (8 à 26 points de pourcentage de plus) qu'en Guadeloupe pour tous les groupes d'aliments. Peu d'écarts sont observés entre les deux régions pour les autres types de lieux d'approvisionnement, que ce soit en CF (marché ou foire et vente directe

auprès d'agriculteurs ou pêcheurs) ou en CI (autoproduction et achats dans des stands de bord de route).

Pour les fruits consommés à domicile, les ménages des deux régions s'approvisionnent entre 35 et 44% grâce à l'autoproduction/don. En Guadeloupe et en Martinique, entre 20 et 27% de l'approvisionnement des poissons, des tubercules et des mollusques consommés à domicile provient de l'autoproduction/don.



*les histogrammes bleus et oranges sont relatifs aux circuits formels et informels respectivement

Figure 2 : Répartition du principal lieu d'approvisionnement, par groupe d'aliments, dans les populations de Guadeloupe et Martinique

Selon cette enquête, les principaux modes de cuisson utilisés par la population sont globalement similaires entre les deux régions. En particulier, le mode de cuisson bouilli est majoritairement utilisé pour les denrées d'origines végétales dans les deux régions. Pour les denrées animales hors œufs, le mijotage des viandes et la cuisson au court-bouillon/blaff¹¹ des poissons, crustacés et mollusques sont davantage utilisés en Guadeloupe qu'en Martinique.

► Échantillons prélevés et constitution des échantillons finaux

Les collectes et préparations des échantillons se sont déroulées dans les deux régions de mai 2022 à juin 2023. Au total, 764 échantillons ont été collectés en Guadeloupe et 807 en Martinique, tous circuits confondus. Le nombre d'échantillons prélevés représente 88% de l'objectif initial pour la Guadeloupe et 94% pour la Martinique.

¹¹ Type de court-bouillon épicé aux Antilles

Au total, 349 échantillons finaux ont été préparés pour la Guadeloupe et 374 pour la Martinique. Ces 723 échantillons finaux ont été analysés par le Laboratoire de sécurité des aliments (LSAI) de l'Anses pour rechercher la contamination en chlordécone et chlordécol dans les items alimentaires.

Du fait du manque de certains prélèvements, 40 échantillons finaux prévus initialement n'ont pas pu être constitués (soit 5% des échantillons finaux dans les deux régions). Une valeur de contamination en chlordécone leur a été imputée selon la méthode précisée dans le rapport d'expertise.

3.2.2. Données de contamination en chlordécone

Les taux de quantification en chlordécone les plus élevés sont observés, dans les deux régions, pour les œufs et les produits de la pêche. Viennent ensuite, les viandes, volailles, abats et les tubercules. Le chlordécone est peu quantifié dans le groupe des légumes et légumes racines et n'a jamais été détecté dans les échantillons de fruits.

Les taux de quantification sont plus élevés dans le CI en zone réputée non contaminée que dans le CF, hormis pour les tubercules dans les deux régions (Figure 4). Ils sont également plus élevés dans le CI en zone réputée contaminée que dans le CI en zone réputée non contaminée, hormis pour les œufs en Guadeloupe et pour les poissons en Martinique.

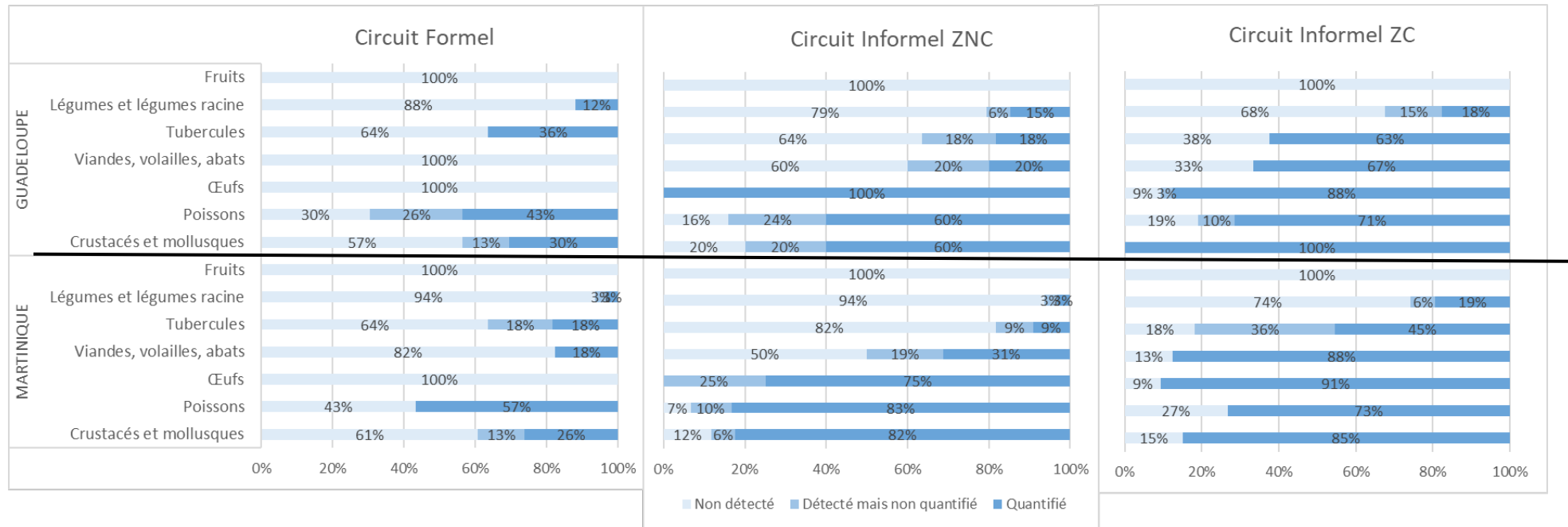


Figure 4 : Taux de censure et de quantification en chlordécone par groupe d'aliments et circuit d'approvisionnement en Guadeloupe et en Martinique

En Guadeloupe, dans le CF, après intégration de l'incertitude de mesure du laboratoire, trois échantillons de poissons et crustacés et mollusques dépassent la LMR de 20 µg/kg de poids frais fixée pour ces denrées (Figure 5). Dans le CI, pour les groupes des fruits, des légumes et légumes racines, des tubercules ou des viandes, volailles et abats, aucune contamination ne dépasse la LMR (contamination maximale observée égale à 11 µg/kg). *A contrario*, 25% des échantillons d'œufs et 33% des échantillons de poissons et de crustacés et mollusques ont une concentration supérieure à la LMR.

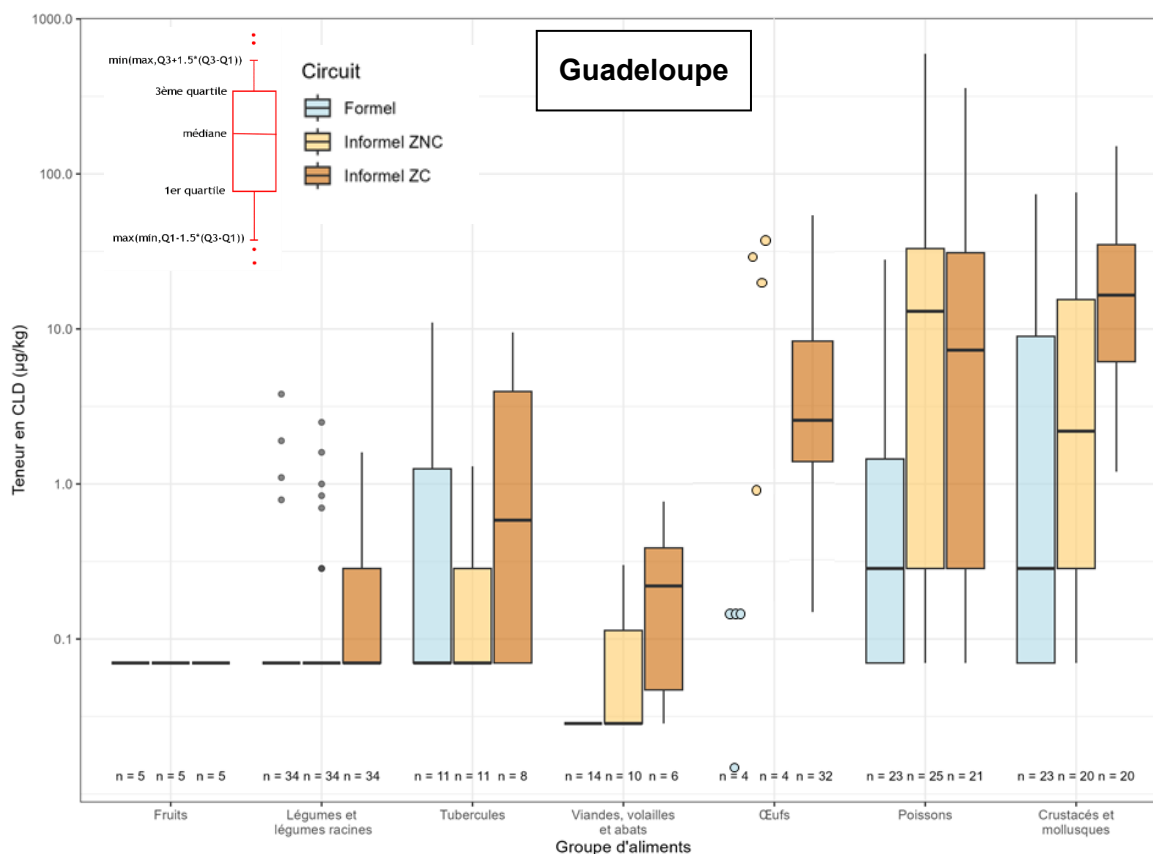


Figure 5 : Distribution de la contamination en chlordécone (en µg/kg PF) par groupe d'aliments et circuit d'approvisionnement, pour la Guadeloupe

(Les données censurées sont traitées selon l'hypothèse Middle Bound - Ordonnée en échelle logarithmique - n : nombre d'échantillons finaux – Pour n < 5, les données sont présentées individuellement selon la couleur du circuit)

En Martinique, dans le CF, aucun dépassement de la LMR n'est observé dans les échantillons, quel que soit le groupe d'aliments (Figure 6). De même, dans le CI, aucune donnée de contamination des groupes des fruits, des légumes et légumes racines, des tubercules ou des viandes, volailles et abats ne dépasse la LMR (contamination maximale observée égale à 7 µg/kg). Parallèlement, la concentration dans ce circuit est supérieure à la LMR pour 33% des œufs, 13% des poissons et 24% des crustacés et mollusques.

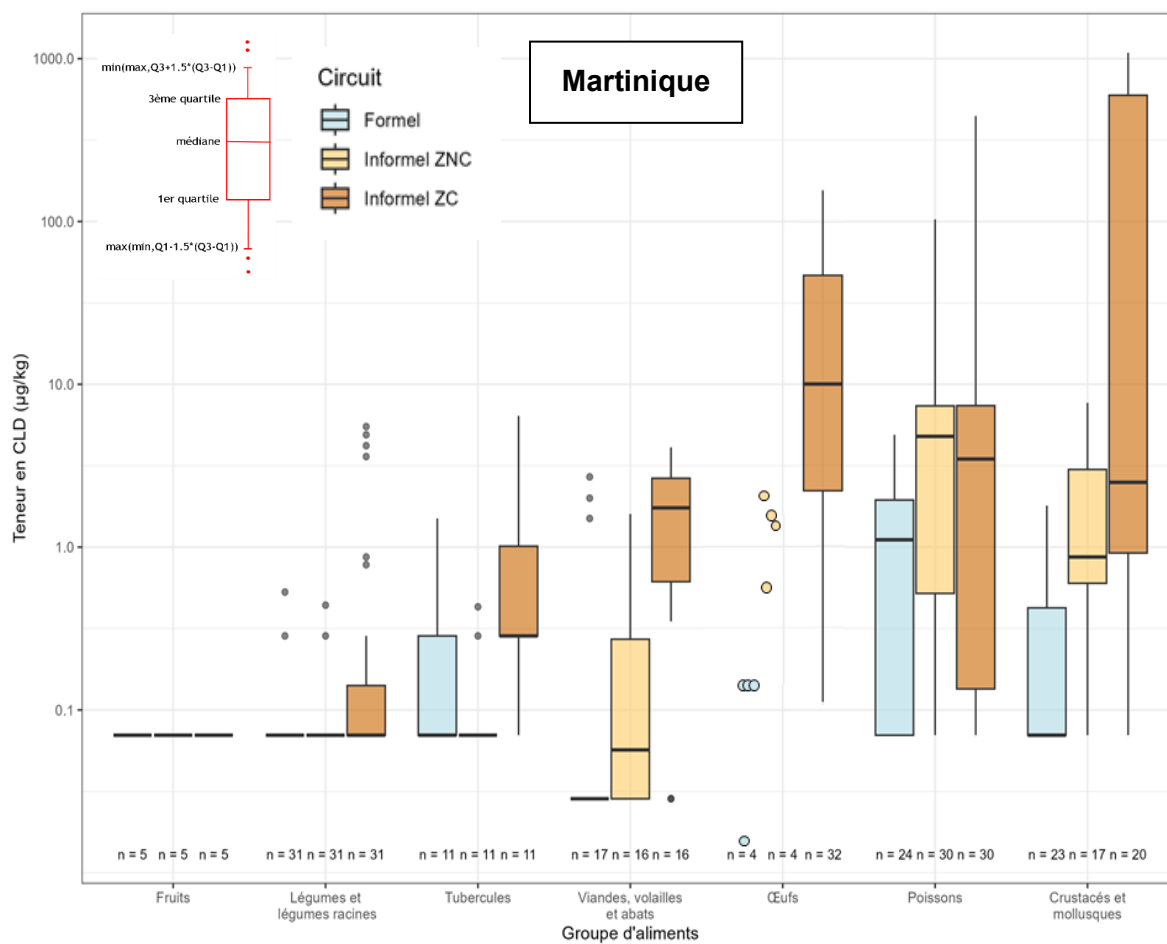


Figure 6 : Distribution de la contamination en chlordécone (en µg/kg PF) par groupe d'aliments et circuit d'approvisionnement, pour la Martinique

(Les données censurées sont remplacées par la valeur selon l'hypothèse MB - Ordonnée en échelle logarithmique - n : nombre d'échantillons finaux – Pour n < 5, les données sont présentées individuellement selon la couleur du circuit)

Les résultats des tests statistiques de l'effet du circuit d'approvisionnement sur les niveaux de contamination en chlordécone mettent en évidence, en Martinique, un niveau de contamination significativement plus élevé en CI-ZC par rapport aux autres circuits en ce qui concerne les légumes et légumes racines, les tubercules et les viandes, volailles et abats. Ces résultats sont à interpréter avec prudence compte-tenu du faible nombre de données disponibles. Pour le groupe des œufs, le niveau de contamination en CI-ZC est significativement plus élevé par rapport au CF pour les deux régions. Pour le groupe des poissons, les niveaux de contamination en CI-ZC et CI-ZNC sont significativement plus élevés par rapport au CF pour les deux régions. Enfin, pour le groupe des crustacés et mollusques, le niveau de contamination est significativement plus faible en CF vs CI-ZNC, en CF vs CI-ZC et en CI-ZNC vs CI-ZC.

Par contre, les niveaux de contamination sont plus élevés en CI-ZNC qu'en CI-ZC pour quelques cas, en particulier pour les poissons. Ces différences de contamination au sein des groupes d'aliments peuvent s'expliquer principalement par trois hypothèses : la mobilité des poissons et l'incertitude sur leur zone d'origine en CI ; une classification des zones à l'échelle de la commune ne tenant pas compte de la variabilité de la contamination des sols ; d'éventuels biais de collecte liés au niveau d'acceptation de la population à fournir des aliments autoproduits qui peut être variable au sein d'une même commune, notamment pour les individus habitant à proximité des anciennes parcelles bananières.

3.2.3. Données de contamination en chlordécol

Les taux de détection du chlordécol sont très faibles pour tous les groupes d'aliments. Globalement, ils sont de moins de 3% dans les deux régions pour tous les groupes d'aliments, hormis pour les œufs en Martinique et les crustacés et mollusques dans les deux régions. Ces résultats peuvent s'expliquer, d'une part par la faible quantité du précurseur chlordécone dans les aliments d'origine animale et d'autre part, par le fait que les limites analytiques sont de 2 à 10 fois plus élevées pour le chlordécol que pour le chlordécone selon les groupes d'aliments.

Du fait du nombre très limité de données quantifiées en chlordécol, le lien entre la contamination en chlordécol et celle en chlordécone ne peut être établi. Il est néanmoins constaté que, comme pour les niveaux de contamination en chlordécone, les quelques résultats de contamination en chlordécol les plus élevés sont observés pour le groupe des crustacés et mollusques et toujours dans le CI.

3.2.4. Evaluation de l'exposition au chlordécone

► Evaluation de l'effet cuisson

Dans la très grande majorité des cas, les tests réalisés ne révèlent pas d'effet statistiquement significatif de la cuisson sur les niveaux de contamination (à la hausse ou à la baisse). L'absence apparente et quasi-systématique d'effet de la cuisson, selon les tests statistiques, doit être relativisée du fait du nombre limité de données disponibles pour les réaliser. Ce manque de puissance statistique rend difficile la mise en évidence d'un éventuel effet de la cuisson. Il est également à noter que l'effet de la cuisson sur la teneur en chlordécone des matrices animales a principalement été observé dans la littérature (Devriendt-Renault et al. 2023) pour des modes de cuisson (four traditionnel et four à micro-onde) non considérés dans l'étude ChlorExpo car peu utilisés en Guadeloupe et en Martinique, d'après les résultats de l'enquête sur les pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments (cf. 3.2.1).

Etant donné les incertitudes associées aux données de contamination et l'existence d'un éventuel effet de la cuisson sur la contamination, toutes les données de contamination des aliments « tels que consommés » ont été prises en compte lors des calculs d'exposition.

► Exposition au chlordécone de la population en Guadeloupe et en Martinique

Les résultats d'exposition pour les enfants et les adultes sont présentés dans le Tableau 1 pour la Guadeloupe et dans le Tableau 2 pour la Martinique.

Tableau 1 : Estimations de l'exposition au chlordécone par l'alimentation (moyennes, percentiles et leurs IC 95%), pour les enfants et les adultes en Guadeloupe (en µg/kg pc/j).

	Enfants (3 à 15 ans)	Adultes (16 ans et plus)
<i>Nombre d'individus</i>	258	849
Moyenne [IC 95%]	0,022 [0,019 - 0,027]	0,020 [0,019 - 0,022]
P50 [IC 95%]	0,011 [0,009 - 0,014]	0,013 [0,012 - 0,014]
P75 [IC 95%]	0,026 [0,021 - 0,031]	0,024 [0,022 - 0,027]
P90 [IC 95%]	0,052 [0,041 - 0,068]	0,043 [0,039 - 0,049]
P95 [IC 95%]	0,078 [0,057 - 0,109]	0,060 [0,052 - 0,070]

En Guadeloupe, les niveaux d'exposition sont similaires entre les enfants et les adultes. Les intervalles de confiance à 95% associés à l'estimation de l'exposition des deux populations se chevauchent pour tous les paramètres statistiques indiquant qu'il n'y a pas de différence entre le niveau d'exposition des enfants et celui des adultes.

Tableau 2 : Estimations de l'exposition au chlordécone par l'alimentation (moyennes, percentiles et leurs IC 95%), pour les enfants et les adultes en Martinique (en µg/kg pc/j).

	Enfants (3-15 ans)	Adultes (16 ans et plus)
<i>Nombre d'individus</i>	226	876
Moyenne [IC 95%]	0,009 [0,007 - 0,012]	0,015 [0,012 - 0,020]
P50 [IC 95%]	0,003 [0,002 - 0,003]	0,003 [0,003 - 0,003]
P75 [IC 95%]	0,007 [0,005 - 0,009]	0,007 [0,006 - 0,008]
P90 [IC 95%]	0,018 [0,013 - 0,026]	0,025 [0,020 - 0,031]
P95 [IC 95%]	0,032 [0,022 - 0,048]	0,058 [0,043 - 0,081]

En Martinique, l'exposition moyenne des enfants est de 0,009 µg/kg p.c./j et celle des adultes est de 0,015 µg/kg p.c./j. Les intervalles de confiance à 95% ne sont pas disjoints pour tous les paramètres statistiques de la distribution de l'exposition entre la population des enfants et celle des adultes.

- Exposition au chlordécone pour des sous-populations définies selon les habitudes d'approvisionnement en CF et CI

En Guadeloupe, la moitié des personnes s'approvisionnent à plus de 43% en CF pour les enfants et à plus de 41% en CF pour les adultes. Cette sous-population comporte donc en partie des individus s'approvisionnant à plus de 50% en CI. En Martinique, la moitié des personnes s'approvisionnent à plus de 69% en CF pour les enfants et à plus de 71% en CF pour les adultes. Cette sous-population comporte donc uniquement des individus s'approvisionnant majoritairement en CF. Du fait de cette différence d'approvisionnement, l'exposition des sous-populations s'approvisionnant le plus en CF ou en CI n'est pas comparée entre les deux régions. Cependant, la comparaison de ces deux sous-populations fournit une première description de l'influence du type d'approvisionnement sur le niveau de l'exposition de la région considérée.

En Guadeloupe (Tableau 3) pour les enfants, les intervalles de confiance associés à l'estimation de l'exposition sont disjoints entre des deux sous-populations pour la moyenne, le P50 et le P75, indiquant une possible différence entre le niveau d'exposition des deux sous-populations. Pour les adultes, les intervalles de confiance se chevauchent, suggérant qu'il n'y a pas de différence d'exposition lorsqu'elle est calculée dans ces sous-populations.

Tableau 3 : Estimations de l'exposition (µg/kg pc/j) au chlordécone (moyennes, percentiles et IC 95%), des sous-populations s'approvisionnant le plus en CF et en CI chez les enfants et les adultes en Guadeloupe

	Enfants (3-15 ans)		Adultes (16 ans et plus)	
	Sous-population s'approvisionnant le plus en CF	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI	Sous-population s'approvisionnant le plus en CF	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI
<i>Nombre d'individus</i>	129	129	425	424
Moyenne [IC 95%]	0,015 [0,012 - 0,020]	0,029 [0,024 - 0,036]	0,019 [0,017 - 0,020]	0,022 [0,019 - 0,025]
P50 [IC 95%]	0,007 [0,006 - 0,010]	0,016 [0,012 - 0,020]	0,012 [0,011 - 0,013]	0,014 [0,013 - 0,016]
P75 [IC 95%]	0,018 [0,013 - 0,025]	0,033 [0,026 - 0,042]	0,022 [0,02 - 0,026]	0,027 [0,023 - 0,031]
P90 [IC 95%]	0,037 [0,026 - 0,053]	0,066 [0,050 - 0,091]	0,039 [0,033 - 0,046]	0,047 [0,040 - 0,056]
P95 [IC 95%]	0,056 [0,034 - 0,096]	0,098 [0,067 - 0,155]	0,055 [0,045 - 0,068]	0,065 [0,052 - 0,083]

En Martinique (Tableau 4) chez les enfants, les intervalles de confiance se chevauchent pour tous les paramètres statistiques, sauf le P75, suggérant qu'il n'y a pas de différence entre l'estimation de l'exposition des deux sous-populations. Pour les adultes, les intervalles de confiance sont disjoints pour tous les paramètres statistiques, indiquant qu'il existerait une différence d'exposition lorsqu'elle est calculée au niveau de ces sous-populations.

Tableau 4 : Estimations de l'exposition (µg/kg pc/j) au chlordécone (moyennes, percentiles et IC 95%) des sous-populations s'approvisionnant le plus en CF et en CI chez les enfants et les adultes en Martinique

	Enfants (3-15 ans)		Adultes (16 ans et plus)	
	Sous-population s'approvisionnant le plus en CF	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI	Sous-population s'approvisionnant le plus en CF	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI
<i>Nombre d'individus</i>	113	113	438	438
Moyenne [IC 95%]	0,006 [0,004 - 0,011]	0,012 [0,009 - 0,017]	0,008 [0,005 - 0,014]	0,022 [0,017 - 0,030]
P50 [IC 95%]	0,002 [0,002 - 0,003]	0,003 [0,003 - 0,005]	0,002 [0,002 - 0,002]	0,005 [0,004 - 0,005]
P75 [IC 95%]	0,005 [0,004 - 0,006]	0,011 [0,007 - 0,015]	0,004 [0,003 - 0,005]	0,013 [0,010 - 0,016]
P90 [IC 95%]	0,011 [0,007 - 0,019]	0,026 [0,017 - 0,040]	0,011 [0,008 - 0,016]	0,045 [0,033 - 0,061]
P95 [IC 95%]	0,020 [0,010 - 0,041]	0,041 [0,026 - 0,069]	0,023 [0,015 - 0,039]	0,096 [0,063 - 0,140]

Pour compléter l'analyse descriptive préliminaire et vérifier la robustesse des résultats, une analyse statistique est menée à l'aide d'un modèle de régression log-linéaire et un test non-paramétrique de Spearman. Tous groupes d'aliments confondus, les tests révèlent un effet significatif de l'approvisionnement en CF sur le niveau d'exposition pour les enfants et les adultes, aussi bien en Guadeloupe qu'en Martinique : plus l'approvisionnement en CF est

important, plus l'exposition au chlordécone diminue. C'est également le cas groupe d'aliments par groupe d'aliments, dans la très grande majorité des cas. Par symétrie, cela implique qu'il existe un effet significatif inverse de l'approvisionnement en CI : plus la proportion de l'approvisionnement en CI est forte et plus l'exposition de l'individu augmente.

- Exposition au chlordécone pour des sous-populations définies selon les habitudes d'approvisionnement en CI-ZC et CI-ZNC

En Guadeloupe, la sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC (respectivement sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC) est composée des individus dont la proportion de l'approvisionnement provenant du CI-ZC est supérieure (respectivement inférieure) à 14% pour les enfants et 18% pour les adultes. En Martinique, cette proportion est de 13% pour les deux sous-populations.

En Guadeloupe (Tableau 5) pour les enfants et les adultes, les intervalles de confiance se chevauchent pour tous les paramètres statistiques, indiquant qu'il n'y a pas de différence entre l'exposition de la sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC et celle de la sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC.

Tableau 5 : Estimation de l'exposition (µg/kg pc/j) au chlordécone (moyennes, percentiles et IC 95%) dans les sous-populations s'approvisionnant le plus en CI-ZNC et en CI-ZC chez les enfants et les adultes en Guadeloupe

	Enfants (3-15 ans)		Adultes (16 ans et plus)	
	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC
<i>Nombre d'individus</i>	129	128	423	423
Moyenne [IC 95%]	0,024 [0,020 - 0,030]	0,019 [0,015 - 0,025]	0,019 [0,018 - 0,022]	0,021 [0,019 - 0,024]
P50 [IC 95%]	0,013 [0,010 - 0,016]	0,010 [0,007 - 0,013]	0,013 [0,012 - 0,014]	0,014 [0,012 - 0,016]
P75 [IC 95%]	0,028 [0,022 - 0,035]	0,023 [0,017 - 0,030]	0,023 [0,021 - 0,026]	0,027 [0,024 - 0,032]
P90 [IC 95%]	0,056 [0,042 - 0,076]	0,048 [0,032 - 0,073]	0,042 [0,036 - 0,049]	0,046 [0,038 - 0,055]
P95 [IC 95%]	0,083 [0,057 - 0,124]	0,076 [0,041 - 0,150]	0,059 [0,049 - 0,074]	0,062 [0,050 - 0,078]

En Martinique (Tableau 6) pour les enfants, les intervalles de confiance sont disjoints pour la moyenne et le P90, les IC 95% des autres paramètres se chevauchant, suggérant qu'il n'y a pas de différence de niveaux d'exposition entre les deux sous-populations, avec toutefois une exposition plus élevée en CI-ZC. Pour les adultes, les intervalles de confiance sont disjoints pour le P50 et le P75. En revanche, ils se chevauchent pour la moyenne, le P90 et le P95. Ces observations suggèrent une moyenne d'exposition peu affectée par le type d'approvisionnement CI-ZNC ou CI-ZC.

Tableau 6 : Estimation de l'exposition ($\mu\text{g/kg pc/j}$) au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%) dans les sous-populations s'approvisionnant le plus en CI-ZNC et en CI-ZC chez les enfants et les adultes en Martinique

	Enfants (3-15 ans)		Adultes (16 ans et plus)	
	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC
Nombre d'individus	110	110	416	415
Moyenne [IC 95%]	0,006 [0,004 - 0,009]	0,016 [0,011 - 0,023]	0,013 [0,009 - 0,021]	0,021 [0,017 - 0,028]
P50 [IC 95%]	0,002 [0,002 - 0,003]	0,004 [0,003 - 0,006]	0,002 [0,002 - 0,003]	0,005 [0,004 - 0,005]
P75 [IC 95%]	0,005 [0,004 - 0,007]	0,012 [0,007 - 0,018]	0,006 [0,005 - 0,007]	0,011 [0,009 - 0,013]
P90 [IC 95%]	0,013 [0,008 - 0,019]	0,033 [0,020 - 0,053]	0,025 [0,018 - 0,037]	0,032 [0,023 - 0,046]
P95 [IC 95%]	0,021 [0,013 - 0,035]	0,059 [0,031 - 0,125]	0,056 [0,036 - 0,089]	0,087 [0,058 - 0,137]

En Guadeloupe, le modèle de régression log-linéaire appliqué ne met pas en évidence de lien significatif entre l'approvisionnement en CI-ZC par rapport à l'approvisionnement en CI-ZNC et le niveau de l'exposition au chlordécone, chez les enfants et les adultes, tous groupes d'aliments confondus ni par groupe d'aliments. En Martinique, un effet significatif est mis en évidence tous groupes d'aliments confondus et pour les crustacés et mollusques, les œufs ainsi que les viandes, volailles et abats chez les adultes et les enfants, et les légumes et légumes racines et les tubercules chez les enfants. Pour ces groupes d'aliments, plus l'approvisionnement en CI-ZC est important par rapport à celui en CI-ZNC, plus l'exposition de l'individu augmente. Ce modèle confirme les conclusions générales observées précédemment entre les expositions calculées pour les deux sous-populations CI-ZNC et CI-ZC, surtout pour les enfants. Les incertitudes associées aux lieux de prélèvement ou de production des aliments achetés en CI, notamment pour les produits de la pêche procurés auprès de la population, pourraient expliquer, en partie, le fait que s'approvisionner plus en CI-ZC par rapport à CI-ZNC aurait un impact assez limité sur le niveau de l'exposition des individus qui s'approvisionnent en CI particulièrement pour la Guadeloupe. En Martinique, l'approvisionnement en CI-ZC semble avoir plus d'impact sur l'exposition que l'approvisionnement en CI-ZNC, plus particulièrement pour les enfants.

► Aliments contributeurs à l'exposition

La contribution des groupes d'aliments à l'exposition totale pour les enfants et les adultes en Guadeloupe et Martinique est présentée pour l'ensemble de la population, mais également pour les 10% des individus les plus exposés.

En Guadeloupe (Tableau 7) chez les enfants, les principaux groupes d'aliments contributeurs à l'exposition sont les poissons marins (54%) et les œufs (23%). Chez les adultes, les poissons marins (36%), les crustacés et mollusques marins (18%) et les crustacés d'eau douce (16%) sont les principaux groupes d'aliments contributeurs. Lorsqu'on considère les 10% des adultes les plus exposés, la contribution des poissons marins augmente, atteignant 51% de contribution.

**Tableau 7 : contribution des groupes d'aliments à l'exposition totale
(% et IC 95%), pour les enfants et les adultes en Guadeloupe**

Catégorie d'aliments	Enfants		Adultes	
	Ensemble de la population	10 % les plus exposés	Ensemble de la population	10 % les plus exposés
Fruits	0,9 [0,7 - 1,1]	0,5 [0,3 - 0,8]	1,3 [1,2 - 1,5]	0,6 [0,4 - 0,8]
Légumes et légumes racines	3,1 [2,5 - 3,7]	1,5 [0,7 - 2,4]	7,7 [7,0 - 8,6]	3,4 [2,3 - 4,9]
Tubercules	5,2 [4,1 - 6,4]	2,8 [1,2 - 5,0]	10,0 [8,8 - 11,5]	6,9 [4,1 - 10,9]
Viandes, volailles et abats	0,5 [0,4 - 0,6]	0,1 [0,1 - 0,2]	0,5 [0,4 - 0,6]	0,2 [0,1 - 0,3]
Œufs	23,2 [17,9 - 30,8]	21,9 [11,2 - 38,7]	7,4 [6,2 - 8,9]	4,6 [2,4 - 8,2]
Poissons marins	54,4 [46,5 - 61,7]	65,6 [48,9 - 78,4]	36,0 [32,2 - 40,4]	51,2 [41,1 - 61,0]
Poissons d'eau douce	0,6 [0,1 - 1,9]	0,2 [0,0 - 1,7]	0,8 [0,4 - 1,3]	1,0 [0,2 - 2,3]
Crustacés et mollusques marins	3,5 [2,5 - 4,9]	2,2 [0,9 - 4,7]	17,6 [15,6 - 19,9]	14,7 [10,3 - 20,8]
Crustacés d'eau douce	6,6 [4,9 - 8,8]	4,6 [1,7 - 8,6]	15,9 [13,4 - 18,8]	16,7 [10,3 - 24,5]
Eaux	2,1 [1,7 - 2,4]	0,5 [0,3 - 0,6]	2,8 [2,6 - 3,0]	0,9 [0,7 - 1,1]
	Contribution entre 5% et 10%			
	Contribution entre 10 et 20%			
	Contribution entre 20 et 40%			
	Contribution > 40%			

En Martinique (Tableau 8) chez les enfants, les principaux groupes d'aliments contributeurs sont les crustacés d'eau douce (42%), les œufs (21%) et les poissons marins (18%). Les autres groupes d'aliments contribuent à moins de 5% de l'exposition. Pour les adultes, les crustacés d'eau douce contribuent à hauteur de 67% de l'exposition totale. Cette contribution passe à 84% chez les 10% les plus exposés.

**Tableau 8 : contribution des groupes d'aliments à l'exposition totale
(% et IC 95%), pour les enfants et les adultes en Martinique**

Catégorie d'aliments	Enfants		Adultes	
	Ensemble de la population	10 % les plus exposés	Ensemble de la population	10 % les plus exposés
Fruits	1,9 [1,4 - 2,4]	0,4 [0,2 - 0,7]	1,8 [1,4 - 2,3]	0,2 [0,2 - 0,4]
Légumes et légumes racines	2,9 [1,9 - 4,2]	1,0 [0,4 - 2,6]	3,4 [2,5 - 4,2]	0,6 [0,3 - 1,1]
Tubercules	4,0 [2,8 - 5,5]	0,7 [0,4 - 1,3]	3,1 [2,3 - 4,0]	0,5 [0,3 - 1,0]
Viandes, volailles et abats	2,9 [1,8 - 4,3]	1,8 [0,7 - 3,5]	1,5 [1,1 - 2,0]	0,4 [0,2 - 0,8]
Œufs	21,3 [12,3 - 34,6]	24,2 [10,3 - 45,0]	4,5 [3,1 - 6,7]	2,7 [1,0 - 5,5]
Poissons marins	17,5 [12,2 - 23,3]	8,5 [3,1 - 16,8]	8,1 [5,9 - 10,4]	2,7 [1,5 - 5,1]
Poissons d'eau douce	4,5 [0,5 - 19]	6,3 [0,0 - 28,3]	1,8 [0,8 - 4,2]	1,5 [0,2 - 4,8]
Crustacés et mollusques marins	1,2 [0,7 - 1,9]	0,9 [0,4 - 1,7]	7,7 [5,4 - 11,1]	7,5 [4,5 - 11,9]
Crustacés d'eau douce	42,1 [27,9 - 57,1]	55,9 [34,1 - 75]	66,8 [59,0 - 74,8]	83,7 [76,5 - 89,6]
Eaux	1,8 [1,3 - 2,3]	0,3 [0,2 - 0,5]	1,2 [0,9 - 1,4]	0,2 [0,1 - 0,3]
	Contribution entre 5% et 10%			
	Contribution entre 10 et 20%			
	Contribution entre 20 et 40%			
	Contribution > 40%			

Au final, l'ensemble des produits de la pêche (poissons et crustacés et mollusques) a une contribution très importante à l'exposition de la population. Les produits de la pêche sont ainsi les principaux contributeurs dans les deux régions, pour les adultes et les enfants. En Martinique, ils contribuent à plus de 60% de l'exposition totale des enfants et à plus de 80% de celle des adultes. En Guadeloupe ils contribuent à environ 65% pour les enfants et 70% pour les adultes de l'exposition totale. Les œufs apparaissent comme le deuxième groupe d'aliments contributeurs pour les enfants, devant le groupe des tubercules et légumes et légumes racines (contribution entre 20 et 25% de l'exposition).

3.3. Incertitudes et limites de l'étude

Les incertitudes, inhérentes au processus de réalisation des études d'exposition alimentaire, sont présentes à toutes les étapes : sélection de la population, données de consommation, définition du plan d'échantillonnage des aliments, collecte et préparation des échantillons, analyses des échantillons en laboratoire et calculs d'exposition.

Les deux facteurs les plus impactants en termes de nombre de sources d'incertitude associées à l'exposition de la population des Antilles au chlordécone sont :

- les données de l'étude Kannari 2013-14 utilisées pour le calcul de l'exposition alimentaire chronique (fréquences de consommation, rations alimentaires et mode d'approvisionnement) ;

- les limites rencontrées lors de la définition du plan d'échantillonnage et de sa mise en œuvre sur le terrain, notamment dans le CI pour les zones réputées contaminées et non contaminées.

Ces deux facteurs contribuent ensemble à une grande majorité de toutes les limites et incertitudes recensées lors de la réalisation de ChlorExpo. Même si certaines incertitudes importantes ont pu être quantifiées (comme l'illustre l'intervalle de confiance à 95% accompagnant l'estimation de l'exposition) la présence d'incertitudes, dont l'impact reste non caractérisable, ne permet pas de déterminer l'impact global de l'ensemble des incertitudes sur le résultat de l'exposition. Une description complète des sources d'incertitude est proposée dans le rapport accompagnant cet avis (Anses 2026).

3.4. Conclusions et recommandations du GT et du CES « ERCA »

L'étude ChlorExpo, démarrée en 2021 et inscrite au plan national chlordécone IV (2021-2027), vise à affiner l'estimation de l'exposition alimentaire au chlordécone des populations de la Guadeloupe et de la Martinique, en prenant en compte les habitudes alimentaires de la population, à savoir les pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments. Elle a également comme objectif de proposer si possible des recommandations pratiques fondées sur la cuisson des aliments pour limiter l'exposition. Enfin, ChlorExpo vise à estimer, pour la première fois, l'exposition alimentaire au chlordécol, un des principaux métabolites du chlordécone.

L'étude ChlorExpo repose notamment sur l'acquisition de nouvelles données de contamination en chlordécone et chlordécol dans les aliments à visée représentative, ainsi que sur une approche méthodologique qui diffère significativement de celle des précédentes études d'évaluation de l'exposition au chlordécone (Anses 2017, 2022). Si ChlorExpo capitalise sur ces études¹² tout en intégrant et caractérisant certaines de leurs incertitudes, sa méthodologie s'inspire aussi de celle des EAT, l'outil reconnu et recommandé (EFSA et FAO 2011) pour évaluer l'exposition alimentaire chronique de la population à des substances chimiques, prenant en compte des aliments « tels que consommés ». Ainsi, l'étude ChlorExpo représente une nouvelle évaluation affinée de l'exposition alimentaire au chlordécone de la population en Guadeloupe et en Martinique.

Un échantillonnage spécifique et le plus représentatif possible d'aliments contributeurs à l'exposition a été mis en place entre 2022 et 2023. L'échantillonnage a été fondé sur les résultats de l'enquête spécifique réalisée préalablement, dans le cadre de ChlorExpo, pour prendre en compte les pratiques actuelles de la population en termes d'approvisionnement et de préparation des aliments « tels que consommés » afin de les refléter au mieux dans l'exposition. Pour tenir compte de la variabilité de la contamination en chlordécone selon la source d'approvisionnement, l'échantillonnage a été réalisé dans chacune des deux régions dans trois circuits d'approvisionnements prédéfinis : (1) circuit formel (grandes et moyennes surfaces, petits commerces, marchés et vente directe auprès d'agriculteurs/pêcheurs), (2) circuits informels (autoproduction, pêche de loisir, stands de bord de route, vendeurs ambulants) en zone réputée contaminée (selon les données de contamination des sols et des zones d'interdiction de pêche) et (3) circuits informels en zone réputée non contaminée. En Guadeloupe, 88% des échantillons prévus ont été collectés et en Martinique, 94%. Les différents aliments prélevés au sein de chaque circuit ont ensuite été combinés pour former

¹² Les aliments retenus pour l'échantillonnage de ChlorExpo sont sélectionnés à partir des aliments les plus contributeurs aux expositions calculées lors de l'étude Kannari (Anses 2017). De même, la définition des circuits d'approvisionnement s'inspire de la méthodologie de la même étude.

les échantillons composites préparés « tels que consommés » selon les modes de cuisson représentatifs des pratiques majoritaires de la population. Un échantillon composite a été également conservé à l'état cru afin de pouvoir étudier l'effet éventuel de la cuisson sur le niveau d'exposition.

L'approche ChlorExpo, qui vise à recueillir (à partir d'un échantillonnage alimentaire le plus représentatif possible des habitudes de consommation et des modes d'approvisionnement) la concentration moyenne en chlordécone et chlordécol des aliments « tels que consommés », au sein de chaque circuit d'approvisionnement, marque donc une avancée par rapport aux méthodologies précédentes. Dans les précédentes études, le recueil de données se basait sur les contaminations issues des plans de surveillance et de contrôle (PSPC) des services déconcentrés de l'État, recueillies à partir de 2009, ainsi que de campagnes de mesure *ad-hoc* (campagnes de prélèvements de l'Ifremer, de Kannari et de l'ARS Martinique, ainsi que les données de l'étude Chlohal¹³ de l'Ifremer), recueillies entre 2012 et 2016. L'objectif des PSPC (dont la vocation est de sécuriser la chaîne alimentaire) et des autres campagnes de mesure n'était pas nécessairement la recherche de données représentatives de la contamination moyenne dans un circuit d'approvisionnement donné, et ceci pour l'ensemble des denrées visées. Dans l'étude ChlorExpo, les données de contamination ont été spécifiquement recueillies dans le but d'être le plus représentatives possible de la teneur en chlordécone et en chlordécol des aliments « tels que consommés » dans chaque circuit d'approvisionnement par la population des Antilles françaises.

L'étude ChlorExpo présente un élément méthodologique important en commun avec les précédentes études d'exposition. En effet, les données de consommation utilisées pour calculer l'exposition sont celles de l'enquête de terrain réalisée en 2013-2014 dans le cadre du projet Kannari (Anses 2017), soit les plus précises et récentes disponibles au moment de l'étude. Cependant, dans le cadre de ChlorExpo, les aliments dont le circuit d'approvisionnement n'avait pas été renseigné lors de l'enquête Kannari ont pu, pour la première fois, être intégrés au calcul d'exposition. Toutefois, les expositions calculées dans l'étude ChlorExpo ne prennent pas en compte les évolutions des comportements de consommation aux Antilles depuis une dizaine d'années, qui tendent vers une alimentation plus transformée et moins traditionnelle (Lamani et al. 2024).

L'étude ChlorExpo contribue à actualiser les connaissances sur les niveaux de contamination des aliments et d'exposition de la population au chlordécone. Etant donné que les données historiques disponibles sur la contamination en chlordécone dans les aliments n'avaient pas pour objectif d'être représentatives au regard de la consommation totale de la population des Antilles, il n'est pas possible d'estimer de manière robuste l'évolution des niveaux de contaminations au cours du temps. Dans l'étude ChlorExpo, les produits de la pêche (poissons, crustacés et mollusques) sont la catégorie d'aliments présentant les plus forts niveaux de contamination en circuit informel. Pour les œufs, plus de 25% des concentrations observées dans les échantillons d'œufs en circuit informel dépassent la LMR de 20 µg/kg. Pour les produits terrestres (denrées végétales et denrées animales hors œufs), les concentrations maximales observée atteignent 11 µg/kg. Ces niveaux de contamination relativement bas observés pour ces derniers produits, même en circuit informel, pourraient être liés au développement de pratiques agricoles¹⁴ minimisant l'exposition des denrées au chlordécone (CLD), promues par les autorités et associations locales auprès des

¹³ Consolidation des connaissances sur la contamination de la faune halieutique par le chlordécone autour de la Martinique et de la Guadeloupe (<https://archimer.ifremer.fr/doc/00429/54058/>).

¹⁴ Gestion à la parcelle, choix de production végétale adaptée en fonction des sols, outil d'aide à la décision et incitation pour culture hors sol, outil d'aide à la décision pour la conformité des carcasses.

professionnels et particuliers, et non à la diminution de la pollution des sols, qui est très lente (Cabidoche et al. 2009). Selon les niveaux de contamination recueillis en Guadeloupe, l'exposition moyenne des enfants de 3 à 15 ans (0,022 µg/kg pc/j) est proche de celle des adultes (individus de 16 ans et plus) (0,020 µg/kg pc/j), mais les groupes d'aliments contributeurs sont sensiblement différents entre les adultes et les enfants. Le principal groupe d'aliments contributeurs à l'exposition est celui des poissons de mer. Ce groupe contribue à plus de la moitié de l'exposition des enfants et à plus d'un tiers de l'exposition des adultes. Ensuite, les crustacés et mollusques (de mer et d'eau douce) contribuent également à plus d'un tiers de l'exposition des adultes. Chez les enfants, les œufs sont le deuxième contributeur, correspondant au quart de l'exposition. En Martinique, l'exposition moyenne des enfants est de 0,009 µg/kg p.c./j et celle des adultes est de 0,015 µg/kg p.c./j. Les crustacés d'eau douce sont de loin le premier groupe d'aliments vecteur, aussi bien chez les adultes (67%) que chez les enfants (42%). Pour les adultes, les poissons et les crustacés et mollusques marins sont les groupes d'aliments contributeurs suivants. Chez les enfants, les contributeurs suivants sont les œufs et les poissons marins. Etant données les différences de méthodologie entre ChlorExpo et les précédentes études d'exposition (dont la non-comparabilité des contaminations), il n'est pas possible de comparer les expositions issues de ChlorExpo à celles de l'étude d'exposition précédente.

Selon les données de l'étude Kannari 2013-2014, utilisées pour calculer l'exposition, la population en Guadeloupe s'approvisionnait en moyenne 1,7 fois plus que la population en Martinique dans le circuit informel (52% des approvisionnements en Guadeloupe par rapport à 31% en Martinique). Selon l'enquête sur les pratiques menée en 2021 dans le cadre de ChlorExpo, cet écart de comportement d'approvisionnement entre les deux régions n'apparaît plus. Tous groupes d'aliments confondus, le circuit informel est la source principale d'approvisionnement pour 22% de la population en Guadeloupe et pour 24% de la population en Martinique, ce qui confirme que les comportements et pratiques alimentaires ont bien évolué dans les deux régions depuis la réalisation de l'étude Kannari. Dans les deux régions, la population s'approvisionne donc majoritairement dans le circuit formel. Il conviendrait donc d'actualiser l'estimation de l'exposition avec de nouvelles données de consommation et d'approvisionnement¹⁵.

L'étude ChlorExpo a également permis d'étudier plus précisément la relation entre les niveaux d'exposition et la manière dont les individus s'approvisionnent, que cela soit préférentiellement en circuit formel ou informel, dans la zone réputée contaminée ou non contaminée. Pour cela, une méthodologie adaptée a été élaborée avec en premier lieu une analyse descriptive, réalisée en partageant la population de chaque région en deux sous-populations de même taille : celle des personnes avec les taux d'approvisionnement en circuit formel les plus élevés et celle des personnes avec les taux d'approvisionnement en circuit formel les plus bas (et donc les plus haut en circuit informel). Les résultats de cette analyse sont à interpréter avec prudence car ils dépendent de la méthode de définition des sous-populations. Cette méthode gagnerait en finesse si elle prenait en compte les différences des pratiques d'approvisionnement entre les deux régions. Dans un deuxième temps, l'impact du type d'approvisionnement sur le niveau d'exposition est confirmé à l'aide d'un modèle de régression log-linéaire du niveau d'exposition en fonction de la proportion du type d'approvisionnement d'un individu (en circuits formel et informel et en zone réputée contaminée par rapport à la

¹⁵ Pour des raisons de robustesse, il n'est pas estimé pertinent d'intégrer les données d'approvisionnement recueillies au niveau de la population lors de l'enquête ChlorExpo de 2021, aux données de consommations alimentaires individuelles de Kannari 2013-14, lors des calculs d'exposition de ChlorExpo.

zone réputée non contaminée), pour toutes les catégories aliments confondues et par catégorie d'aliments. Pour chacune des régions, chez les enfants et les adultes, plus un individu s'approvisionne dans le circuit formel et plus son niveau d'exposition baisse. En corollaire, plus un individu s'approvisionne en circuit informel et plus son niveau d'exposition est élevé. De la même manière, les modèles mis en œuvre confirment les résultats de l'analyse descriptive des expositions par sous-population concernant l'approvisionnement en circuit informel, préférentiellement en zone réputée contaminée ou en zone réputée non contaminée. En Guadeloupe, il n'y a pas de lien significatif entre le niveau d'exposition et le fait de s'approvisionner davantage en zone réputée contaminée par rapport à la zone réputée non contaminée. En Martinique, un lien significatif est mis en évidence pour tous les groupes d'aliments chez les enfants, sauf les poissons, et pour la moitié d'entre eux seulement (légumes et légumes racines, tubercules et poissons) chez les adultes. Ces résultats sont sujets à des incertitudes importantes concernant notamment la connaissance de l'origine précise des aliments collectés en circuit informel sur le terrain. En effet, en circuit informel, les communes de la zone réputée contaminée des produits de la pêche sont celles qui sont adjacentes aux zones d'interdiction de pêche. Il est très délicat d'établir avec certitude le niveau de contamination des produits de la pêche collectés *a priori* en circuit informel. Cela est dû, à l'incertitude sur le lieu de capture et l'étendue de l'habitat des poissons, des crustacés et des mollusques. Par ailleurs, pour les produits terrestres (denrées végétales et animales), la zone (réputée contaminée ou non) a été définie à l'échelle de la commune entière selon les données de contamination des sols. Or, dans une commune classée en zone réputée contaminée, les aliments peuvent être produits dans des parcelles de la commune où le niveau de contamination est faible, en fonction de la localisation des anciennes parcelles bananières. Ainsi, la contamination des aliments en circuit informel peut être sous-estimée en zone réputée contaminée et inversement surestimée en zone réputée non contaminée.

Dans tous les cas, un tel modèle statistique d'association entre les sources d'approvisionnement (avec ou sans autres caractéristiques des individus) et le niveau d'exposition apparaît comme un outil précieux pour approfondir, lors des travaux futurs, l'analyse des facteurs les plus impactants sur le niveau d'exposition des individus par région, voire même sur les deux régions, et chercher des leviers susceptibles de contribuer à la baisse de l'exposition au sein de la population. Il sera d'autant plus utile que les incertitudes affectant les variables explicatives (proportions des types d'approvisionnement) seront limitées.

Il n'a pas été possible de mettre en évidence un effet significatif de la cuisson sur le niveau de contamination des aliments, sans pouvoir pour autant conclure à l'absence d'un tel effet. Le protocole utilisé n'a pas permis de mettre en évidence un effet significatif de la cuisson sur le niveau de contamination des aliments. Cependant, ce protocole n'était pas parfaitement adapté pour répondre à cette question notamment pour les raisons suivantes :

- 1) un manque de puissance statistique du dispositif d'échantillonnage mis en œuvre sur le terrain dans le cadre de l'étude ;
- 2) un effet de cuisson limité induit par les principaux modes de cuisson pratiqués par la population aux Antilles. Par exemple, d'après l'étude expérimentale (Devriendt-Renault et al. 2023), une diminution de concentration en chlordécone a été observée uniquement pour les modes de cuisson au four traditionnel et au four à micro-ondes (pour certaines matrices animales), modes de cuisson très peu utilisés par la population des Antilles et donc non pris en compte dans ChlorExpo. Aucun effet n'a été observé pour la cuisson à la poêle (seul mode de cuisson comparable avec ceux mis en œuvre dans l'étude ChlorExpo) ;

- 3) des incertitudes liées à l'échantillonnage, la préparation et la cuisson des échantillons composites. En effet, morceler les différents échantillons prélevés en portions homogènes, en termes de structure et de contamination, pour former les différents échantillons composites associés à un item alimentaire est particulièrement compliqué voire inatteignable compte tenu de la variabilité intra-aliment de la contamination. De même, la reproductibilité du processus et des conditions de cuisson des aliments est très compliquée à garantir en dehors d'études expérimentales strictement contrôlées en laboratoire.

À l'issue de cette étude, il n'a pas été possible d'émettre des recommandations sur les différents modes de cuisson des aliments principalement pratiqués par la population qui permettraient de favoriser une baisse de l'exposition au chlordécone. Pour être robuste, l'évaluation de l'effet de la cuisson sur la contamination et l'exposition en chlordécone doit être réalisée dans le cadre d'études expérimentales spécifiquement conçues à cet effet, en laboratoire dans des conditions strictement contrôlées. Cela permettra de garantir la comparabilité des niveaux de contamination mesurés pour un même échantillon d'aliment d'abord cru, puis cuit selon une méthode de cuisson définie et représentative des pratiques de cuisson aux Antilles. Plusieurs répétitions pour un même aliment seraient également nécessaires pour assurer la robustesse des analyses, de même qu'une attention particulière apportée au devenir du chlordécone (élimination par évaporation, transfert dans les jus de cuisson ou matière grasse résiduelle, projection d'aérosols ou de fumées) en cas de mise en évidence d'une baisse significative des niveaux de contamination.

Cependant, ChlorExpo a permis pour la première fois de recueillir des données sur la contamination en chlordécol du régime alimentaire des Antillais. Toutefois, seuls 6% des échantillons ont présenté des concentrations supérieures à la LOQ et uniquement pour des aliments collectés dans les circuits informels. Il s'agit d'échantillons de chatrou, palourde et giraumon en Guadeloupe et de crevette, ouassou, poisson d'eau douce et d'œuf en Martinique. Les résultats de contamination les plus élevés sont observés pour des aliments du groupe des crustacés et mollusques, sans qu'il soit possible de déterminer une relation entre le niveau de chlordécol et celui de chlordécone. En raison du nombre très limité de données quantifiées, il n'a pas été possible d'estimer l'exposition de la population des Antilles au chlordécol.

Au vu de ce qui précède, le GT ChlorExpo recommande de :

- Réaliser une actualisation de l'évaluation des risques sanitaires de la population Antillaise prenant en compte la méthodologie développée pour les calculs d'exposition avec les données de contamination recueillies dans ChlorExpo ainsi que les données de consommations actualisées, recueillies en 2025 par Santé publique France dans le cadre de l'étude Kannari 2.
- Si une évaluation plus précise et robuste de l'exposition s'avérait nécessaire, réaliser une collecte de données utilisant la méthode de référence de recueil de consommations alimentaires (rappels de 24 heures) adaptée à la réalité du terrain du contexte antillais, précisant pour chaque aliment consommé la quantité, le mode d'approvisionnement, de cuisson et le lieu de consommation.
- Si une évaluation de l'effet de la cuisson sur la contamination des aliments s'avérait utile d'après les résultats de recherche existants (Clostre et al. 2014; Martin et al. 2020; Devriendt-Renault et al. 2023, Devriendt-Renault et al. 2024), des études expérimentales en laboratoire dans des conditions strictement contrôlées devront être élaborées, en

adaptant les protocoles afin qu'ils soient représentatifs des pratiques de cuisson de la population.

- Lors de prochaines campagnes de prélèvements à visée représentative, tenir compte au mieux des incertitudes d'échantillonnage recensées lors de ChlorExpo sur la collecte des aliments en circuit informel, tout en suivant les recommandations émises par l'Anses concernant le suivi de l'évolution de la contamination des aliments par le chlordécone (Anses 2023). Il s'agira donc de mieux appréhender les difficultés liées à la collecte de certains aliments : l'origine précise des produits de la pêche, la collecte des aliments terrestres dont le niveau de contamination est réellement représentatif des sols contaminés ou non contaminés et la collecte de suffisamment d'échantillons pour approcher au mieux la contamination des différents circuits.
- Poursuivre la collecte de données de contamination en chlordécone et en chlordécol dans les aliments avec des méthodes d'analyses plus sensibles afin de réduire le taux de censure pour ce métabolite, et l'élargir à d'autres produits de dégradation du chlordécone au fur et à mesure que des méthodes d'analyse validées seront développées.
- Améliorer la traçabilité et la sécurité sanitaire des produits issus du circuit informel, en particulier pour ceux contribuant le plus à l'exposition (produits de la pêche, œufs et tubercules). Des pistes pourraient être explorées dans le cadre des travaux du GT Chlordécone et Pratiques Agricoles afin de rendre plus fiables les données de l'approvisionnement de ces denrées y compris en circuit informel.
- Poursuivre les efforts d'information et de partage des connaissances à destination de la population générale mais également des agriculteurs, des pêcheurs et des éleveurs. Cela permettra de diminuer les pratiques les plus à risque et à réduire les fortes contaminations en chlordécone dans les aliments les plus contributeurs.
- Mettre en place un dispositif de suivi dans le temps de l'impact des recommandations et des mesures de gestion, de la contamination, de la consommation et *in fine* de l'exposition alimentaire des populations aux Antilles, en complément des actions du plan national d'actions chlordécone (contrôle de la conformité des produits alimentaires et tests d'imprégnation).

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

Le présent avis s'inscrit dans la continuité des travaux relatifs aux enjeux sanitaires et environnementaux associés à l'exposition au chlordécone dans les Antilles sur lesquels l'Anses se mobilise. Avec le support financier du ministère en charge de la santé et dans le cadre du plan national Chlordécone IV 2021-2027, l'Agence a mené l'étude ChlorExpo concernant l'exposition au chlordécone par voie alimentaire. Cette étude a permis d'acquérir de nouvelles données de contamination en chlordécone des aliments « tels que consommés », c'est-à-dire en tenant compte des habitudes d'approvisionnement (types de circuit et zones d'approvisionnement), de préparation et de cuisson des aliments de la population. Couplées aux données de consommations alimentaires de l'étude Kannari (Anses, 2017), cette étude permet de mettre à jour les expositions alimentaires au chlordécone des populations de Guadeloupe et de Martinique.

Par ailleurs l'étude ChlorExpo a permis de collecter des données de contamination des aliments au chlordécol, un des métabolites du chlordécone retrouvé dans l'environnement et dans des matrices animales (Houston et al. 1981; Soine et al. 1983).

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail endosse les conclusions et recommandations du GT ChlorExpo et du CES ERCA et tient à souligner en particulier les éléments ci-après.

S'agissant des habitudes d'approvisionnement recensées, les lieux d'approvisionnement sont majoritairement ceux du circuit formel pour les deux régions. Ce circuit correspond aux commerces sujets à des contrôles sanitaires réguliers par les services de l'Etat. Tous groupes d'aliments confondus, 78% de la population de la Guadeloupe et 76% de la population de la Martinique indiquent s'approvisionner principalement dans le circuit formel. Les aliments consommés issus du circuit informel (autoproduction, don et vente en bord de route) sont surtout, pour les deux régions, des fruits, des poissons, des tubercules et des mollusques. Au-delà de cette approche globale, l'étude a permis de préciser la variété des situations sur les deux régions.

Les principaux modes de cuisson utilisés par la population sont globalement proches entre les deux régions. Le mode de cuisson bouilli est majoritairement utilisé pour les denrées d'origines végétales. Pour les denrées animales hors œufs, le mijotage des viandes et la cuisson au court-bouillon/blaff¹⁶ des poissons, crustacés et mollusques sont davantage utilisés en Guadeloupe qu'en Martinique. L'étude n'a pas mis en évidence un effet significatif de la cuisson sur le niveau de contamination des aliments dont il aurait pu être tiré un assouplissement des recommandations.

Concernant la contamination des différents groupes d'aliments, les taux de quantification en chlordécone les plus élevés sont observés, dans les deux régions, pour les œufs (circuit informel uniquement) et les produits de la pêche (circuits formel et informel). A contrario, le chlordécone est peu quantifié dans le groupe des légumes et légumes racines, y compris en circuit informel, et n'a jamais été détecté dans les échantillons de fruits. Pour les tubercules et les viandes, volailles et abats, les taux de quantification les plus élevés le sont en circuit informel en zone réputée contaminée. Pour les deux régions et pour chaque groupe d'aliments, le taux de quantification est plus élevé dans le circuit informel en zone réputée contaminée et en zone réputée non contaminée (à l'exception des tubercules) qu'en circuit formel.

Le chlordécone étant un pesticide, la prise en compte de ses métabolites avait soulevé des questionnements. L'analyse du principal d'entre eux, le chlordécol, avait donc été intégrée dans l'étude Chlorexp. Très peu de mesures de la contamination au chlordécol ont conduit à une valeur quantifiée, les performances analytiques pour ce métabolite étant par ailleurs moins bonnes que pour le chlordécone. Une évaluation de l'exposition à ce métabolite n'a donc pas pu être réalisée.

En termes d'exposition externe par voie alimentaire au chlordécone, l'exposition moyenne des enfants et des adultes est respectivement de 0,022 µg/kg p.c./j et 0,020 µg/kg p.c./j en Guadeloupe (voir Tableau 1), et de 0,009 µg/kg p.c./j et 0,015 µg/kg p.c./j en Martinique (voir Tableau 2). Toutes les valeurs d'exposition au 95^{ème} percentile sont quant à elles inférieures à la valeur toxicologique de référence chronique par voie orale (0,17 µg/kg p.c./j). L'exposition des populations s'approvisionnant le plus en circuit formel est par ailleurs plus faible que celles des populations s'approvisionnant le plus en circuit informel, aussi bien en Guadeloupe qu'en Martinique.

¹⁶ Type de court-bouillon épicé aux Antilles

Les groupes d'aliments les plus contributeurs à l'exposition sont :

- en Guadeloupe, les poissons marins et les œufs pour les enfants et les poissons, les crustacés et les mollusques marins ainsi que les crustacés d'eau douce pour les adultes ;
- en Martinique, les crustacés d'eau douce, les œufs et les poissons marins pour les enfants, et les crustacés d'eau douce pour les adultes.

Dans son précédent avis (Anses 2022), l'Agence soulignait l'importance d'appliquer les trois recommandations de consommation formulées dès 2007 pour réduire l'exposition alimentaire au chlordécone, à savoir : une incitation à ne pas consommer les produits d'eau douce issus de zones d'interdiction de pêche et une limitation de la consommation de certains produits de la pêche en mer et de certains légumes racines issus de l'autoproduction ou de dons provenant de la zone réputée contaminée. Elle recommandait en complément aux populations élevant des volailles de participer aux programmes des 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. L'Agence note d'ailleurs que certains résultats encourageants de l'étude sur les niveaux de contamination, par exemple des légumes racines, pourraient être mis en regard de l'observation de ces recommandations.

Chlorexp a permis de réévaluer les expositions des populations au chlordécone, en prenant en compte des valeurs récentes de contamination dans les aliments tels que consommés. Une comparaison directe des résultats calculés dans ChlorExpo à ceux des travaux précédents n'est toutefois pas recommandée pour les raisons suivantes :

- les données de contamination dans ChlorExpo sont produites de manière à être représentatives de la contamination des aliments dans les différents circuits d'approvisionnement, contrairement à celles des études précédentes ;
- l'étude ChlorExpo utilise des données de contamination des aliments « tels que consommés » et non uniquement crus ;
- le calcul des expositions dans ChlorExpo repose sur une approche probabiliste, et non déterministe.

De ce fait, l'évolution des résultats de calculs d'exposition reflète la conjonction de deux types de facteurs : la meilleure connaissance des niveaux de contamination des aliments en s'approchant des réalités de terrain, d'une part, et une optimisation des méthodes de calcul, d'autre part, laquelle conduit à une diminution du conservatisme permettant, le cas échéant, des recommandations plus faciles à appliquer.

Sous cette importante réserve, l'Anses relève que les expositions moyennes estimées dans son avis (Anses, 2022) s'établissaient *a minima* à 0,03 µg/kg p.c./j (en zone non contaminée et selon l'hypothèse basse) pour les enfants et les adultes en Guadeloupe et en Martinique. Les expositions moyennes mises à jour dans l'étude ChlorExpo sont inférieures à cette valeur. Il ressort en particulier que, hormis le cas des poissons issus du circuit informel en Guadeloupe, les niveaux moyens de contamination des aliments tels que consommés observés par groupe d'aliments dans l'étude ChlorExpo sont inférieurs à ceux utilisés dans l'évaluation antérieure (Anses, 2022). A cet égard, et au-delà de ChlorExpo, l'Anses appuie la préconisation des experts sur l'utilité d'un dispositif de suivi de l'évolution de l'impact des mesures de gestion de la contamination, de la consommation et *in fine* de l'exposition

alimentaire des populations, recommandation qu'elle avait également mise en perspective dans une note antérieure (Anses, juillet 2024)¹⁷.

Les conclusions et résultats tirés de l'étude ChlorExpo s'inscrivent dans la lignée et confirment ceux des avis précédents de l'Anses, notamment l'utilité des recommandations de consommation. Ils laissent cependant envisager que, pour différentes populations (selon leur localisation, leurs pratiques d'achats, leurs habitudes de consommation des principaux contributeurs), les recommandations de consommation pourraient être assouplies.

Cependant, l'étude Chlorexpo n'a pas intégré l'évolution des comportements alimentaires, incluant les pratiques d'approvisionnement, depuis ceux relevés dans l'étude Kannari en 2013-2014. L'étude Kannari 2, menée par Santé publique France pour étudier l'imprégnation des populations de Guadeloupe et de Martinique, a recueilli de telles données qui permettront d'estimer cette évolution. Aussi, l'Anses mobilisera ces données de Kannari 2 et les résultats de l'étude ChlorExpo pour réévaluer, sur la base de l'ensemble des données récentes, les risques sanitaires associés à l'exposition par voie alimentaire des populations antillaises au chlordécone et proposer une mise à jour des leviers d'actions pour les réduire.

Les résultats de l'étude ChlorExpo contribueront par ailleurs aux travaux que conduit actuellement l'Agence sur l'évaluation de la contribution de mesures différenciées de gestion des sols contaminés cultivés ou utilisés pour l'élevage pour tendre vers le « zéro chlordécone » dans l'alimentation.

Elisabeth Claverie de Saint Martin

¹⁷ AST de juillet 2024 « relatif au développement d'une méthodologie de suivi des tendances en matière de contamination par le chlordécone des aliments produits localement par les professionnels ou les particuliers détenteurs de jardins familiaux (JaFa) aux Antilles françaises.

MOTS-CLÉS

Chlordécone, chlordécol, exposition, Antilles françaises, échantillonnage, modes de cuisson, consommations alimentaires, pratiques d'approvisionnement

Chlordecone, chlordecol, exposure, French West Indies, sampling, cooking methods, food consumption, supply practices

CITATION SUGGÉRÉE

Anses. (2026). Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à « ChlorExpo : étude affinée de l'exposition alimentaire de la population des Antilles au chlordécone ». Saisine 2020-SA-0065. Maisons-Alfort : Anses, 33 p.

Annexe 1 : suivi des actualisations de l'avis

Date	Page	Description de la modification
28/05/26	18	Terme significatif retiré dans la phrase suivante : « En Guadeloupe (Tableau 5) pour les enfants et les adultes, les intervalles de confiance se chevauchent pour tous les paramètres statistiques, indiquant qu'il n'y a pas de différence entre l'exposition de la sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC et celle de la sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC »
28/05/26	18	Ajustement de la phrase suivante pour correspondre au tableau 6 : « les intervalles de confiance sont disjoints pour la moyenne et le P90 »
28/05/26	28	Phrase complétée : « Les aliments consommés issus du circuit informel (autoproduction, don et vente en bord de route) sont surtout, pour les deux régions, des fruits, des poissons, des tubercules et des mollusques ».

Annexe 2 : Liste des 45 items alimentaires du plan d'échantillonnage et leur groupe d'aliments

Groupe d'aliments	n° d'item	Composition de l'item alimentaire
FRUITS	1	Citron vert, citron jaune, lime
	2	Orange, clémentine, mandarine
	3	Banane fruit
	4	Melon, pastèque
	5	Mangue
LEGUMES ET LEGUMES RACINES	6	Tomate, aubergine, poivron
	7	Courgette
	8	Giraumon
	9	Betterave
	10	Carotte
	11	Navet
	12	Radis
	13	Concombre
	14	Salade
	15	Epinard
	16	Poireau
	17	Cive, oignon pays
TUBERCULES	18	Couscouche, igname
	19	Madère/dachine*
	20	Malanga/chou caraïbe*
	21	Manioc
	22	Patate douce
VIANDES VOLAILLES ET ABATS	23	Volaille entière
	24	Volaille en morceau
	25	Viande de bœuf et de veau
	26	Abats
OEUFS	27	Œufs
POISSONS	28	Thazard
	29	Tarpon/grandes écailles*, bécune/barracuda*
	30	Brochet des mers
	31	Thon, dorade, marlin
	32	Poisson perroquet/chat*, marignan, poisson coffre, poisson chirurgien
	33	Poisson volant/poule des mers/grondin*, balaou/demi-bec*, coulirou
	34	Vivaneau, gorette, mérou/couronné rouge/grande gueule*
	35	Poisson lion
	36	Poisson d'eau douce : tilapia/saint Pierre, mulot
CRUSTACES ET MOLLUSQUES	37	Crabe cirique
	38	Langouste (oma blan*)
	39	Crevette de mer profonde
	40	Crevette d'eau douce (cacador*)
	41	Ecrevisse (ouassou*)
	42	Lambi
	43	Chatrou
	44	Palourde
	45	Burgot

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

ChlorExpo : étude affinée de l'exposition alimentaire de la population des Antilles au chlordécone

Saisine « 2020-SA-0065 »

RAPPORT d'expertise scientifique hors évaluation de risques

ETUDE ChlorExpo

Groupe de travail « ChlorExpo »

Juin 2026¹

¹ Annule et remplace le rapport d'avril 2026. Voir en annexe 1 les modifications effectuées.

Citation suggérée

Anses. (2026). ChlorExpo : étude affinée de l'exposition alimentaire de la population des Antilles au chlordécone. (Saisine 2020-SA-0065). Maisons-Alfort : Anses, 157 p.

Mots clés

Chlordécone, chlordécol, exposition, Antilles françaises, échantillonnage, modes de cuisson, consommations alimentaires, pratiques d'approvisionnement

Présentation 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.

GROUPE DE TRAVAIL « CHLOREXPO »

Présidente

Mme Magalie LESUEUR-JANNOYER – Directrice régionale CIRAD Antilles-Guyane-Caraïbes - Agronomie tropicale, contamination des denrées alimentaires aux Antilles, transfert de la contamination sol/plantes

Membres

M. Maurizio ALI (jusqu'en août 2024) – Maître de conférences (Université des Antilles - Institut national supérieur du professorat et de l'éducation de Martinique) – Ethnologie, sociologie, connaissance de la société et de la culture antillaise

Mme Agnès FOURNIER – Professeur des universités (Université de Lorraine) – Agronomie, toxicocinétique, contamination des denrées alimentaires aux Antilles, transferts de polluants organiques persistants vers les animaux

Mme Soazig LEMOINE (depuis mars 2021) – Maître de conférences (Université des Antilles) – Ecotoxicologie, biologie marine, contamination des produits de la mer aux Antilles

M. David MAKOWSKI (depuis octobre 2022) – Directeur de recherche (Inrae) – Modélisation statistique, analyse d'incertitude, analyse de risques

M. Eric MARCHIONI (depuis décembre 2023) – Professeur des universités (Université de Strasbourg, Faculté de pharmacie) – Méthodes d'analyse, procédés alimentaires, contaminants, impact des procédés, chimie des aliments

Mme Caroline MEJEAN – Directrice de recherche (Inrae) – Epidémiologie nutritionnelle, modélisation des comportements alimentaires en Outre-Mer, enquête alimentaire en population

M. Emmanuel THOUARD (jusqu'en mars 2021) Responsable de l'unité Recherche Biodiversité et Environnement (Ifremer) – Biodiversité marine, filières halieutiques, transfert des contaminants dans les produits de la mer aux Antilles

RAPPORTEURS

M. Erwan ENGEL – Directeur de recherche (Inrae, UR370 QuaPA, Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes) – Chimie analytique

M. Jean-Charles LEBLANC – Chef d'unité (Laboratoire de sécurité des aliments, Anses) – Evaluation des risques chimiques, évaluation des expositions alimentaires et contaminants environnementaux

M. Jean-François MASFARAUD – Maître de conférences des universités (Université de Lorraine) – Transfert de contaminants et écotoxicologie

COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

Les travaux, objets du présent rapport ont été suivis et adoptés par le CES suivant :

- CES ERCA – 2022-2026

Président

M. Bruno LE BIZEC – Professeur des universités (Oniris VetAgroBio, École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes-Atlantique) – Evaluation du risque

Membres

M. Claude ATGIE – Professeur des universités (ENSMAC Bordeaux INP) – Toxicologie

M. Pierre-Marie BADOT – Professeur des universités (Université de Franche-Comté – CNRS) – Transfert de contaminants et écotoxicologie

Mme Rachida CHEKRI – Responsable du Laboratoire National de Référence Français (ETM) (Laboratoire de sécurité des aliments, Anses) – Chimie analytique, contaminants inorganiques et réglementation

Mme Marie-Yasmine DECHRAOUI BOTTEIN – Chercheuse (Agence Internationale de l'Energie Atomique) – Toxicologie environnementale et biotoxines marines

M. Nicolas DELCOURT – Maître de conférences des universités, pharmacien hospitalier (Faculté de Pharmacie (Université Toulouse3) et CHU Toulouse (Centre Antipoison et de Toxicovigilance)) – Biochimie et toxicologie clinique

Mme Christine DEMEILLIERS – Professeure des Universités (Université Grenoble-Alpes) – Toxicologie et santé environnementale

Mme Virginie DESVIGNES – Responsable de la Division Qualité des Environnements Intérieurs (Centre scientifique et technique du bâtiment) – Analyse statistique, évaluation de l'exposition et évaluation des risques sanitaires

M. Erwan ENGEL – Directeur de recherche (Inrae, UR370 QuaPA, Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes) – Chimie analytique

M. Gauthier EPPE – Professeur (Université de Liège) – Chimie analytique, contaminants chimiques et composés néoformés

Mme Anne-Sophie FICHEUX – Maître de conférences (Université de Bretagne Occidentale) – Toxicologie alimentaire

M. Eric HOUDEAU – Directeur de recherche (Inrae) – Toxicologie alimentaire, physiopathologie digestive et endocrinologie

M. Jean-Philippe JAEG – Maître de conférences (Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse) – Toxicologie, transfert des contaminants et alimentation animale

Mme Emilie LANCE – Maître de conférences des universités (Université Reims Champagne Ardennes) – Ecotoxicologie et cyanotoxines

M. Olivier LAPREVOTE – Professeur des universités, praticien hospitalier (Université Paris Cité Hôpital Européen Georges Pompidou – AP-HP) – Contaminants et autres xénobiotiques, toxicologie générale et mécanismes de toxicité

M. Michel LAURENTIE – Directeur de recherche (Anses) – Pharmacocinétique, modélisation mathématique

M. Ludovic LE HEGARAT – Responsable de laboratoire (Laboratoire de Fougères, Anses) – Toxicologie

M. Jean-Charles LEBLANC – Chef d'unité (Laboratoire de sécurité des aliments, Anses) – Evaluation des risques chimiques, évaluation des expositions alimentaires et contaminants environnementaux

M. Nicolas LOISEAU – Chargé de recherche (Inrae) – Toxicologie

M. David MAKOWSKI – Directeur de recherche (Inrae) – Statistiques, modélisation

Mme Francesca MANCINI – Professeur des universités (Inserm) – Epidémiologie

M. Eric MARCHIONI – Professeur des universités (Université de Strasbourg, Faculté de Pharmacie) – Chimie analytique

M. Jean-François MASFARAUD – Maître de conférences des universités (Université de Lorraine) – Transfert de contaminants et écotoxicologie

Mme Mathilde MUNIER – Chercheur hospitalier (Inserm, CHU d'Angers) – Perturbateurs endocriniens, toxicité des mélanges et relation dose-réponse

Mme Isabelle OSWALD – Directrice de l'UMR 1331 Toxalim (Inrae) – Toxicologie et mycotoxines

Mme Anne PLATEL – Maître de conférences des universités (Institut Pasteur de Lille) – Toxicologie, toxicologie génétique et toxicologie réglementaire

Mme Marie-Louise SCIPPO – Professeur ordinaire (Université de Liège) – Contaminants, résidus, risques chimiques, sécurité sanitaire, qualité nutritionnelle

M. Yann SIVRY – Maître de conférences des universités (Institut de Physique du Globe de Paris et Université Paris Cité) – Chimie analytique

Mme Paule VASSEUR – Professeur émérite – Université de Lorraine, CNRS – Toxicologie

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

Mme Ariane DUFOUR – Chef de projets scientifiques – Anses

Mme Léna PROVOST – Chargée de projets scientifiques et techniques – Anses

Mme Sonia POISSON (jusqu'en juin 2023) – Chargée de projets scientifiques et techniques – Anses

Appui scientifique à la coordination

M. Chris ROTH – Chef de l'unité Méthodologie et études – Anses

M. Jean-Luc VOLATIER (jusqu'en juin 2024) – Adjoint au directeur de l'évaluation des risques – Anses

Contribution scientifique

Mme Morgane CHAMPION – Chargée de projets scientifiques et techniques – Anses

Lénaïc CABESTANT – Technicienne de laboratoire de l'unité Pesticides et Biotoxines Marine

Chanthadary INTHAVONG – Cheffe adjointe de l'unité Pesticides et Biotoxines Marines

Marine LAMBERT – Responsable du Laboratoire National de Référence pour l'analyse de pesticides selon des méthodes monorésidus de l'unité Pesticides et Biotoxines Marines

Gwenaëlle LAVISON-BOMPARD – Cheffe de l'unité Pesticides et Biotoxines Marines (jusqu'en juillet 2023)

Jean-Charles LEBLANC– Chef de l'unité Pesticides et Biotoxines Marines (à partir de septembre 2023)

Fiona LOBO – Chargée de projets scientifiques et techniques de l'unité Pesticides et Biotoxines Marines

Secrétariat administratif

M. Régis MOLINET – Anses

SOMMAIRE

Présentation des intervenants	3
Sigles et abréviations.....	10
Liste des tableaux	11
Liste des figures.....	15
1 Contexte, objet et modalités de réalisation de l'expertise	17
1.1 Contexte et objectifs de l'étude	17
1.2 Objet de la saisine	19
1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation.....	19
1.4 Prévention des risques de conflits d'intérêts	20
2 Méthodologie	21
2.1 Choix des substances.....	21
2.2 Données de consommation	21
2.2.1 Population enquêtée	22
2.2.2 Recueil des données de consommation	22
2.3 Échantillonnage alimentaire	23
2.3.1 Élaboration du plan d'échantillonnage	23
2.3.2 Mise en œuvre de l'échantillonnage en Guadeloupe et en Martinique.....	35
2.4 Analyse des échantillons	36
2.4.1 Méthode analytique	36
2.4.2 Limites analytiques.....	37
2.5 Calculs des expositions alimentaires	37
2.5.1 Traitements préliminaires des données de contamination	38
2.5.2 Evaluation de l'exposition alimentaire.....	41
2.5.3 Contributions des aliments à l'exposition.....	45
2.5.4 Analyse d'incertitude	46
3 Résultats	47
3.1 Échantillonnage alimentaire	47
3.1.1 Pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson.....	47
3.1.2 Échantillons prélevés	51
3.1.3 Échantillons finaux constitués	52
3.1.4 Imputation des données de contamination manquantes.....	54
3.2 Données de contamination en chlordécone	54
3.2.1 Taux de censure et de quantification par groupe d'aliments	54
3.2.2 Distribution des valeurs de contamination par groupe d'aliments	57
3.2.3 Niveaux de contamination des eaux.....	62

3.3	Données de contamination en chlordécol	63
3.3.1	Taux de censure et de quantification par groupe d'aliments	63
3.3.2	Distribution des valeurs de contamination par groupe d'aliments	66
3.4	Évaluation de l'exposition au chlordécone	68
3.4.1	Évaluation de l'effet cuisson	68
3.4.2	Résultats d'exposition	71
3.4.3	Aliments vecteurs de l'exposition.....	82
4	Incertitudes et limites de l'étude.....	87
4.1	Population considérée et données de l'étude de consommation Kannari.....	87
4.2	Plan d'échantillonnage des aliments	88
4.3	Collecte, préparation et analyse des échantillons	89
4.4	Calculs d'expositions	89
4.5	Conclusion.....	91
5	Conclusions et recommandations.....	94
6	Bibliographie.....	100
Annexe 1 Suivi des actualisations du rapport.....		105
Annexe 2 Processus de sélection des aliments du plan d'échantillonnage de l'étude ChlorExpo à partir de la liste des aliments du questionnaire de FFQ de l'étude Kannari		106
Annexe 3 Classification des communes de Guadeloupe et Martinique en zone contaminée (ZC) ou en zone non contaminée (ZNC) pour la collecte des aliments terrestres en circuit informel.....		107
Annexe 4 : Modes de préparation/cuisson appliqués par item alimentaire en Guadeloupe et Martinique		110
Annexe 5 : Résultats exhaustifs de l'enquête sur les pratiques d'approvisionnement, préparation et cuisson des aliments aux Antilles.....		111
Annexe 6 : Plan d'échantillonnage initial et plan d'échantillonnage réalisé.....		119
Annexe 7 : Niveaux de contamination en chlordécone dans les échantillons finaux		123
Annexe 8 : Résultats des tests statistiques de l'effet région et l'effet circuit réalisés sur les niveaux de contamination en chlordécone par groupe d'aliments.....		129
Annexe 9 : Niveaux de contamination en chlordécol dans les échantillons finaux		131
Annexe 10 : Résultats des tests statistiques de l'effet région réalisés sur les niveaux de contamination en chlordécol par groupe d'aliments.....		137
Annexe 11 : Résultats des tests statistiques réalisés sur l'effet de l'approvisionnement en circuit formel ou informel sur l'exposition		138
Annexe 12 : Résultats des tests statistiques réalisés sur l'effet de l'approvisionnement en circuit informel zone contaminée par rapport au circuit informel zone non contaminée sur l'exposition		140

Annexe 13 : Contribution des aliments à l'exposition totale pour les enfants et les adultes en Guadeloupe et Martinique	142
Annexe 14 : Tableau exhaustif des incertitudes	151
Annexe 15: Zones d'interdiction de pêche en mer en vigueur en Guadeloupe (depuis 2013) et Martinique (depuis 2012)	157

Sigles et abréviations

CES	Comité d'experts spécialisé
CF	Circuit formel
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CI-ZC	Circuit informel – zone réputée contaminée
CI-ZNC	Circuit informel – zone réputée non contaminée
CLD	Chlordécone
CLD-OH	Chlordécol
DAOA	Denrée alimentaire d'origine animale
DAOV	Denrée alimentaire d'origine végétale
DER	Direction de l'Évaluation des Risques
DGS	Direction Générale de la Santé
EAT	Étude de l'alimentation totale
FFQ	<i>Food frequency questionnaire</i> (questionnaire de fréquence de consommation alimentaire)
GMS	Grande et moyenne surface
INCA	Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires
Jafa	Jardins Familiaux
LB	<i>Lower Bound</i> (hypothèse basse de traitement de la censure)
LMR	Limite maximale de résidus
LOD	<i>Limit of Detection</i> (limite de détection)
LOQ	<i>Limit of Quantification</i> (limite de quantification)
LSAL	Laboratoire de sécurité des aliments
MB	<i>Middle Bound</i> (hypothèse moyenne de traitement de la censure)
R24	Rappel de 24 heures
SEA2	Stratégie Environnement et Alimentation
SISE-Eaux	Système d'information en santé-environnement sur les eaux
UB	<i>Upper Bound</i> (hypothèse haute de traitement de la censure)
UME	Unité méthodologie et études
UPBM	Unité pesticides et biotoxines marines
VTR	Valeur toxicologique de référence

Liste des tableaux

Tableau 1 : Nombre d'individus ayant participé à l'enquête de consommation Kannari, par région et par classe d'âge	22
Tableau 2 : Liste des 45 items alimentaires du plan d'échantillonnage et leur groupe d'aliments	27
Tableau 3 : Classification des communes selon les zones réputées contaminées (ZC) et réputées non contaminées (ZNC) selon le type d'aliments dans le circuit informel	28
Tableau 4 : Exemple du plan d'échantillonnage pour les 22 échantillons à prélever pour l'item alimentaire « thon, dorade, marlin » dans les 3 circuits d'approvisionnement en Guadeloupe	33
Tableau 5 : Exemple du plan de préparation et de cuisson pour les 9 échantillons finaux de l'item alimentaire « thon, dorade, marlin » dans les 3 circuits d'approvisionnement en Guadeloupe.....	34
Tableau 6 : Limite de détection (LOD) et de quantification (LOQ) (en µg/kg PF) et incertitude de mesure élargie selon les catégories de matrices (en %) pour le chlordécone et le chlordécol	37
Tableau 7 : Correspondance entre les aliments échantillonnés dans l'étude ChlorExpo et ceux de l'étude Kannari lorsque la nomenclature diverge entre les deux études.....	39
Tableau 8 : Nombres d'échantillons finaux analysés pour la détermination des concentrations en chlordécone et chlordécol par le laboratoire Anses-LSAI-UPBM, par groupe d'aliments et par région	53
Tableau 9 : Résultats des tests de l'« effet région » sur les niveaux de contamination en chlordécone, par groupe d'aliments.....	58
Tableau 10 : Résultats des tests de l'« effet circuit » sur les niveaux de contamination en chlordécone en Guadeloupe et Martinique	61
Tableau 11 : Résultats des analyses de chlordécone dans l'eau, par lieu de prélèvement et par région (base SISE-EAUX, année 2022).....	63
Tableau 12 : Résultats des tests de l'« effet région » sur les niveaux de contamination en chlordécol, par groupe d'aliments	67
Tableau 13 : Résultats des tests statistiques de l'effet de la cuisson sur les niveaux de contamination en chlordécone par groupe d'aliments en Guadeloupe et en Martinique.....	68
Tableau 14 : Bilan des écarts de contamination en chlordécone supérieurs à l'incertitude de mesure du laboratoire entre l'aliment cru et l'aliment cuit, par région et pour les deux régions combinées	69
Tableau 15 : Écarts de contamination en chlordécone supérieurs à l'incertitude de mesure du laboratoire (en µg/kg PF) entre l'aliment « cru » et l'aliment « cuit au court-bouillon », pour les groupes « poissons » et « crustacés et mollusques », en Guadeloupe et Martinique	70
Tableau 16 : Estimations de l'exposition au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%), pour les enfants et les adultes en Guadeloupe (en µg/kg pc/j).	72
Tableau 17 : Estimations de l'exposition au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%), pour les enfants et les adultes en Martinique (en µg/kg pc/j)	72

Tableau 18 : Estimations de l'exposition ($\mu\text{g/kg pc/j}$) au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%), des sous-populations s'approvisionnant le plus en CF et en CI chez les enfants et les adultes en Guadeloupe	76
Tableau 19 : Estimations de l'exposition ($\mu\text{g/kg pc/j}$) au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%) des sous-populations s'approvisionnant le plus en CF et en CI chez les enfants et les adultes en Martinique	77
Tableau 20 : Signe de l'effet de l'approvisionnement sur l'exposition en circuit formel, tous groupes d'aliments confondus et par groupe d'aliments, chez les enfants et les adultes en Guadeloupe et Martinique	78
Tableau 21 : Estimation de l'exposition ($\mu\text{g/kg pc/j}$) au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%) dans les sous-populations s'approvisionnant le plus en CI-ZNC et en CI-ZC chez les enfants et les adultes en Guadeloupe	80
Tableau 22 : Estimation de l'exposition ($\mu\text{g/kg pc/j}$) au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%), dans les sous-populations s'approvisionnant le plus en CI-ZNC et en CI-ZC chez les enfants et les adultes en Martinique	80
Tableau 23 : Signe de l'effet de l'écart entre l'approvisionnement en circuit informel zone réputée contaminée et celui en circuit informel zone réputée non contaminée sur l'exposition, tous groupes d'aliments confondus et par groupe d'aliments, chez les enfants et les adultes, en Guadeloupe et Martinique	81
Tableau 24 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition par ordre décroissant (% et IC 95%), pour les enfants en Guadeloupe	83
Tableau 25 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition par ordre décroissant (% et IC 95%), pour les adultes en Guadeloupe	84
Tableau 26 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition par ordre décroissant (% et IC 95%), pour les enfants en Martinique	85
Tableau 27 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition par ordre décroissant (% et IC 95%), pour les adultes en Martinique	86
Tableau 28 : Synthèse des sources d'incertitude les plus importantes et de l'analyse de leur impact sur l'exposition de la population	92
Tableau 29 : Mode d'approvisionnement, origine, lieu d'approvisionnement, méthode de conservation pour les denrées végétales en Guadeloupe	111
Tableau 30 : Mode d'approvisionnement, origine, lieu d'approvisionnement, méthode de conservation pour les viandes-volailles-abats-œufs en Guadeloupe	112
Tableau 31 : Mode d'approvisionnement, origine, lieu d'approvisionnement, méthode de conservation pour les produits de la pêche en Guadeloupe	112
Tableau 32 : Mode d'approvisionnement, origine, lieu d'approvisionnement, méthode de conservation pour les denrées végétales en Martinique	113
Tableau 33 : Mode d'approvisionnement, origine, lieu d'approvisionnement, méthode de conservation pour les viandes-volailles-abats-œufs en Martinique	114
Tableau 34 : Mode d'approvisionnement, origine, lieu d'approvisionnement, méthode de conservation pour les produits de la pêche en Martinique	114
Tableau 35 : Préparation et cuisson des denrées végétales en Guadeloupe	115
Tableau 36 : Préparation et cuisson des denrées végétales en Martinique	116
Tableau 37 : Cuisson des denrées animales en Guadeloupe	117

Tableau 38 : Cuisson des denrées animales en Martinique.....	118
Tableau 39 : Nombre d'échantillons prélevés par item alimentaire et par circuit en Guadeloupe	119
Tableau 40 : Nombre d'échantillons prélevés par item alimentaire et par circuit en Martinique	120
Tableau 41 : Nombre d'échantillons finaux par item alimentaire et par circuit en Guadeloupe	121
Tableau 42 : Nombre d'échantillons finaux par item alimentaire et par circuit en Martinique	122
Tableau 43 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les denrées végétales selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe	123
Tableau 44 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les denrées végétales selon le circuit et le type de cuisson en Martinique	124
Tableau 45 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les viandes, volailles et abats selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe.....	125
Tableau 46 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les viandes, volailles et abats selon le circuit et le type de cuisson en Martinique	125
Tableau 47 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les œufs selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe	126
Tableau 48 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les œufs selon le circuit et le type de cuisson en Martinique	126
Tableau 49 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les poissons selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe	127
Tableau 50 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les poissons selon le circuit et le type de cuisson en Martinique	127
Tableau 51 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les crustacés et mollusques selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe	128
Tableau 52 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les crustacés et mollusques selon le circuit et le type de cuisson en Martinique	128
Tableau 53 : Résultats des tests de l'« effet région » sur les niveaux de contamination en chlordécone, par groupe d'aliments.....	129
Tableau 54 : Résultats des tests de l'« effet circuit » sur les niveaux de contamination en chlordécone, par groupe d'aliments et par région	130
Tableau 55 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les denrées végétales selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe	131
Tableau 56 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les denrées végétales selon le circuit et le type de cuisson en Martinique	132
Tableau 57 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les viandes, volailles et abats selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe.....	133
Tableau 58 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les viandes, volailles et abats selon le circuit et le type de cuisson en Martinique	133
Tableau 59 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les œufs selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe.....	134

Tableau 60 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les œufs selon le circuit et le type de cuisson en Martinique	134
Tableau 61 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les poissons selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe	135
Tableau 62 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les poissons selon le circuit et le type de cuisson en Martinique	135
Tableau 63: Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les crustacés et mollusques selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe	136
Tableau 64 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les crustacés et mollusques selon le circuit et le type de cuisson en Martinique	136
Tableau 65 : Résultats des tests de l'« effet région » sur les niveaux de contamination en chlordécol, par groupe d'aliments	137
Tableau 66 : Résultats détaillés des tests statistiques GLM et Spearman sur l'effet du Circuit Formel sur l'exposition chez les enfants et les adultes en Guadeloupe	138
Tableau 67 : Résultats détaillés des tests statistiques GLM et Spearman sur l'effet du Circuit Formel sur l'exposition chez les enfants et les adultes en Martinique	139
Tableau 68 : Résultats détaillés du test statistique GLM sur l'effet du Circuit Informel Zone Contaminé par rapport au Circuit Informel Zone Non Contaminée sur l'exposition en Guadeloupe.....	140
Tableau 69 : Résultats détaillés du test statistique GLM sur l'effet du Circuit Informel Zone Contaminé par rapport au Circuit Informel Zone Non Contaminée sur l'exposition en Martinique	141
Tableau 70 : Contribution des aliments à l'exposition pour les enfants en Guadeloupe	142
Tableau 71 : Contribution des aliments à l'exposition pour les adultes en Guadeloupe	144
Tableau 72 : Contribution des aliments à l'exposition pour les enfants en Martinique.....	146
Tableau 73 : Contribution des aliments à l'exposition pour les adultes en Martinique	149
Tableau 74 : Recensement des sources d'incertitude et analyse de leur impact sur l'exposition de la population dans l'étude ChlorExpo	151

Liste des figures

Figure 1 : Représentation de la structure chimique 2D de la molécule de chlordécone (gauche) et de chlordécol (droite) <i>Source des images : PubChem</i>	21
Figure 2 : Schéma de la méthode de quantification journalière des aliments consommés par combinaison des données du FFQ et des R24	23
Figure 3 : Constitution des échantillons finaux sur la base des échantillons prélevés (exemple de la carotte en CF en Guadeloupe).....	29
Figure 4 : Arbre de décision pour l'imputation des sources d'approvisionnement manquantes	40
Figure 5 : Répartition du principal circuit d'approvisionnement par groupe d'aliments, dans les populations de Guadeloupe et Martinique	48
Figure 6 : Répartition du principal lieu d'approvisionnement, par groupe d'aliments, dans les populations de Guadeloupe et Martinique	49
Figure 7 : Répartition du principal mode de cuisson, pour les denrées végétales, dans les populations de Guadeloupe et Martinique	50
Figure 8 : Répartition du principal mode de cuisson, pour les œufs, dans les populations de Guadeloupe et Martinique	50
Figure 9 : Répartition du principal mode de cuisson, pour les denrées animales (hors œufs), dans les populations de Guadeloupe et Martinique	51
Figure 10 : Taux de collecte des échantillons prélevés par rapport au plan initial, par groupe d'aliments et circuit en Guadeloupe et Martinique	52
Figure 11 : Taux de constitution des échantillons finaux par rapport au plan initial, par groupe d'aliments et circuit en Guadeloupe et Martinique	53
Figure 12 : Taux de censure et de quantification en chlordécone, par groupe d'aliments en Guadeloupe et en Martinique	55
Figure 13 : Taux de censure et de quantification en chlordécone par groupe d'aliments et circuit d'approvisionnement en Guadeloupe et en Martinique	56
Figure 14 : Distribution de la contamination en chlordécone (en µg/kg PF) par groupe d'aliments et par région	57
Figure 15 : Distribution de la contamination en chlordécone (en µg/kg PF) par groupe d'aliments et circuit d'approvisionnement, pour la Guadeloupe	59
Figure 16 : Distribution de la contamination en chlordécone (en µg/kg PF) par groupe d'aliments et circuit d'approvisionnement, pour la Martinique	60
Figure 17 : Taux de censure et de quantification en chlordécol par groupe d'aliments en Guadeloupe et en Martinique	64
Figure 18 : Taux de censure et de quantification en chlordécol par groupe d'aliments et circuit d'approvisionnement en Guadeloupe et en Martinique	65
Figure 19 : Distribution de la contamination en chlordécol (en µg/kg PF) par groupe d'aliments et par région	66
Figure 20 : Percentiles de l'exposition (du P50 au P99) et leurs intervalles de confiance à 95% (en µg/kg pc/j), chez les enfants et les adultes en Guadeloupe	73

Figure 21 : Percentiles de l'exposition (du P50 au P99) et leurs intervalles de confiance à 95% (en $\mu\text{g/kg pc/j}$), chez les enfants et les adultes en Martinique	74
Figure 22 : Distribution de la proportion d'approvisionnement (en %) en circuit formel, pour les adultes et les enfants en Guadeloupe et en Martinique	75
Figure 23 : Distribution de la proportion d'approvisionnement (en %) en circuit informel zone contaminée, pour les adultes et les enfants en Guadeloupe et en Martinique	79
Figure 24 : Classement des communes de Guadeloupe en ZC et ZNC pour les aliments terrestres	108
Figure 25 : Classement des communes de Martinique en ZC et ZNC pour les aliments terrestres	109

1 Contexte, objet et modalités de réalisation de l'expertise

1.1 Contexte et objectifs de l'étude

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été saisie par la Direction générale de la santé (DGS) en janvier 2021 pour évaluer l'exposition alimentaire de la population des Antilles françaises au chlordécone en prenant en compte l'effet de la préparation et de la cuisson des aliments (saisine 2020-SA-0065).

Le chlordécone, pesticide organochloré, a été utilisé dans les bananeraies des Antilles françaises jusqu'en 1993. Très persistant, il pollue durablement les sols, les eaux douces (de surface ou souterraines) et les eaux marines (Cabidoche et al. 2009; Cattán et al. 2019; Charlier et al. 2015). Il contamine encore aujourd'hui les productions agricoles végétales et animales (Clostre et al. 2017), les produits de la pêche (Coat et al. 2011) ainsi que différents compartiments environnementaux et leurs écosystèmes (nappes phréatiques, rivières, zones côtières, mer...) (Dromard et al. 2018; Coulis et al. 2024). De nombreuses études ont alimenté la compréhension de la pollution et permis la mise en place d'outils et de mesures de gestion (CPSN 2023).

Le chlordécone est une substance toxique pour l'humain, classé substance cancérigène possible chez l'Homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) (IARC 1979), cancérigène suspecté (H351, cancérigène de groupe 2) au sens du règlement CLP² et perturbateur endocrinien potentiel³ (Anses 2021a). Des études expérimentales et épidémiologiques ont notamment rapporté des effets néfastes sur le système nerveux et le système hormonal (Multigner et al. 2018) et l'Anses a conclu à une probable relation causale entre le cancer de la prostate et l'exposition aux pesticides en général, et au chlordécone en particulier (Anses 2021b). L'impact sanitaire de cette contamination persistante est source de tensions et de préoccupations dans les territoires concernés (Tete 2019; Ferdinand 2015, 2023).

La voie principale d'exposition au chlordécone des populations vivant aux Antilles est la voie alimentaire (Afssa 2003, 2005). Dès 2003, l'objectif de réduire l'exposition alimentaire des consommateurs antillais s'est imposé avec la mise en place de mesures de gestion. Ces mesures ont été actualisées en fonction de l'évolution de la caractérisation de la pollution et de ses impacts, en déterminant des limites maximales de résidus (LMR), en ajustant les recommandations de consommation alimentaire (origine des denrées, fréquences de consommation, populations présentant un risque de surexposition...) et en déployant des mesures de contrôle sur le terrain (conformité des denrées commercialisées...). Ces mesures de gestion⁴ ont permis d'accompagner les producteurs et éleveurs pour améliorer les taux de

² Règlement (CE) n°1272/2008 – Classification, emballage et étiquetage des substances chimiques et des mélanges (CLP, pour *Classification, Labelling, Packaging*)

³ effets uniquement observés *in vitro* sur des cellules humaines

⁴ Pour les éleveurs, les mesures sont par exemple : déplacer les animaux vers des terrains non contaminés, isoler ou parquer les animaux pour éviter tout accès aux sols contaminés, alimenter le bétail avec du fourrage ou des aliments non souillés par du sol contaminé, piloter la décontamination du bétail via un outil d'aide à la décision pour assurer la conformité des carcasses... Pour les consommateurs, les mesures consistent, par exemple dans le cadre du programme des Jardins Familiaux (JAFA), en un accompagnement des habitants de Guadeloupe et de Martinique via des

conformité de leur production par rapport aux LMR ainsi que les consommateurs pour réduire les expositions et les risques associés.

Depuis le début des années 2000, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) puis l'Anses ont rendu des avis et rapports sur les LMR dans les aliments et l'élaboration de valeurs toxicologiques de référence (VTR) (Afssa 2003, 2007b; Anses 2021c), ainsi que sur l'évaluation de l'exposition de la population de Guadeloupe et Martinique au chlordécone via l'alimentation (Afssa 2005, 2007a; Anses 2017c, 2022b). Ces études ont mis en évidence que certaines catégories de populations étaient surexposées (pêcheurs par exemple) ou à risque de l'être, et ont permis d'identifier les aliments les plus contributeurs à l'exposition au chlordécone, du fait de leur niveau élevé de contamination et/ou de l'importance de leur consommation. Ces études étaient basées sur l'analyse de la contamination de denrées alimentaires crues prélevées sur le terrain ou dans les commerces, et n'ont pas pris en compte les effets potentiels de la préparation et de la cuisson des aliments (Clostre et al. 2014). Ces données, très utiles pour élaborer les premières recommandations, datent cependant de 2007 à 2014 et nécessitaient d'être mises à jour afin d'actualiser l'évaluation de l'exposition au chlordécone des populations aux Antilles, alors que se déroule – en parallèle – la 2^{ème} étude de biosurveillance au chlordécone, Kannari 2, pilotée par Santé publique France.

Plusieurs voies de dégradation environnementales (microbiologiques ou photochimiques) du chlordécone ($C_{10}Cl_{10}O$; CAS 143-50-0 ; 490,63 g.mol⁻¹) sont décrites dans la littérature scientifique (Chevallier et al. 2019; Chaussonnerie et al. 2016). Il s'agit en particulier de :

- la dégradation en **hydrochlordécones**, en polychloroindènes et en acides polychloroindène-carboxyliques ;
- la transformation de la fonction cétone en alcool, induisant l'apparition de **chlordécol** ($C_{10}H_2Cl_{10}O$; CAS 1034-41-9 ; 492,65 g.mol⁻¹). Le chlordécol est aussi une impureté des formules commerciales du chlordécone utilisées dans les Antilles (Képone® et Curlone®).

Par ailleurs, une étude bibliographique portant sur des publications scientifiques parues entre 1979 et 2024 suggère que la cuisson d'une matrice animale contaminée par du chlordécone peut donner lieu (sans que cela soit quantifié) à des phénomènes :

- de réduction du chlordécone en chlordécol ;
- de transfert du chlordécone dans le jus de cuisson ;
- d'élimination du chlordécone par volatilisation.

Ainsi, des publications scientifiques récentes (Martin et al. 2020; Devriendt-Renault et al. 2023, 2024) ont indiqué que des traitements thermiques des aliments, en l'occurrence certains modes de cuisson, pourraient avoir un impact sur la dégradation du chlordécone dans ces aliments, en particulier les produits carnés et les poissons. D'après ces auteurs, certains traitements thermiques seraient en effet efficaces pour diminuer la concentration en chlordécone dans les aliments à la fois par volatilisation mais aussi par réduction en un produit de thermolyse, le chlordécol, qui a tendance à s'accumuler dans l'aliment. Le chlordécol resterait alors dans la matrice alimentaire, aux températures usuelles de cuisson (four, friture, et micro-onde) (Devriendt et al., 2024).

Ces éléments ont contribué à déterminer le design de l'étude ChlorExpo qui vise à affiner l'estimation de l'exposition alimentaire au chlordécone de la population de Guadeloupe et de Martinique, en prenant en compte les habitudes alimentaires de la population, à savoir les

ateliers pratiques (culture hors sol, poulailler évitant le contact avec le sol, préparation des aliments...), un accès à des jardins non contaminés, des ateliers de nutrition, un suivi et des conseils techniques et nutritionnels...

circuits d'approvisionnement, les pratiques de préparation et de cuisson des aliments, et des données récentes sur les niveaux de contamination des aliments. La méthode mise en place pour ChlorExpo s'inspire de celle des études de l'alimentation totale (EAT), régulièrement menées par l'Anses, pour la collecte et la préparation des aliments « tels que consommés » par la population. La méthodologie de ChlorExpo intègre les enseignements des précédentes études d'exposition au chlordécone (Anses 2017c, 2022b) en termes d'aliments vecteurs et de prise en compte de pratiques informelles telles que l'autoproduction, et mobilise de nouvelles données sur les pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments. Cette étude ChlorExpo a également comme objectif d'estimer, pour la première fois, l'exposition alimentaire au chlordécol, un des principaux métabolites du chlordécone. Elle repose notamment sur l'acquisition de nouvelles données sur les teneurs actuelles en chlordécone et chlordécol dans les aliments.

L'étude ChlorExpo s'inscrit dans le plan national chlordécone IV (2021-2027)⁵, en tant que mesure Stratégie Environnement et Alimentation (SEA2) intitulée « Evaluer l'exposition par voie alimentaire des populations à la chlordécone (étude sur l'évaluation de l'exposition de la population des Antilles à la chlordécone et de l'impact de la cuisson sur la contamination des aliments) » de la stratégie « Santé – Environnement – Alimentation »⁶.

1.2 Objet de la saisine

L'objet de la saisine est de :

- collecter de nouvelles données de teneur en chlordécone et produire des données de teneur en chlordécol dans les aliments consommés aux Antilles identifiés comme vecteurs du chlordécone dans l'étude Kannari (Anses 2017c) ;
- estimer les expositions alimentaires chroniques de la population des Antilles, après combinaison de ces nouvelles données de contamination avec les données de consommations de l'étude Kannari (Anses 2017c) ;
- identifier les principaux aliments vecteurs de l'exposition alimentaire au chlordécone et au chlordécol calculée avec les nouvelles données de contamination ;
- déterminer l'effet de la préparation et de la cuisson des aliments sur l'exposition alimentaire au chlordécone et au chlordécol et proposer des recommandations sur les modes de préparation et cuisson pour réduire l'exposition.

1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation

L'Anses a confié au groupe de travail (GT) « ChlorExpo », rattaché au comité d'experts spécialisé (CES) « ERCA », l'instruction de cette saisine.

La saisine a été coordonnée par l'Unité Méthodologie et études (UME) au sein de la Direction de l'Évaluation des risques (DER). L'UME, en collaboration avec le GT ChlorExpo, était en particulier en charge de :

- mettre en place une enquête pour recueillir les pratiques alimentaires en termes d'approvisionnement, préparation et cuisson des aliments ;
- définir le plan d'échantillonnage alimentaire ;

⁵ <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/les-plans-nationaux-sante-environnement/article/le-plan-chlordecone-iv-2021-2027>

⁶ <https://www.chlordecone-info.fr/comprendre/la-strategie-chlordecone/consulter-les-mesures/>

- mettre en œuvre un appel d'offres pour sélectionner des prestataires en Guadeloupe et en Martinique pour collecter et préparer les échantillons alimentaires, et assurer le suivi de la qualité de l'échantillonnage réalisé ;
- valider et analyser les résultats d'analyse de concentration de chlordécone et de chlordécol dans les aliments ;
- estimer les expositions alimentaires de la population au chlordécone et au chlordécol.

Les travaux d'expertise du GT ChlorExpo ont été soumis régulièrement au CES ERCA, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques. Le rapport produit par le GT tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES et a été validé par le CES.

Ces travaux sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – prescriptions générales de compétence pour une expertise »

1.4 Prévention des risques de conflits d'intérêts

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/>.

2 Méthodologie

2.1 Choix des substances

Compte tenu du budget alloué à l'étude, le choix des substances s'est porté sur deux molécules : le **chlordécone** ($C_{10}Cl_{10}O$), une molécule organochlorée, et le **chlordécol** ($C_{10}H_2Cl_{10}O$) (Figure 1), métabolite du chlordécone retrouvé dans l'environnement et dans des matrices animales du fait du métabolisme biologique du chlordécone (Houston et al. 1981; Soine et al. 1983).

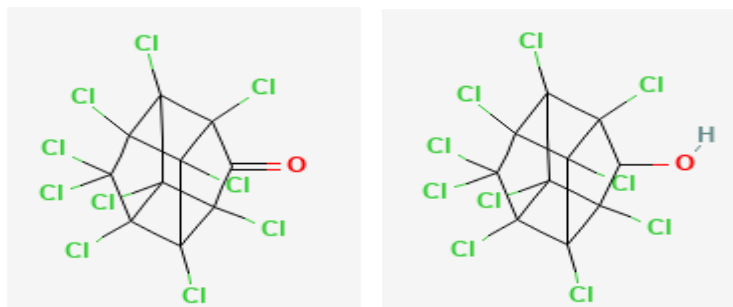


Figure 1 : Représentation de la structure chimique 2D de la molécule de chlordécone (gauche) et de chlordécol (droite) Source des images : [PubChem](#)

Le chlordécone est un puissant insecticide utilisé dans les bananeraies aux Antilles françaises entre 1972 et 1993, d'abord sous la marque Kepone® puis sous la marque Curlone® à partir de 1981, afin de lutter contre le charançon du bananier. Le chlordécone a été classé substance cancérigène possible chez l'Homme en 1979 par le CIRC (IARC 1979) et cancérigène suspecté (H351, cancérigène de groupe 2) au sens du règlement CLP⁷. En septembre 1993, le chlordécone est définitivement interdit aux Antilles françaises. Cependant sa persistance dans les sols et son transfert vers les masses d'eau conduisent à une exposition indirecte majeure de la population via l'alimentation (Anses 2022b). Jusqu'alors, seule l'exposition au chlordécone avait été analysée. Le chlordécol est retenu dans cette étude pour compléter le panorama de l'exposition alimentaire liée à l'utilisation de l'insecticide à base de chlordécone aux Antilles, car ce métabolite est l'une des seules molécules actuellement dosée en routine (méthode d'analyse publiée, Saint-Hilaire et al. 2018) avec le chlordécone⁸ et dont la toxicité a été ultérieurement suggérée (Baratzhanova et al. 2025). D'autres produits de transformation font l'objet de travaux de recherche principalement dans les compartiments environnementaux (sols, eaux), mais aucune méthode analytique validée n'est actuellement disponible pour leur dosage en routine dans les matrices alimentaires. Ce choix a pour objectif de fournir une première image de l'exposition aux produits de dégradation du chlordécone aux Antilles.

2.2 Données de consommation

Lors de la mise en place de l'étude ChlorExpo avec les parties prenantes, au vu du budget disponible, il a été décidé de prioriser l'acquisition de nouvelles données de contamination aux dépens de nouvelles données de consommations alimentaires. Ainsi, les données de consommation utilisées pour calculer l'exposition alimentaire proviennent de l'enquête de

⁷ Règlement (CE) n°1272/2008 CLP

⁸ Le 5b-hydrochlordécone n'a pas pu être retenu dans l'étude en raison des contraintes budgétaires (coût prohibitif de l'étalon).

terrain réalisée en 2013-2014 dans le cadre du projet Kannari (Anses 2017c; Castetbon, Ramalli, et al. 2016; Castetbon, Vaidie, et al. 2016).

2.2.1 Population enquêtée

Les individus de l'enquête de consommation Kannari ont été sélectionnés selon un plan de sondage à trois degrés (Castetbon et al. 2016) :

- premier degré : tirage aléatoire d'îlots (zones géographiques définies par l'Insee), stratifié selon les zones de contamination au chlordécone en littoral ou dans les terres⁹ ;
- deuxième degré : tirage aléatoire de foyers au sein des îlots, à partir de la base des logements établie lors du recensement de l'Insee de 2012 pour chaque région, dans 4 strates distinctes (logements de pêcheurs, logements d'îlots littoraux, logements individuels d'îlots contaminés, autres logements) ;
- troisième degré : tirage aléatoire parmi les individus éligibles du foyer. Un adulte (individu de plus de 16 ans) ainsi qu'un ou plusieurs enfants (d'âge compris entre 3 et 15 ans) sont tirés au sort dans chaque foyer.

Les effectifs totaux des échantillons d'adultes et d'enfants enquêtés par région sont indiqués dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Nombre d'individus ayant participé à l'enquête de consommation Kannari, par région et par classe d'âge

	Guadeloupe	Martinique	Total
Enfants (de 3 à 15 ans)	258	226	484
Adultes (16 ans et plus)	849	876	1725
Total	1107	1102	2209

2.2.2 Recueil des données de consommation

La première phase de l'enquête a été réalisée sur le terrain en face-à-face afin de renseigner différents questionnaires :

- un questionnaire « foyer » administré à la personne de référence du foyer pour recueillir les caractéristiques socio-démographiques du foyer ;
- un questionnaire « santé et modes de vie » ;
- deux questionnaires portant spécifiquement sur les consommations alimentaires :
 - un questionnaire de fréquence de consommation alimentaire (FFQ) semi-quantitatif, administré à chaque individu participant à l'étude, afin de déterminer les fréquences moyennes de consommation de 111 items alimentaires couvrant l'ensemble de l'alimentation, portant sur les 12 mois précédant l'enquête ;
 - un questionnaire « approvisionnement » administré à la personne en charge de l'approvisionnement alimentaire pour déterminer les habitudes d'approvisionnement du foyer (circuits d'approvisionnement, fréquence

⁹ Cartographie des zones actualisée en 2013 fournie par les Directions de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DAAF) de Guadeloupe et Martinique.

d'approvisionnement...) pour les fruits, légumes, racines et produits animaux, au cours des 12 mois précédant l'enquête.

En complément, deux rappels de 24 heures (R24) ont été réalisés sur deux jours non-consécutifs, par entretien téléphonique avec chaque participant âgé de 11 ans et plus, afin de renseigner l'ensemble des aliments et les quantités consommées par l'individu (à domicile et hors domicile) au cours des 24 heures de la veille de l'appel téléphonique.

Les quantités quotidiennes consommées par individu et par aliment ont été déterminées en combinant les données du FFQ et celles des R24 selon le schéma présenté dans la Figure 2.

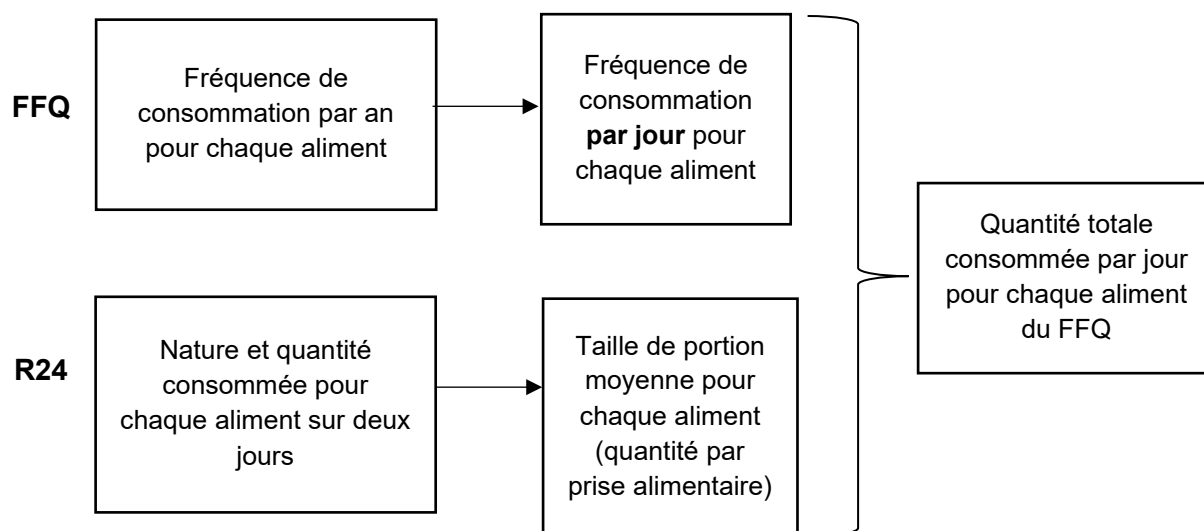


Figure 2 : Schéma de la méthode de quantification journalière des aliments consommés par combinaison des données du FFQ et des R24

2.3 Échantillonnage alimentaire

L'échantillonnage alimentaire réalisé dans le cadre de l'étude ChlorExpo a consisté en la collecte d'aliments issus de différents points de vente ou lieux d'autoproduction (production du jardin familial ou pêche de loisir), puis de leur préparation et cuisson. L'échantillonnage alimentaire est réalisé de manière à être aussi représentatif que possible des habitudes alimentaires des populations de Martinique et de Guadeloupe. Cette étape repose sur un plan d'échantillonnage construit à partir de deux types de données : 1) les données permettant de déterminer les aliments les plus contributeurs à l'exposition au chlordécone et 2) les pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments.

Les étapes de prélèvement des aliments, leur préparation et cuisson ont été réalisées par la société Ecotip en Guadeloupe et la fédération Fredon en Martinique, sur financement de l'Anses.

2.3.1 Élaboration du plan d'échantillonnage

Du fait des différences de pratiques alimentaires notables entre les deux régions (Anses 2017c), un plan d'échantillonnage a été établi pour la Martinique et un autre pour la Guadeloupe.

2.3.1.1 Enquête sur les pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments

Afin d'être le plus représentatif possible des pratiques actuelles des populations de Guadeloupe et Martinique en termes d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments, une enquête a été menée par la société IPSOS Antilles entre juillet et octobre 2021. L'enquête a été réalisée auprès d'un échantillon de 751 ménages de Martinique et 753 ménages de Guadeloupe. Elle avait pour objectif de recueillir d'une part, les informations sur les types (achat, autoproduction, don) et les lieux d'approvisionnement, ainsi que l'origine (locale ou importée) des aliments, et d'autre part, les informations sur les modes de préparation et de cuisson des aliments. Les répondants ont été sélectionnés de manière à constituer un échantillon représentatif de ménages ordinaires¹⁰ de Martinique et de Guadeloupe continentale (hors dépendances). La représentativité de l'échantillon a été assurée par la méthode des quotas sur la base des données de recensement de l'Insee de 2017 relatives aux variables suivantes : sexe, âge, profession et catégorie socioprofessionnelle de la personne de référence du foyer, taille du foyer et type d'habitation (collectif vs individuel), zone de résidence (3 grandes zones¹¹ par région) et catégorie d'habitat (taille d'unités urbaines en 3 classes). Toutes les communes des deux régions étaient potentiellement concernées par l'enquête. L'enquête a été menée en face-à-face par des enquêteurs professionnels munis de tablettes, au domicile des participants en interrogeant la personne en charge des achats et/ou de la préparation des repas.

La liste des aliments intégrés dans le questionnaire a été établie sur la base de l'enquête de consommation Kannari, retravaillée par le GT ChlorExpo. Dans une démarche volontairement large, les aliments retenus sont ceux ayant contribué à au moins 1% de l'exposition totale dans une des populations considérées (les adultes ou les enfants de Martinique ou de Guadeloupe), quelle que soit l'hypothèse de traitement de la censure considérée (hypothèses haute et basse) selon les expositions du rapport Kannari (Anses 2017c). Certains aliments de la nomenclature du FFQ ont été séparés pour plus de précision (ex. palourdes et burgots à la place de « coquillages » utilisé dans le FFQ). Certains poissons ne figurant pas dans le FFQ ont été ajoutés à dire d'experts : le poisson lion, dont la consommation est en hausse depuis 10 ans, et le brochet des mers en raison de sa forte contamination dans les zones contaminées. La liste finale des aliments intégrés dans le questionnaire des pratiques comporte 59 aliments (cf. schéma Annexe 2). Les aliments ont été classés en 3 catégories : « fruits, légumes et tubercules » (36 aliments), « viandes et œufs » (5 aliments), « poissons, crustacés et mollusques » (18 aliments). Lors de l'enquête, ces 3 catégories ont été abordées dans un ordre aléatoire d'un entretien à l'autre afin d'éviter un biais de lassitude qui aurait toujours touché la même catégorie d'aliments. Pour la même raison, au sein d'une catégorie, les aliments détaillés sont également présentés dans un ordre différent d'un entretien à l'autre.

Les résultats de cette enquête ont servi non seulement à la définition finale du plan d'échantillonnage pour le recueil des aliments, mais également à donner les consignes pour les préparations et cuissons des aliments au plus près des habitudes actuelles de la population, en vue de leur analyse en laboratoire (voir § 2.3.2).

¹⁰ Un ménage ordinaire au sens du recensement de la population est constitué de l'ensemble des occupants habituels, quels que soient les liens qui les unissent, d'une unité d'habitation privée (local séparé et indépendant), occupée comme résidence principale, à l'exclusion de toute habitation mobile. Source Insee : <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1881>.

¹¹ Les 3 zones en Guadeloupe sont Centre, Grande-Terre et Basse-Terre. Les 3 zones en Martinique sont Nord, Centre et Sud.

2.3.1.2 Détermination de la liste des aliments à échantillonner

La liste des aliments du plan d'échantillonnage a été élaborée, en concertation avec le GT, à partir de la liste des 59 aliments retenus pour l'enquête sur les pratiques d'approvisionnement (voir § 2.3.1.1) et des données de contamination issues de l'étude Kannari. Les sources de données de contamination en chlordécone des aliments de l'étude Kannari sont les plans de surveillance et de contrôle des services de l'État, les campagnes de prélèvements de l'Ifremer et de l'Agence régionale de santé (ARS) Martinique, et la campagne de prélèvements réalisée spécifiquement pour l'étude Kannari. Afin d'obtenir la liste la plus pertinente au vu de l'objectif de l'étude ChlorExpo et de son cadrage financier, une démarche en 2 étapes a été mise en œuvre (cf. Annexe 2) :

- parmi la liste des 59 aliments retenus dans l'enquête sur les pratiques d'approvisionnement, ceux dont les niveaux de contamination ont toujours été inférieurs aux limites de quantification lors des analyses existantes ont été écartés ;
- à dire d'experts, il a été décidé de conserver les aliments banane fruit, mangue, melon et aubergine/tomate/poivron afin de confirmer la faible ou l'absence de contamination de ces aliments largement consommés.

La liste finale des 45 items alimentaires constitués d'un ou de plusieurs aliments¹² du plan d'échantillonnage est présentée dans le Tableau 2.

Les aliments collectés sont des aliments bruts, non transformés, qui seront ensuite préparés tels que consommés, c'est-à-dire en se basant sur les modes de cuisson les plus pratiqués dans la population des Antilles.

2.3.1.3 Définition des circuits d'approvisionnement

Trois circuits d'approvisionnement ont été définis pour l'étude ChlorExpo pour établir le plan d'échantillonnage, des aliments étant achetés ou prélevés au sein de chacun des trois circuits. Le circuit formel (CF) correspond aux commerces sujets à des contrôles sanitaires réguliers par les services de l'État. Il inclut les hyper ou supermarchés, les commerces de proximité tels que les boucheries, poissonneries, primeurs, épiceries ou supérettes, la vente directe auprès d'agriculteurs/pêcheurs ainsi que les marchés et étals professionnels. La collecte s'est faite par des achats dans ces commerces.

Les circuits informels (CI) correspondent aux autres sources d'approvisionnement possibles, à savoir les stands de bords de route, des vendeurs ambulants, l'autoproduction (ex. jardins familiaux) et la pêche de loisir. Dans ce cas, la collecte a consisté en des achats sur les stands de bord de route et des prélèvements (contre un éventuel dédommagement) pour l'autoproduction et la pêche de loisir.

Afin de tenir compte de la variabilité potentielle des contaminations dans les aliments en fonction du lieu où ils peuvent être produits ou prélevés (et a priori hors contrôles sanitaires des services de l'État), deux types de CI sont considérés dans le plan d'échantillonnage : le CI en zone réputée contaminée (CI-ZC) et le CI en zone réputée non contaminée (CI-ZNC). Cette distinction a été guidée par la contamination potentielle du sol de la zone de production ou d'achat pour les aliments terrestres et des zones d'interdiction de pêche pour les produits de la pêche, dans une approche analogue à celle mise en œuvre lors de l'étude Kannari (Anses 2017c). Pour les aliments terrestres, l'ensemble des données disponibles sur les plateformes KaruGéo et GéoMartinique en janvier 2023¹³ a été utilisé pour d'abord classer les

¹² Lorsque l'item alimentaire contient plusieurs aliments différents, ceux-ci sont séparés par des virgules.

¹³ Les deux plateformes disposent de résultats de prélèvements de sols avec environ 10 000 données en Guadeloupe (KaruGéo : <https://www.karugeo.fr/accueil>) et environ 23 000 données en Martinique (GéoMartinique : <https://www.geomartinique.fr/accueil>) prélevées entre 2003 et 2022.

communes en fonction du niveau le plus récent de contamination des sols. Une commune est classée en ZC si la présence de chlordécone est détectée dans au moins 50% des prélèvements de sol pour cette commune ou si plus de 30% des prélèvements de sol présentent une teneur en chlordécone supérieure à 0,1mg/kg. Si la présence de chlordécone est détectée dans moins de 25% des prélèvements et que moins de 5% des prélèvements présentent une teneur en chlordécone dépassant 1mg/kg, la commune est classée en ZNC. Cette classification a ensuite été analysée au regard de celle retenue dans l'étude Kannari. Le détail de cette méthodologie pour le classement final des communes pour l'échantillonnage des aliments terrestres et les cartes qui en résultent figurent à l'Annexe 3. Pour l'échantillonnage des produits de la pêche, une classification spécifique des communes a été réalisée pour l'étude ChlorExpo en tenant compte des zones d'interdiction de pêche en mer¹⁴ pour les aliments marins et en tenant compte des interdictions en rivière¹⁵ pour les aliments d'eau douce. Ainsi, les produits de la pêche collectés dans les communes adjacentes aux zones d'interdiction sont attribués au circuit CI-ZC, alors que ceux collectés dans les communes non limitrophes des zones d'interdiction sont attribués au circuit CI-ZNC.

La liste des communes classées en zone réputée contaminée et en zone réputée non contaminée, utilisée pour le plan d'échantillonnage est présentée dans le Tableau 3 pour chaque région et selon le type d'aliments.

¹⁴ Les interdictions de pêche pour les zones maritimes sont indiquées dans les arrêtés préfectoraux n°2012335-0003 et n°R02-2019-04-25-003 pour la Martinique et n° 971-2019-08-20-003 pour la Guadeloupe.

¹⁵ Les interdictions de pêche en rivières sont indiquées dans les arrêtés préfectoraux n°2012325-0006 pour la Martinique et du 29/07/2016 pour la Guadeloupe.

Tableau 2 : Liste des 45 items alimentaires du plan d'échantillonnage et leur groupe d'aliments

Groupe d'aliments	n° d'item	Composition de l'item alimentaire
FRUITS	1	Citron vert, citron jaune, lime
	2	Orange, clémentine, mandarine
	3	Banane fruit
	4	Melon, pastèque
	5	Mangue
LEGUMES ET LEGUMES RACINES	6	Tomate, aubergine, poivron
	7	Courgette
	8	Giraumon
	9	Betterave
	10	Carotte
	11	Navet
	12	Radis
	13	Concombre
	14	Salade
	15	Epinard
	16	Poireau
	17	Cive, oignon pays
TUBERCULES	18	Couscouche, igname
	19	Madère/dachine*
	20	Malanga/chou caraïbe*
	21	Manioc
	22	Patate douce
VIANDES VOLAILLES ET ABATS	23	Volaille entière
	24	Volaille en morceau
	25	Viande de bœuf et de veau
	26	Abats
OEUFS	27	Œufs
POISSONS	28	Thazard
	29	Tarpon/grandes écailles*, bécune/barracuda*
	30	Brochet des mers
	31	Thon, dorade, marlin
	32	Poisson perroquet/chat*, marignan, poisson coffre, poisson chirurgien
	33	Poisson volant/poule des mers/grondin*, balaou/demi-bec*, coulirou
	34	Vivaneau, gorette, mérrou/couronné rouge/grande gueule*
	35	Poisson lion
	36	Poisson d'eau douce : tilapia/saint Pierre, mulot
CRUSTACES ET MOLLUSQUES	37	Crabe cirique
	38	Langouste (oma blan*)
	39	Crevette de mer profonde
	40	Crevette d'eau douce (cacador*)
	41	Ecrevisse (ouassou*)
	42	Lambi
	43	Chatrou
	44	Palourde
	45	Burgot

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

Tableau 3 : Classification des communes selon les zones réputées contaminées (ZC) et réputées non contaminées (ZNC) selon le type d'aliments dans le circuit informel

Région	Code Insee	Commune	Aliments terrestres	Aliments d'eau douce	Aliments marins
GUADELOUPE	97101	LES ABYMES	znc		
	97102	ANSE-BERTRAND	znc		znc
	97103	BAIE-MAHAULT	znc		znc
	97104	BAILLIF	znc	znc	znc
	97105	BASSE-TERRE			
	97106	BOUILLANTE			znc
	97107	CAPESTERRE-BELLE-EAU	znc	znc	znc
	97109	GOURBEYRE	znc	znc	znc
	97111	DESHAIES	znc	znc	znc
	97113	LE GOSIER	znc		znc
	97114	GOYAVE	znc	znc	znc
	97115	LAMENTIN		znc	
	97116	MORNE-A-L'EAU	znc		znc
	97117	LE MOULE	znc		znc
	97118	PETIT-BOURG		znc	znc
	97119	PETIT-CANAL	znc		znc
	97120	POINTE-A-PITRE			
	97121	POINTE-NOIRE			znc
	97122	PORT-LOUIS	znc		znc
	97124	SAINT-CLAUDE	znc	znc	
	97125	SAINT-FRANCOIS	znc		znc
	97128	SAINTE-ANNE	znc		znc
	97129	SAINTE-ROSE	znc	znc	znc
	97132	TROIS-RIVIERES	znc	znc	znc
	97133	VIEUX-FORT			znc
	97134	VIEUX-HABITANTS			znc
MARTINIQUE	97201	L'AJOUA-BOUILLON	znc		
	97202	LES ANSES-D'ARLET	znc	znc	znc
	97203	BASSE-POINTE	znc	znc	znc
	97204	LE CARBET	znc	znc	znc
	97205	CASE-PILOTE	znc	znc	znc
	97206	LE DIAMANT	znc	znc	znc
	97207	DUCOS	znc		znc
	97208	FONDS-SAINT-DENIS	znc		
	97209	FORT-DE-FRANCE	znc	znc	
	97210	LE FRANCOIS	znc		znc
	97211	GRAND'RIVIERE	znc	znc	
	97212	GROS-MORNE		znc	
	97213	LE LAMENTIN	znc	znc	znc
	97214	LE LORRAIN	znc	znc	znc
	97215	MACOUBA	znc	znc	znc
	97216	LE MARIGOT	znc		znc
	97217	LE MARIN	znc		znc
	97218	LE MORNE-ROUGE	znc	znc	
	97219	LE PRECHEUR		znc	
	97220	RIVIERE-PILOTE	znc	znc	znc
	97221	RIVIERE-SALEE	znc	znc	
	97222	LE ROBERT	znc		znc
	97223	SAINT-ESPRIT	znc	znc	
	97224	SAINT-JOSEPH		znc	
	97225	SAINT-PIERRE	znc		znc
	97226	SAINTE-ANNE	znc		znc
	97227	SAINTE-LUCE	znc	znc	znc
	97228	SAINTE-MARIE	znc		znc
	97229	SCHŒLCHER	znc	znc	znc
	97230	LA TRINITE	znc	znc	
	97231	LES TROIS-ILETS	znc	znc	znc
	97232	LE VAUCLIN	znc		znc
	97233	LE MORNE-VERT	znc		
	97234	BELFONTAINE	znc		znc

2.3.1.4 Constitution des échantillons finaux

► Méthode

Puisqu'il s'agit d'une étude d'exposition alimentaire chronique, la méthode utilisée pour constituer les échantillons finaux à analyser en laboratoire est basée sur celle des EAT (EFSA et FAO 2011). Pour chacun des trois circuits d'approvisionnement (CF, CI-ZC, CI-ZNC), le plan d'échantillonnage définit des aliments à prélever sur le terrain dans les différents lieux et selon les différents modes d'approvisionnement. A l'issue de la collecte, les échantillons prélevés sont fractionnés en portions égales, puis des échantillons composites sont créés en assemblant une portion de chaque échantillon prélevé. Le nombre total d'échantillons composites est défini par le nombre de préparations en cru de l'aliment (1 ou 2, soit épluché et/ou non épluché) et le nombre de modes de cuisson définis (de 0 à 3 maximum, ces modes de cuisson étant différents selon les aliments) (voir § 2.3.1.5). Enfin, ces échantillons composites sont préparés et/ou cuisinés selon les pratiques actuelles de la population, ce qui produit les échantillons finaux (cf. Figure 3). Le nombre total d'échantillons finaux peut varier de 1 à 4, en fonction des pratiques culinaires existantes.

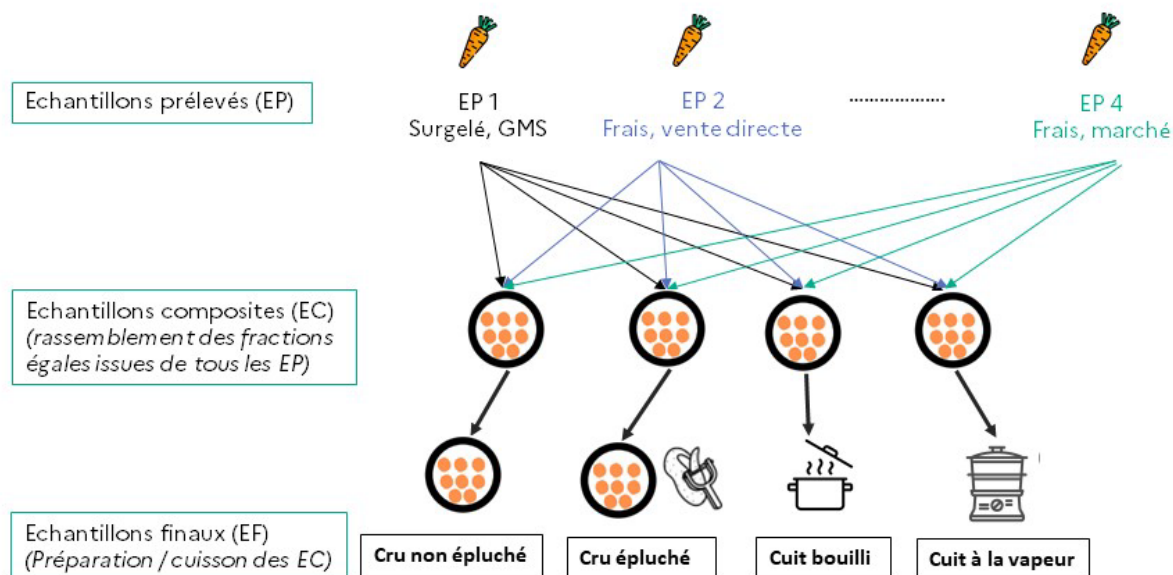


Figure 3 : Constitution des échantillons finaux sur la base des échantillons prélevés (exemple de la carotte en CF en Guadeloupe)

Chaque item alimentaire (composé de plusieurs échantillons prélevés) de la liste des 45 items est échantillonné une seule fois dans chaque circuit. Une exception a toutefois été faite pour les œufs en CI-ZC, en raison d'une variabilité plus grande de la contamination dans les données disponibles (Anses 2017c, 2022b). Au final, les œufs sont échantillonnés 8 fois en CI-ZC.

► Nombre d'échantillons prélevés par item alimentaire

Afin d'obtenir des échantillons les plus représentatifs possible de la contamination moyenne en chlordécone des aliments pour chaque circuit d'approvisionnement, le nombre d'échantillons prélevés par item alimentaire est déterminé selon la variabilité potentielle de la contamination de l'aliment au sein du circuit considéré. En effet, les données historiques de contamination issues des plans de surveillance et de contrôle et de campagnes spécifiques menées pour l'étude Kannari confirment que la variabilité intra-item alimentaire de la contamination en CI (ZC ou ZNC) est supérieure à celle de la contamination en CF. Plus la

contamination en chlordécone est attendue variable selon les précédentes données de contamination, plus le nombre d'échantillons prélevés est élevé pour le circuit de prélèvement. Pour le CF, d'une manière générale, le nombre d'échantillons prélevés a été fixé à 4 au vu de la variabilité limitée de la contamination dans ce circuit. Toutefois, pour les items alimentaires composés de plusieurs aliments différents (exemple : l'item « thon, dorade, marlin » composé de thon, de dorade et de marlin), le nombre d'échantillons prélevés a été augmenté (en général à 6) afin de pouvoir collecter les différents aliments constitutifs de l'item alimentaire. Des ajustements à la hausse ont ensuite été effectués pour certains aliments susceptibles de présenter une plus forte variabilité de contamination en chlordécone (tubercules, viandes, poissons, mollusques, crustacés) afin de diversifier les lieux de collecte.

Pour les CI, le nombre d'échantillons prélevés pour un item alimentaire donné a été fixé à l'identique pour CI-ZC et CI-ZNC en fonction du nombre d'échantillons finaux et de la façon suivante :

- 4 si le nombre d'échantillons finaux est de 1 ou 2, pour les fruits et certains légumes ;
- 6 si le nombre d'échantillons finaux est de 3 ou 4, pour les fruits et légumes et certains tubercules ;
- 8 pour les échantillons présentant une forte variabilité dans leur concentration en chlordécone ; cela concerne les viandes, œufs, poissons, mollusques et crustacés et certains tubercules.

Au final, le plan d'échantillonnage comporte environ 860 échantillons prélevés par région. L'Annexe 6 présente le nombre d'échantillons prélevés, par circuit et par item alimentaire, prévus dans le plan d'échantillonnage.

► Répartition des échantillons prélevés par type de lieu de prélèvement, origine et mode de conservation

Pour chaque item alimentaire, le nombre total d'échantillons prélevés a été réparti selon les pratiques actuelles de la population (voir exemple de définition du plan d'échantillonnage pour les échantillons prélevés au Tableau 4), entre :

- les différents lieux de prélèvement :
 - grandes ou moyennes surfaces (GMS), petits commerces, vente directe et marchés pour le CF ;
 - autoproduction et petits stands de bord de route pour les CI-ZC et CI-ZNC ;
- les différentes origines de l'aliment (locale ou importée) ;
- les différents modes de conservation de l'aliment (frais en vrac, frais préemballé, surgelé).

Pour chaque item alimentaire, pour les CI-ZC et CI-ZNC, le nombre d'échantillons prélevés en bord de route a été fixé de la manière suivante en s'aidant des résultats de l'enquête sur les pratiques d'approvisionnement :

- 0 si moins de 5% des enquêtés s'approvisionnaient majoritairement en bord de route ;
- 1 si 5% à 20% des enquêtés s'y approvisionnaient ;
- 2 si le taux d'enquêtés qui s'y approvisionnent était supérieur à 20%.

Une commune de prélèvement a été attribuée à chaque échantillon par tirage au sort. Pour le CF, le tirage a été effectué parmi toutes les communes de la région et les coordonnées des GMS et des petits commerces (primeurs, boucheries, poissonneries) de la commune ont été indiquées dans le plan d'échantillonnage. S'il y avait plusieurs GMS sur une commune, le choix a été laissé à la libre appréciation des prestataires sous réserve de respecter la consigne de varier les enseignes des GMS pour les échantillons prélevés de chaque aliment. Pour les CI-

ZC et CI-ZNC, le tirage a été effectué parmi les communes classées en zone réputée contaminée et non contaminée respectivement (voir Tableau 3). Le choix du lieu précis de prélèvement au sein d'une commune dépend du volontariat de la population à accepter de fournir des aliments autoproduits et a donc été laissé à l'appréciation des prestataires.

► Quantité à prélever

La masse nécessaire pour l'analyse d'un échantillon final en laboratoire est de 100 g. Des coefficients de proportion comestible et de perte à la cuisson provenant des données de la 3^e étude individuelle nationale des consommations alimentaires (INCA3) (Anses 2017b) ont été utilisés pour en déduire la masse de produit à collecter afin d'obtenir la quantité totale nécessaire pour les analyses d'un échantillon, selon la formule suivante :

$$M_T = \frac{100}{(C_{prop} \times C_{cru})}$$

avec M_T : masse d'aliment à collecter

C_{prop} : coefficient de proportion comestible (%)

C_{cru} : coefficient de perte à la cuisson (en %).

La masse totale était ensuite à répartir à parts égales entre les 4, 6 ou 8 échantillons prélevés.

2.3.1.5 Définition des préparations et/ou cuissons des aliments

Pour chaque item alimentaire, le nombre total de préparations (cruées et cuites) est défini à partir des résultats observés dans l'enquête sur les pratiques alimentaires. Ainsi, les modes de cuisson retenus sont ceux qui représentent dans l'enquête au moins 15% des modes de cuisson reportés par item alimentaire pour chaque région, à l'exception de quelques cas particuliers¹⁶. Pour les denrées végétales, les modes de cuissons retenus sont « bouilli », « vapeur » et « sauté ». Pour les viandes, volailles et abats, les modes de cuissons retenus sont « grillé », « sauté », « mijoté » et « au four » pour la volaille entière uniquement. Pour les œufs, ce sont les modes de cuissons « omelette », « œufs durs », « œufs brouillés » et « œufs au plat ». Enfin, pour les produits de la pêche, les modes de cuisson retenus sont le « court-bouillon », « grillé », « frit », « sauté ». Le détail des modes de cuisson par aliment est fourni à l'Annexe 4.

Dans ce plan d'échantillonnage, l'hypothèse est que la chaleur est le principal facteur pouvant influencer la teneur en chlordécone dans l'aliment lors de la cuisson. Pour des raisons d'efficacité dans la mise en œuvre des recettes, il a été décidé de faire des recettes simplifiées qui respectent la manière de chauffer l'aliment lors de la cuisson, sans adjonction d'épices, ni préparation de marinade par exemple. Les modalités de préparation pour les aliments « sautés » et « frits » ont été réalisées dans une poêle avec revêtement anti-adhésif et en utilisant comme matière grasse de l'huile de tournesol (5 cl d'huile environ pour 400 g d'aliment). Les cuissons au court-bouillon ont toujours été effectuées dans un récipient en inox dans un même volume (3 litres d'eau). L'eau du robinet au laboratoire du prestataire a été utilisée dans les cuissons nécessitant de l'eau.

Afin de reproduire au mieux la pratique « moyenne » de la population, les indications de cuisson (temps et températures) du plan d'échantillonnage provenaient de recettes et de

¹⁶ Pour les volailles, le seul mode de cuisson retenu pour les volailles entières est la cuisson au four. Pour les volailles en morceaux, les principaux modes de cuisson (hors cuisson au four) obtenus dans l'enquête sur les pratiques sont utilisés. Par ailleurs, l'item alimentaire « aubergine, tomate, poivron » ayant été conservé dans le plan d'échantillonnage pour étayer le fait que ces aliments ne sont pas contaminés au chlordécone, aucun mode de cuisson n'a été appliqué à cet item.

modalités usuelles. Toute proposition de modification du prestataire en charge de la préparation, selon son expérience du terrain (afin de mieux respecter les pratiques de cuisson de la population par exemple), a été validée par l'Anses. Seules les parties comestibles des aliments ont été retenues dans l'échantillon final. Ainsi, pour les viandes et produits de la pêche par exemple, il était demandé de procéder, quand nécessaire à l'éviscération, l'enlèvement des os, carapaces, arêtes et peau (voir exemple de définition des préparations/cuissons des échantillons finaux pour un item alimentaire au Tableau 5).

**Tableau 4 : Exemple du plan d'échantillonnage pour les 22 échantillons à prélever
pour l'item alimentaire « thon, dorade, marlin » dans les 3 circuits d'approvisionnement en Guadeloupe**

Code éch.	Item alimentaire	Circuit	Code prélèvement	Type d'aliment	Type de lieu de prélèvement	Commune	Origine	Méthode de conservation
GF31	Thon, dorade, marlin	Formel	GF31_SE1G	Darne de thon	GMS	BOUILLANTE	Importée	Surgelés
GF31	Thon, dorade, marlin	Formel	GF31_SE2G	Darne de dorade	GMS	LE GOSIER	Importée	Surgelés
GF31	Thon, dorade, marlin	Formel	GF31_SE3P	Darne de marlin	Poissonnerie	POINTE-A-PITRE	Importée	Frais
GF31	Thon, dorade, marlin	Formel	GF31_SE4G	Darne de dorade	GMS	POINTE-A-PITRE	Importée	Surgelés
GF31	Thon, dorade, marlin	Formel	GF31_SE5G	Darne de thon	GMS	CAPESTERRE-BELLE-EAU	Importée	Surgelés
GF31	Thon, dorade, marlin	Formel	GF31_SE6V	Darne de marlin	Vente directe		Locale	Frais
GIZC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZC	GZC31_SE1A	Darne de thon	Autoproduction	GOYAVE	Locale	Frais
GIZC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZC	GIZC31_SE2A	Darne de thon	Autoproduction	GOYAVE	Locale	Frais
GIZC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZC	GIZC31_SE3A	Darne de dorade	Autoproduction	BAIE-MAHAULT	Locale	Frais
GIZC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZC	GIZC31_SE4A	Darne de dorade	Autoproduction	BAIE-MAHAULT	Locale	Frais
GIZC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZC	GIZC31_SE5A	Darne de marlin	Autoproduction	PETIT-BOURG	Locale	Frais
GIZC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZC	GIZC31_SE6A	Darne de marlin	Autoproduction	PETIT-BOURG	Locale	Frais
GIZC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZC	GIZC31_SE7B	Darne de thon	Bord de route	VIEUX-FORT	Locale	Frais
GIZC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZC	GIZC31_SE8B	Darne de thon	Bord de route	VIEUX-FORT	Locale	Frais
GIZNC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZNC	GZNC31_SE1A	Darne de thon	Autoproduction	SAINTE-ROSE	Locale	Frais
GIZNC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZNC	GIZNC31_SE2A	Darne de thon	Autoproduction	SAINTE-ROSE	Locale	Frais
GIZNC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZNC	GIZNC31_SE3A	Darne de dorade	Autoproduction	SAINT-FRANCOIS	Locale	Frais
GIZNC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZNC	GIZNC31_SE4A	Darne de dorade	Autoproduction	SAINT-FRANCOIS	Locale	Frais
GIZNC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZNC	GIZNC31_SE5A	Darne de marlin	Autoproduction	SAINTE-ANNE	Locale	Frais
GIZNC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZNC	GIZNC31_SE6A	Darne de marlin	Autoproduction	SAINTE-ANNE	Locale	Frais
GIZNC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZNC	GIZNC31_SE7B	Darne de thon	Bord de route	DESHAIES	Locale	Frais
GIZNC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZNC	GIZNC31_SE8B	Darne de thon	Bord de route	DESHAIES	Locale	Frais

GMS = grande et moyenne surface. Le terme « Autoproduction » inclut la pêche de loisir pour les produits de la pêche.

Tableau 5 : Exemple du plan de préparation et de cuisson pour les 9 échantillons finaux de l'item alimentaire « thon, dorade, marlin » dans les 3 circuits d'approvisionnement en Guadeloupe

Code éch.	Item alimentaire	Circuit	Constitution EC avec les échantillons prélevés	Code EF	Préparation avant cuisson ou aliment cru	Mode de cuisson	Matière grasse utilisée	Ustensile de cuisson	Matériau de l'ustensile de cuisson	Indications de cuisson	Après cuisson : Eau / Huile de cuisson	Après cuisson : Partie comestible
GF31	Thon, dorade, marlin	Formel	GF31_SE1G + GF31_SE2G + GF31_SE3P + GF31_SE4G + GF31_SE5G + GF31_SE6V	GF31_EF1C	Enlever peau et arrêtes	Cru	–	–	–	–	–	–
GF31	Thon, dorade, marlin	Formel	GF31_SE1G + GF31_SE2G + GF31_SE3P + GF31_SE4G + GF31_SE5G + GF31_SE6V	GF31_EF2F	Fariner les darnes	Frit	Huile	Poêle	Revêtement antiadhésif (type Téfal®)	Mettre dans l'huile chaude, faire cuire 1 min de chaque côté	Ne pas garder huile de cuisson	Enlever peau et arrêtes
GF31	Thon, dorade, marlin	Formel	GF31_SE1G + GF31_SE2G + GF31_SE3P + GF31_SE4G + GF31_SE5G + GF31_SE6V	GF31_EF3CB	–	Court Bouillon	–	Casserole	Inox	Mettre dans le court-bouillon en ébullition et compter 10-15 min de cuisson à feu moyen	Prélever une partie de l'eau de cuisson	Enlever peau et arrêtes
GIZC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZC	GIZC31_SE1A + GIZC31_SE2A + GIZC31_SE3A + GIZC31_SE4A + GIZC31_SE5A + GIZC31_SE6A + GIZC31_SE7B + GIZC31_SE8B	GIZC31_EF1C	Enlever peau et arrêtes	Cru	–	–	–	–	–	–
GIZC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZC	GIZC31_SE1A + GIZC31_SE2A + GIZC31_SE3A + GIZC31_SE4A + GIZC31_SE5A + GIZC31_SE6A + GIZC31_SE7B + GIZC31_SE8B	GIZC31_EF2F	Fariner les darnes	Frit	Huile	Poêle	Revêtement antiadhésif (type Téfal®)	Mettre dans l'huile chaude, faire cuire 1 min de chaque côté	Ne pas garder huile de cuisson	Enlever peau et arrêtes
GIZC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZC	GIZC31_SE1A + GIZC31_SE2A + GIZC31_SE3A + GIZC31_SE4A + GIZC31_SE5A + GIZC31_SE6A + GIZC31_SE7B + GIZC31_SE8B	GIZC31_EF3CB	–	Court Bouillon	–	Casserole	Inox	Mettre dans le court-bouillon en ébullition et compter 10-15 min de cuisson à feu moyen	Prélever une partie de l'eau de cuisson	Enlever peau et arrêtes
GIZNC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZNC	GIZNC31_SE1A + GIZNC31_SE2A + GIZNC31_SE3A + GIZNC31_SE4A + GIZNC31_SE5A + GIZNC31_SE6A + GIZNC31_SE7B + GIZNC31_SE8B	GIZNC31_EF1C	Enlever peau et arrêtes	Cru	–	–	–	–	–	–
GIZNC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZNC	GIZNC31_SE1A + GIZNC31_SE2A + GIZNC31_SE3A + GIZNC31_SE4A + GIZNC31_SE5A + GIZNC31_SE6A + GIZNC31_SE7B + GIZNC31_SE8B	GIZNC31_EF2F	Fariner les darnes	Frit	Huile	Poêle	Revêtement antiadhésif (type Téfal®)	Mettre dans l'huile chaude, faire cuire 1 min de chaque côté	Ne pas garder huile de cuisson	Enlever peau et arrêtes
GIZNC31	Thon, dorade, marlin	Informel ZNC	GIZNC31_SE1A + GIZNC31_SE2A + GIZNC31_SE3A + GIZNC31_SE4A + GIZNC31_SE5A + GIZNC31_SE6A + GIZNC31_SE7B + GIZNC31_SE8B	GIZNC31_EF3CB	–	Court Bouillon	–	Casserole	Inox	Mettre dans le court-bouillon en ébullition et compter 10-15 min de cuisson à feu moyen	Prélever une partie de l'eau de cuisson	Enlever peau et arrêtes

EC : échantillon composite. EF : échantillon final

2.3.2 Mise en œuvre de l'échantillonnage en Guadeloupe et en Martinique

La mise en œuvre de l'échantillonnage alimentaire en Guadeloupe et Martinique a donné lieu à un appel d'offre à l'été 2021. Le cahier des charges contenait les différentes tâches suivantes à réaliser :

- collecte des aliments : achat en circuit formel ou informel ou prélèvement en circuit informel ;
- identification et transport des aliments collectés jusqu'au lieu de transformation ;
- constitution des échantillons composites et préparation des échantillons finaux ;
 - division de chaque aliment prélevé en plusieurs fractions identiques (1 à 4 selon l'épluchage ou non et le nombre de modes de cuissons prévus) ;
 - assemblage des fractions des aliments collectés pour constituer les 1 à 4 échantillons composites ;
 - préparation et cuisson des 1 à 4 échantillons composites pour produire les échantillons finaux ;
- homogénéisation (broyage et congélation), conditionnement en 3 lots (un lot principal destiné à l'analyse chimique et 2 lots de réserve) ainsi que stockage congelé des échantillons finaux ;
- expédition des échantillons finaux du lot principal vers le laboratoire d'analyse et stockage congelé des échantillons finaux des 2 lots de réserve pendant 2 ans.

Des échanges ont eu lieu entre les deux prestataires retenus, de Guadeloupe et Martinique, afin d'harmoniser au mieux les pratiques de collecte et de préparation compte tenu des spécificités de chaque territoire. Les prestataires disposaient du plan d'échantillonnage spécifique à chaque région contenant pour chaque aliment à prélever toutes les caractéristiques permettant son recueil.

Lorsqu'un prestataire n'a pas pu trouver un aliment à prélever selon les consignes du plan d'échantillonnage (ex. produit manquant dans les commerces ou sur les étals, pas de possibilité de trouver et collecter l'aliment prévu dans les jardins familiaux ou auprès des pêcheurs de loisir), des règles de décision ont été appliquées afin de remplacer l'aliment à prélever en modifiant par exemple la commune de collecte ou l'aliment prévu lorsqu'il s'agit d'un aliment englobant plusieurs denrées différentes (cas des espèces de poissons par exemple). Tout ajustement a été fait en accord avec l'Anses et a fait l'objet d'une traçabilité dans le plan d'échantillonnage.

Les produits achetés ou prélevés ont été acheminés depuis les points de collecte vers le local de stockage et de préparation du prestataire à l'aide de véhicules munis de contenants adaptés, de manière à ne pas rompre la chaîne du froid lorsque cela était nécessaire¹⁷.

Chaque échantillon composite a été préparé selon les consignes fournies par l'Anses, puis congelé. Lors de la préparation des aliments, la cuisine, son matériel ainsi que les différents ustensiles utilisés étaient lavés et séchés entre chaque élaboration d'échantillon composite. Un broyeur¹⁸ a été utilisé pour le broyage et l'homogénéisation de l'échantillon final, sous forme congelée. Chaque échantillon final a enfin été divisé en trois parties, chacune conditionnée dans un contenant adapté (barquette en PET) étiqueté individuellement et congelée à -18°C pour former les 3 lots prévus (1 lot principal et 2 lots de réserve).

¹⁷ Des sacs isothermes ou glacières avec pains de glace ont été utilisés pour la collecte. Une glacière thermo-électrique ou un véhicule frigorifique ont été utilisés pour le transport des échantillons prélevés.

¹⁸ Broyeur à couteaux Grindomix GM 300 avec vitesse de rotation de 500 à 4 000 tr/min.

2.4 Analyse des échantillons

Le laboratoire national de référence pour les pesticides monorésidus du Laboratoire de sécurité des aliments (LSAL) de l'Anses a réalisé l'analyse des échantillons de l'étude ChlorExpo, en développant une méthode spécifique permettant d'atteindre la limite de quantification ciblée, à savoir 0,8 µg/kg de poids frais (PF).

2.4.1 Méthode analytique

La méthode analytique développée pour déterminer la teneur en chlordécone et chlordécol dans les denrées alimentaires d'origine animale (DAOA) et les denrées alimentaires d'origine végétale (DAOV) a consisté en plusieurs étapes, adaptées à partir du protocole de la norme QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Efficient, Rugged and Safe)¹⁹ :

- extraction des analytes par l'acétonitrile ;
- centrifugation des échantillons et récupération de la phase organique ;
- purification par extraction en phase solide dispersive (d-SPE) pour les matrices de légumes et de DAOA. Les matrices de fruits sont uniquement filtrées ;
- pour le dosage du chlordécone : quantification par dilution isotopique à l'aide du chlordécone ¹³C₁₀ ;
- pour le dosage du chlordécol : quantification par étalonnage externe, excepté pour les œufs cuits pour lesquels la quantification se fait par dilution isotopique à l'aide du chlordécol ¹³C₈ afin de limiter la dispersion des résultats obtenus lors de la validation de la méthode, induite par les différents modes de cuisson (impliquant des effets de matrice différents observés pour cette matrice) ;
- dosage par chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS).

Cette méthode a été validée avec les critères de performance issus de deux référentiels, le Guide SANTE ((EU) SANTE 11321/2021)²⁰ et le Guide technique d'accréditation (LAB-GTA-26)²¹.

Les matrices utilisées pour les essais de validation couvrent les différentes catégories d'aliments étudiés pour ChlorExpo, crus ou cuits.

En cas de concentration dépassant la limite haute du domaine de validité de la méthode, l'échantillon a été extrait une seconde fois, puis l'extract a été dilué et analysé. L'écart absolu entre les 2 analyses doit être inférieur à 30% (valeur tolérée par le laboratoire incluant l'erreur de mesure) pour que la valeur de concentration soit validée.

Les concentrations retenues pour le calcul des expositions en chlordécone sont les résultats obtenus par dilution isotopique. Le taux de récupération de l'étalon interne (qui est le rapport entre la quantité de la substance mesurée et la quantité théorique attendue lors de l'analyse) est principalement utilisé comme indicateur de performance de la méthode. Aucune correction supplémentaire n'a donc été appliquée aux concentrations finales.

¹⁹ NF EN 15662 Aliments d'origine végétale - Multiméthode de détermination des résidus de pesticides par analyse CG et CL après extraction/partition avec de l'acétonitrile et purification par SPE dispersive - Méthode modulaire QuEChERS

²⁰ https://www.eurl-pesticides.eu/userfiles/file/EurlALL/SANTE_11312_2021.pdf

²¹ <https://tools.cofrac.fr/documentation/lab-gta-26>

2.4.2 Limites analytiques

Le développement de cette méthode analytique a permis d'obtenir des limites analytiques (Tableau 6) inférieures à celle ciblée initialement pour le chlordécone (0,8 µg/kg PF). Deux types de limites ont été définies :

- **la limite de Quantification (LOQ)**, telle que définie d'après le guide SANTE, est la plus faible concentration (niveau d'ajout le plus bas validé) pour laquelle la méthode analytique est capable de donner une valeur quantifiée avec précision et exactitude ;
- **la limite de Détection (LOD)** est la plus faible concentration à doser que la méthode analytique est capable de détecter (mais pas de quantifier). Le laboratoire a fixé la LOD comme étant égale, par défaut, au tiers de la LOQ ($LOD = 1/3 LOQ$). Ce facteur 3 est issu de différentes approches de détermination couramment appliquées dans la détermination des limites analytiques.

Tableau 6 : Limite de détection (LOD) et de quantification (LOQ) (en µg/kg PF) et incertitude de mesure élargie selon les catégories de matrices (en %) pour le chlordécone et le chlordécol

Catégorie de matrice	Chlordécone			Chlordécol		
	LOD	LOQ	Incertitude élargie de mesure	LOD	LOQ	Incertitude élargie de mesure
Agrumes	0,14	0,43	15%	0,30	1,00	20%
Fruits à pépins et à noyau	0,14	0,43	15%	0,30	1,00	20%
Légumes fruits	0,14	0,43	25%	0,30	1,00	15%
Légumes racines et tubercules	0,14	0,43	20%	0,30	1,00	15%
Légumes bulbes, brassicacées et légumes tiges	0,14	0,43	25%	0,30	1,00	25%
Légumes feuilles	0,14	0,43	15%	0,30	1,00	20%
Viandes, muscles	0,06	0,17	25%	0,20	0,50	25%
Abats	0,06	0,17	20%	0,30	1,00	30%
Œufs crus	0,03	0,09	20%	0,20	1,00	35%
Œufs cuits (au plat, brouillés, en omelette)	0,29	0,87	40%	0,70	2,00	45%
Œufs cuits (durs)	0,29	0,87	25%	0,70	2,00	30%
Produits de la pêche	0,14	0,43	20%	0,30	1,00	35%

2.5 Calculs des expositions alimentaires

Les calculs d'expositions et de contributions des aliments à ces expositions intègrent le plan de sondage de l'étude Kannari (Anses, 2017) et donc les pondérations individuelles permettant d'assurer la représentativité de l'échantillon²². L'ensemble des analyses a été réalisé avec le logiciel R Studio pour Windows, version 4.4.1.

²² Il faut se référer au rapport de Santé publique France 2018 pour plus de détails sur les techniques de redressement utilisées.

Au vu des résultats de contamination pour le chlordécol présentés plus bas, l'exposition n'a été estimée que pour le chlordécone.

2.5.1 Traitements préliminaires des données de contamination

2.5.1.1 Attribution des contaminations aux aliments servant au calcul de l'exposition

Pour le calcul des expositions alimentaires, la méthode déployée repose sur la liste des aliments utilisée dans l'étude Kannari. Or, comme détaillé dans les paragraphes 2.3.1.1 et 2.3.1.2, la nomenclature des aliments échantillonnés et analysés dans l'étude ChlorExpo ne correspond pas toujours à celle du FFQ de l'étude Kannari. Pour les cas où la nomenclature diverge, une correspondance a été établie (voir Tableau 7) afin d'attribuer une contamination à chacun des aliments servant au calcul de l'exposition.

Deux cas de figure existent :

- l'aliment de l'étude ChlorExpo est le regroupement de plusieurs aliments Kannari : la contamination de l'aliment ChlorExpo a été attribuée à chacun des aliments de Kannari.
- l'aliment de l'étude Kannari est le regroupement de plusieurs aliments ChlorExpo : la part de consommation de chacun des aliments ChlorExpo au sein du regroupement est calculée à partir des données des R24 de l'enquête Kannari pour les consommateurs de ces aliments. La contamination attribuée à l'aliment Kannari pour le calcul de l'exposition est égale à la moyenne des contaminations des aliments ChlorExpo pondérée par les parts de consommation de ces aliments. Dans le cas où aucune consommation n'est constatée dans les R24, une moyenne arithmétique des données de contamination est utilisée.

Tableau 7 : Correspondance entre les aliments échantillonnés dans l'étude ChlorExpo et ceux de l'étude Kannari lorsque la nomenclature diverge entre les deux études

Groupe d'aliments	Aliments de l'échantillonnage ChlorExpo* ➔ Nomenclature des données de contamination	Aliments de l'enquête FFQ de Kannari ➔ Nomenclature pour le calcul de l'exposition
FRUITS	Citron vert, citron jaune, lime	Agrumes
	Orange, clémentine, mandarine	
LEGUMES ET LEGUMES RACINES	Betterave	Betterave, carotte, navet, radis
	Carotte	
	Navet	
	Radis	
	Salade	Salades et herbages
	Épinard	
	Poireau	Poireaux, cives
	Cive, oignon pays	
TUBERCULES	Couscouche, igname	Couscouche
		Igname
VIANDES VOLAILLES ET ABATS	Volaille entière	Poulet et autres volailles
	Volaille en morceau	
	Steak et steak haché	Viande de bœuf et de veau
	Collier, paleron	
	Queue de porc	Abats
	Foie de bœuf, rognons de bœuf	
POISSONS	Thazard	Thazard, tarpon, bécune/barracuda
	Tarpon/grand'écaille, bécune/barracuda	
CRUSTACES ET MOLLUQUES	Crevette de mer profonde	Crevettes**
	Crevette d'eau douce (cacador)	
	Palourde	Coquillages
	Burgot	

* Seuls les aliments de ChlorExpo dont la nomenclature diverge d'avec celle de l'étude Kannari sont listés ici.

** Les crevettes de mer profonde étant uniquement disponibles en CF et celles de l'eau douce uniquement en CI-ZC et CI-ZNC, l'appariement se fait uniquement selon le circuit considéré. Au final, la contamination attribuée aux « crevettes » est celle des « crevettes de mer profonde » en CF, et celle des « crevettes d'eaux douces » en CI-ZC et CI-ZNC.

2.5.1.2 Imputation des données de contamination manquantes

Il a été décidé d'imputer une valeur de contamination aux aliments qui n'ont pas pu être achetés ou prélevés lors de la phase d'échantillonnage sur le terrain.

Lorsqu'un aliment n'a été collecté que dans l'une des deux régions (Guadeloupe ou Martinique) pour un circuit donné, la moyenne des ratios de contamination entre les deux régions de tous les autres aliments du même groupe pour le même circuit a été calculée. La

contamination manquante de l'aliment dans la région est imputée en multipliant la contamination de l'aliment disponible dans l'autre région par ce ratio moyen.

Lorsqu'un aliment est manquant pour les deux régions pour un circuit donné, la valeur de contamination a été définie comme la moyenne des valeurs de contamination des autres aliments du groupe dans ce circuit pour chacune des régions (cas spécifique des lambis en CI-ZC et CI-ZNC).

2.5.1.3 Imputation des sources d'approvisionnement manquantes

Dans les données de consommations issues de l'enquête Kannari et servant aux calculs d'exposition, l'information concernant le circuit d'approvisionnement de l'aliment consommé n'est pas disponible pour toutes les consommations de tous les individus. Cela concerne environ 15% des quantités consommées, en moyenne, pour les deux régions. Pour inclure ces consommations dans le calcul d'exposition, pour chacune des régions, un circuit d'approvisionnement (CF, CI-ZC ou CI-ZNC) a été imputé aux aliments concernés et la contamination propre au circuit leur a été affectée.

Pour cela, une méthode d'imputation par tirage selon une loi de probabilité discrète à trois modalités tenant compte des habitudes d'approvisionnement à l'échelle individuelle si possible et, à défaut, à l'échelle populationnelle, a été appliquée pour chaque région (cf. Figure 4). Ces tirages sont intégrés dans les calculs de l'exposition (voir § 2.5.2.4).

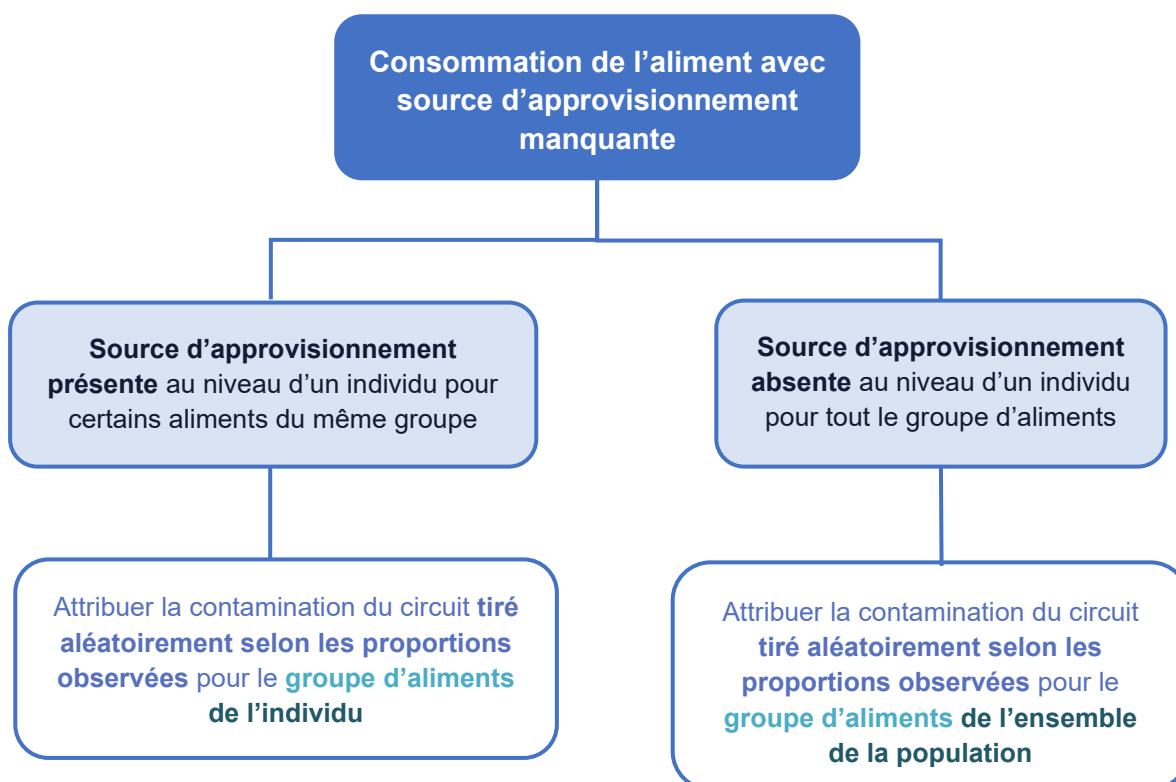


Figure 4 : Arbre de décision pour l'imputation des sources d'approvisionnement manquantes

2.5.1.4 Choix de données de concentration de l'eau de boisson

La base de données SISE-EAUX, gérée par la DGS, a été retenue comme source de données de contamination en chlordécone pour l'eau de boisson dans le calcul de l'exposition. Cette base contient notamment des données de contamination des prélèvements réalisés à deux

niveaux : au niveau des captages (CAP) et au niveau des sorties d'usines de traitement de l'eau (TTP).

Pour chaque région, la moyenne des valeurs de contamination par type de prélèvement pour l'année 2022 a été utilisée pour caractériser la contamination des eaux de boissons des habitants de la région. Plus précisément, la contamination moyenne des eaux prélevées au niveau des TTP a été utilisée comme valeur de contamination de l'eau du robinet et de l'eau embouteillée locale et celle des eaux prélevées au niveau des CAP comme valeur de contamination de l'eau de source de bord de route lors du calcul de l'exposition mis en œuvre.

2.5.2 Evaluation de l'exposition alimentaire

L'exposition alimentaire au chlordécone est évaluée séparément pour quatre populations, à savoir adultes/enfants habitant en Guadeloupe et adultes/enfants habitant en Martinique. L'exposition est calculée pour chacune de ces quatre populations, puis pour des sous-populations définies en fonction des habitudes d'approvisionnement : approvisionnement majoritairement en CF vs CI et approvisionnement majoritairement en CI-ZC vs CI-ZNC. Les expositions individuelles sont évaluées selon la méthode décrite ci-dessous prenant en compte l'effet de la cuisson sur le niveau de chlordécone dans les aliments. Il s'agit donc de l'exposition aux aliments tels que consommés.

2.5.2.1 Evaluation de l'effet cuisson

Pour évaluer l'existence d'un éventuel effet de la cuisson sur la teneur en chlordécone des aliments, deux types de tests statistiques sont réalisés pour comparer la contamination de l'aliment cuit et celle de l'aliment cru (épluché ou lavé) : un test paramétrique basé sur un modèle linéaire généralisé (GLM) et un test non-paramétrique de type rangs signés de Wilcoxon²³). Les tests prennent en compte les modes de cuisson les plus fréquents (voir Annexe 4).

2.5.2.1.1 *Modèle linéaire généralisé*

Le GLM est utilisé ici pour modéliser et estimer :

- la contamination moyenne de l'aliment cru ;
- la différence moyenne entre aliment cuit et cru.

La p-value du test de différence est utilisée pour quantifier la significativité statistique de l'hypothèse nulle testée, à savoir que la contamination moyenne de l'aliment cru est égale à celle de l'aliment cuit. Une p-value inférieure au seuil α de 0,05 indique un effet significatif de la cuisson sur le niveau moyen de contamination dans l'aliment.

Pour rendre la conclusion plus robuste, le modèle prend en compte l'existence éventuelle d'un effet lié à la région et au circuit de prélèvement des aliments sur le niveau de contamination. Avant d'ajuster le modèle, les données de contamination sont normalisées (pour rendre la distribution plus symétrique) avec une transformation logarithmique. Le modèle est appliqué

²³ Le test paramétrique est souvent plus puissant que le test non paramétrique, mais repose sur une hypothèse de normalité qui est difficile à contrôler complètement. Le test non paramétrique permet de s'affranchir de cette hypothèse mais au détriment de la puissance statistique. La conclusion tirée des tests est modulée en fonction de la significativité d'un seul ou des 2 tests. Lorsqu'un seul test statistique a révélé une différence significative, les résultats sont à interpréter avec plus de prudence, et considérés comme « éléments de preuves » seulement. Lorsque les deux tests sont significatifs, les résultats sont considérés comme les plus robustes.

pour chacun des groupes d'aliments individuellement. Afin de tenir compte des données de contamination censurées, le package R *survival*²⁴ a été utilisé.

2.5.2.1.2 Test des rangs signés de Wilcoxon

Le deuxième test appliqué est le test des rangs signés de Wilcoxon²⁵. C'est un test alternatif non-paramétrique s'appliquant pour des échantillons appariés, à savoir une série de couples (donnée de contamination de l'aliment cru, donnée de contamination de l'aliment cuit). Ce test suppose que la différence entre les échantillons appariés suit une distribution symétrique. L'hypothèse nulle testée est que le centre de la distribution des rangs des différences entre aliment cuit et cru est 0, à savoir que la contamination médiane de l'aliment cru est égale à celle de l'aliment cuit. Une p-value inférieure à 0,05 conduit à la conclusion d'un effet significatif de la cuisson sur le niveau de contamination dans l'aliment.

Lorsque les deux valeurs de contamination d'un couple sont censurées de la même manière (c'est-à-dire les deux données <LOD ou les deux <LOQ), le couple n'est pas pris en compte dans le test. Dans les autres cas de censure, la valeur numérique correspondant à l'hypothèse moyenne (MB, *middle bound*) est affectée aux données inférieures à la LOD ($\frac{1}{2} \times \text{LOD}$). Pour les données supérieures à la LOD mais inférieures à la LOQ, il a été décidé d'attribuer une valeur située entre la LOD et la LOQ, celle égale à $\frac{1}{2} \times (\text{LOD} + \text{LOQ})$.

2.5.2.2 Distributions de probabilité des contaminations

Afin de tenir compte des incertitudes identifiées lors de l'analyse et des tests statistiques sur l'effet cuisson, l'exposition prenant en compte l'effet de la cuisson est modélisée selon une démarche probabiliste. Pour une région, un circuit d'approvisionnement et un aliment donné, les contaminations des aliments tels que consommés sont retenues pour cette modélisation : une ou plusieurs données ($d = 1$ à 3) de concentration sont disponibles selon les pratiques de consommation les plus courantes de la population de chaque région. Ces données sont utilisées pour définir une loi de probabilité lognormale décrivant la contamination moyenne de l'aliment tel que consommé par la population, ainsi que l'incertitude associée à la contamination pour chaque combinaison *région x circuit x aliment*. Les paramètres de chaque loi lognormale sont déterminés de la façon suivante :

$$M_{jk} = \sum_{m=1}^{d_j} p_{mj} Q_{mjk}$$

avec :

M_{jk} : la contamination moyenne de l'aliment j issu du circuit d'approvisionnement k

p_{mj} : la proportion de la population qui consomme l'aliment j selon la méthode de préparation/cuisson m

Q_{mjk} : la contamination ($\mu\text{g/kg}$ PF) de l'aliment j , issu du circuit d'approvisionnement k et préparé selon la méthode de préparation/cuisson m

d_j : le nombre de modes de préparation/cuisson retenu pour l'aliment j .

Il est supposé que l'écart-type de la contamination de l'aliment j issu du circuit d'approvisionnement k est proportionnel à sa moyenne. Il s'écrit comme $M_{jk} F_k$ où F_k est un facteur forfaitaire applicable à tous les aliments issus du circuit d'approvisionnement k . Par définition il est égal à l'écart-type des résidus relatifs de la contamination. Pour des raisons de

²⁴ <https://cran.r-project.org/web/packages/survival/index.html>

²⁵ *Wilcoxon Signed Sum Rank Test* en anglais

robustesse, il est calculé sur l'ensemble des aliments quel que soit le mode de cuisson, par région et par circuit d'approvisionnement.

2.5.2.3 Traitement des données censurées

Dans le cas où une ou plusieurs des d données de concentration sont non détectées (i.e., inférieures à la LOD) ou non quantifiées (i.e., supérieures à la LOD et inférieures à la LOQ), une valeur numérique de substitution est attribuée à chacune de ces données dites « censurées »²⁶ de la manière suivante :

- la valeur des n percentiles $P(100 \times (2i - 1)/(2n))$ pour $i = 1, \dots, n$ d'une loi uniforme continue $U(0, LOD)$ est attribuée aléatoirement aux n données censurées $< LOD$ (pour $n > 0$) ;
- la valeur des m percentiles $P(100 \times (2i - 1)/(2m))$ pour $i = 1, \dots, m$ d'une loi uniforme continue $U(LOD, LOQ)$ est attribuée aléatoirement aux m données censurées $> LOD$ et $< LOQ$ (pour $m > 0$).

Ces valeurs sont ensuite combinées avec les données de concentration quantifiées pour déterminer les paramètres des lois lognormales décrites ci-dessus.

2.5.2.4 Calcul de l'exposition en tenant compte des distributions des contaminations

Pour chaque individu par *région* x *circuit* x *aliment*, une approche probabiliste basée sur 1000 tirages²⁷ est utilisée pour prendre en compte les incertitudes associées aux :

- 1) circuits d'approvisionnements manquants : un circuit est tiré aléatoirement selon la méthode définie au § 2.5.1.3
- 2) consommations : une valeur de contamination est tirée aléatoirement dans les distributions lognormales définies ci-dessus.

Pour le $t^{\text{ième}}$ tirage ($t = 1, \dots, 1000$), l'exposition d'un individu est définie par :

$$E_{it} = \frac{1}{W_i} \sum_j C_{ij} \times \sum_k R_{ijk} \times Q_{ijkt}$$

avec :

E_{it} : l'exposition totale de l'individu i selon le $t^{\text{ième}}$ tirage ($\mu\text{g/kg pc/j}$)

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

C_{ij} : la consommation journalière moyenne de l'aliment j par l'individu i (kg/j)

R_{ijk} : la proportion de consommation journalière de l'aliment j issu du circuit d'approvisionnement k par l'individu i

Q_{ijkt} : le $t^{\text{ième}}$ tirage de la contamination moyenne ($\mu\text{g/kg}$) pour l'individu i de l'aliment j dans le circuit d'approvisionnement k selon sa loi de probabilité.

²⁶ Le fait d'affecter une valeur numérique aux données censurées pour déterminer la loi de probabilité de la contamination et ensuite réaliser des tirages de la contamination selon cette loi rend caduque l'utilisation des hypothèses basses et hautes (ou « lower bound » (LB) et « upper bound » (UB)) lors du calcul de l'exposition.

²⁷ Une analyse de sensibilité fondée sur le coefficient de variation ($CV = \text{écart-type} / \text{moyenne}$) du percentile 95 de l'exposition a été effectuée pour confirmer le nombre de 1000 tirages retenus. Pour cela, 1000 tirages ont été effectués 7 fois. Le CV des 7 moyennes du P95 sur les 1000 tirages étant inférieur à 1%, les expositions calculées à partir de 1000 tirages sont donc considérées robustes et stables.

Chaque tirage de contamination permet de déterminer une distribution de l'exposition pour les individus de la population considérée. L'exposition moyenne et une série de percentiles (ex. P1, P5, ..., P50, P90, P95, P99) sont ensuite calculées à partir des expositions individuelles. Les 1000 tirages conduisent à 1000 valeurs de l'exposition moyenne et à 1000 valeurs des percentiles définis, qui sont ensuite utilisées pour déterminer la moyenne et l'intervalle de confiance à 95%²⁸ des différentes caractéristiques de la distribution de l'exposition (moyenne, percentiles) résultant des incertitudes des niveaux de contamination.

2.5.2.5 Calcul d'exposition selon le circuit ou la zone d'approvisionnement

Dans un premier temps, une analyse descriptive des données d'exposition a été réalisée. Dans ce but, les niveaux d'exposition sont calculés puis présentés à l'aide de statistiques descriptives pour comparer les sous-populations qui s'approvisionnent le plus en CF et le plus en CI, puis celles qui s'approvisionnent le plus en CI-ZC et le plus en CI-ZNC. Les sous-populations sont définies par rapport à la médiane des niveaux d'approvisionnement. Dans un deuxième temps, une analyse statistique quantitative a été réalisée à l'aide d'un modèle de régression linéaire. Pour cela, l'ensemble de la population est utilisé pour quantifier l'effet de la proportion d'approvisionnement en CF de chaque groupe d'aliments sur l'exposition des individus. Une variante de ce modèle linéaire est ensuite utilisée pour quantifier l'effet de la proportion d'approvisionnement en CI-ZC sur l'exposition par rapport à l'approvisionnement en CI-ZNC. Les conclusions sont finalement confirmées à l'aide d'un test non-paramétrique (Spearman).

L'analyse statistique basée sur des modèles de régression est complémentaire à l'approche descriptive basée sur les sous-populations prédéfinies. La convergence des résultats obtenus avec ces approches permet de vérifier la robustesse de ces résultats.

2.5.2.5.1 *Analyse descriptive : identification des sous-populations selon le circuit ou zone d'approvisionnement*

Pour chaque individu de la population, les proportions d'approvisionnement de chacun des 3 circuits (CF, CI-ZC, CI-ZNC) sont disponibles pour chaque groupe d'aliments. La proportion moyenne pour l'ensemble des groupes d'aliments est calculée pour chaque circuit.

La population est d'abord répartie selon ses habitudes d'approvisionnement dans les CF et CI qui regroupe CI-ZC et CI-ZNC. La sous-population des individus s'approvisionnant le plus en CF est définie par les 50% d'individus ayant les proportions d'approvisionnement issues du CF les plus élevées. De manière symétrique, l'autre moitié de la population forme la sous-population des individus s'approvisionnant le plus en CI. Les deux sous-populations sont disjointes et sont appelées par la suite « sous-population s'approvisionnant le plus en CF » et « sous-population s'approvisionnant le plus en CI » respectivement.

La population est ensuite répartie selon ses habitudes d'approvisionnement dans les zones réputées contaminées (CI-ZC) et non contaminées (CI-ZNC). Dans ce cas, la sous-population des individus s'approvisionnant le plus en CI-ZC est définie par les 50% d'individus ayant les proportions d'approvisionnement issues du CI-ZC les plus élevées. De manière symétrique, l'autre moitié de la population forme la sous-population des individus s'approvisionnant le plus en CI-ZNC. Ces deux sous-populations sont également disjointes et sont appelées par la suite « sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC » et « sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC » respectivement.

²⁸ La borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95% est déterminée par le percentile P2,5 et la borne supérieure par le percentile P97,5, obtenus sur les 1000 valeurs.

2.5.2.5.2 Analyse quantitative : Evaluation de l'effet de l'approvisionnement selon le circuit ou la zone

Pour évaluer l'existence d'un éventuel effet du circuit d'approvisionnement ou zone sur l'exposition, deux types de tests statistiques sont réalisés (voir note de bas de page 23) : un test paramétrique basé sur un GLM et un test non-paramétrique fondé sur le coefficient de corrélation de Spearman²⁹. Les résultats de ces tests facilitent l'interprétation des expositions calculées pour les sous-populations définies dans le paragraphe précédent.

► Modèle linéaire généralisé

Un GLM, plus précisément un modèle loglinéaire, est utilisé pour modéliser et estimer l'exposition alimentaire au chlordécone en fonction de la proportion d'approvisionnement issue de chaque circuit ou zone considéré dans le paragraphe précédent. La p-value du modèle est utilisée pour quantifier la significativité statistique de l'hypothèse nulle testée, à savoir que le coefficient de régression associé à la proportion de consommation provenant du circuit ou de la zone considérée est nul. Une p-value inférieure au seuil α de 0,05 indique un effet significatif de l'effet de l'approvisionnement dans le circuit ou zone considéré sur le niveau d'exposition. Le signe du coefficient de régression indique un effet positif (augmentation) ou négatif (diminution) sur l'exposition. Afin de rendre la distribution plus symétrique, les données d'exposition sont normalisées avec une transformation logarithmique avant d'ajuster le modèle. Le modèle est appliqué à toute la population pour chacun des groupes d'aliments pris individuellement, à l'exception du groupe des fruits pour lequel le chlordécone n'est pas détecté dans les échantillons.

► Coefficient de corrélation de Spearman

Le test de Spearman est utilisé pour déterminer si l'exposition et la proportion d'approvisionnement d'un circuit sont corrélées ou non, sans hypothèse sur la forme de la relation entre les deux variables. En déterminant un coefficient de corrélation entre les rangs de ces valeurs, il estime à quel point la relation entre elles peut être décrite par une fonction monotone. La corrélation de Spearman mesure donc le niveau de dépendance entre le ratio d'approvisionnement du circuit considéré et l'exposition. La significativité du coefficient de corrélation obtenu est déterminée par sa p-value. Une p-value inférieure au seuil α de 0,05 indique un effet significatif de l'approvisionnement dans un circuit donné sur le niveau d'exposition. Le signe du coefficient indique un effet positif ou négatif sur l'exposition. Le test de Spearman est appliqué à toute la population d'individus pour chacun des groupes d'aliments pris individuellement, à l'exception du groupe des fruits pour lequel le chlordécone n'est pas détecté dans nos échantillons.

2.5.3 Contributions des aliments à l'exposition

Pour le $t^{\text{ème}}$ tirage ($t = 1, \dots, 1000$), la contribution d'un aliment à l'exposition moyenne de la population est définie par :

$$T_{jt} = \sum_k \frac{\sum_i E_{ijkt}}{\sum_i E_{it}} \times 100$$

avec :

²⁹ *Spearman's Rank Correlation Coefficient* en anglais

T_{jt} : contribution de l'exposition provenant de l'aliment j à l'exposition totale de la population selon le $t^{ième}$ tirage (en %)

E_{ijkt} : l'exposition de l'individu i provenant de l'aliment j issu du circuit d'approvisionnement k selon le $t^{ième}$ tirage (en $\mu\text{g/kg pc/j}$)

E_{it} : l'exposition totale de l'individu i selon le $t^{ième}$ tirage (en $\mu\text{g/kg pc/j}$).

Pour un tirage aléatoire donné, les contributions à l'exposition calculées par aliment fournissent la distribution de la contribution de chaque aliment pour la population considérée. Cela permet de calculer la contribution moyenne de l'aliment pour la population entière ou pour des sous-populations d'intérêt (ex. les 25% des individus les plus exposés). La génération de 1000 tirages de la contamination produit 1000 valeurs d'exposition de la population. Ces valeurs permettent de déterminer la moyenne et l'intervalle de confiance à 95% de la contribution de l'aliment à l'exposition moyenne de la population considérée.

2.5.4 Analyse d'incertitude

L'incertitude est inhérente au processus d'évaluation des expositions. L'identification et l'évaluation des incertitudes liées à l'évaluation des expositions alimentaires dans le cadre de cette étude suivent les recommandations de l'Anses (Anses 2023b). Les incertitudes peuvent provenir des données d'entrée (c'est-à-dire des données numériques ou des informations qualitatives sélectionnées à partir du corpus de connaissances existant) utilisées pour réaliser l'étude, ainsi que des méthodes et/ou modèles utilisés pour exploiter ces données. Les incertitudes sont présentes à toutes les étapes de l'évaluation de l'exposition : dans les données de consommation alimentaire, dans l'échantillonnage réalisé sur le terrain et donc également dans les données de contamination des aliments. L'objectif de l'analyse d'incertitudes est de recenser et décrire les sources d'incertitudes et les limites de l'étude, de caractériser leur modalité de prise en compte et de caractériser leur impact sur le résultat de l'étude, à savoir l'exposition alimentaire de la population des Antilles au chlordécone.

3 Résultats

3.1 Échantillonnage alimentaire

Le plan d'échantillonnage alimentaire a été établi à partir des résultats de l'enquête sur les pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments. Cette enquête a été menée auprès de 753 ménages de Guadeloupe et 751 ménages de Martinique. Les résultats détaillés sont présentés dans les tableaux de l'Annexe 5.

3.1.1 Pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson

Les réponses apportées dans l'enquête correspondent à la pratique principale de chaque foyer enquêté. Collectées pour un échantillon représentatif, celles-ci permettent de caractériser des pratiques au niveau de la population de la Martinique et de la Guadeloupe donnant ainsi un aperçu des habitudes au niveau de la population. Ce paragraphe présente les enseignements principaux de l'enquête par groupe d'aliments.

3.1.1.1 Circuits principaux d'approvisionnement par groupe d'aliments

La Figure 5 présente, par groupe d'aliments, la manière dont la population des Antilles s'approvisionne principalement pour la consommation à domicile en termes de CF et CI. L'approvisionnement est réalisé majoritairement en CF pour les deux régions. Concernant le CI, les profils d'approvisionnement sont globalement proches entre les deux régions, avec néanmoins des variations selon les denrées détaillées ci-dessous.

Concernant les denrées végétales, l'approvisionnement via le CI (autoproduction, don, bord de route) représente entre 15 et 45% de l'approvisionnement total selon les denrées et est assez similaire en Martinique et en Guadeloupe. Ainsi, 22% des personnes interrogées en Martinique déclarent s'approvisionner en tubercules principalement via le CI, et 19% en Guadeloupe. C'est aussi le cas pour les légumes (14% versus 13%) et pour les fruits (43% versus 35%). Enfin, environ un quart des personnes interrogées déclarent ne pas consommer de légumes ou de tubercules à domicile et moins de 10% pour ce qui est des fruits.

L'approvisionnement via le CI pour les viandes, volailles et abats est très réduit (6 à 8%) alors qu'il peut être environ deux fois plus important pour les œufs selon la région (12% en Martinique et 18% en Guadeloupe). Enfin, 24% (en Guadeloupe) à 35% (en Martinique) des personnes interrogées déclarent ne pas consommer de viandes, volailles et abats à domicile.

Les pratiques d'approvisionnement pour les produits de la pêche (poissons, crustacés, mollusques) sont assez similaires pour les deux régions. Pour uniquement 7% à 10% des individus interrogés, et selon les aliments, l'approvisionnement principal provient du CI (pêche de loisir, dons, bord de route) pour chaque région. Il reste que selon le type d'aliment, 48% à 55% des personnes interrogées, en Martinique et en Guadeloupe, déclarent ne jamais consommer de produits de la pêche à domicile.

Au global, tous groupes d'aliments confondus, 22% de la population de la Guadeloupe et 24% pour la population de la Martinique s'approvisionnent principalement dans le CI.

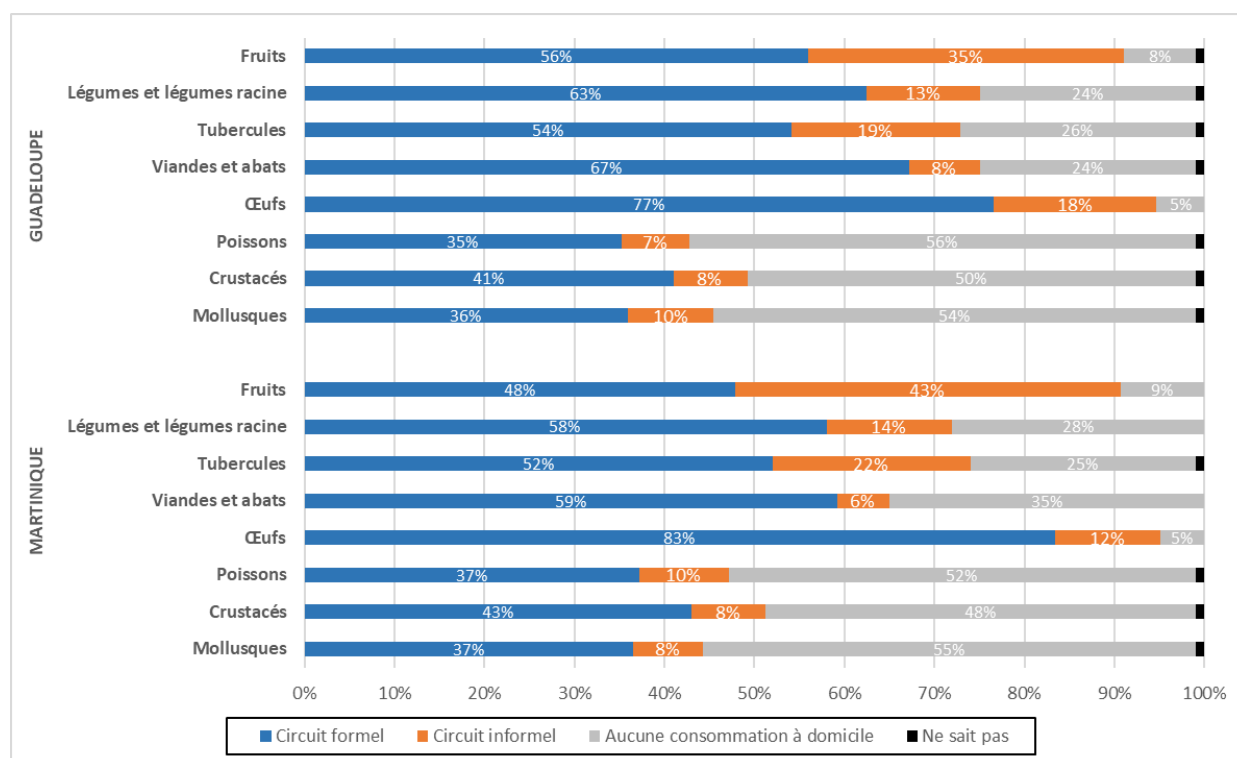


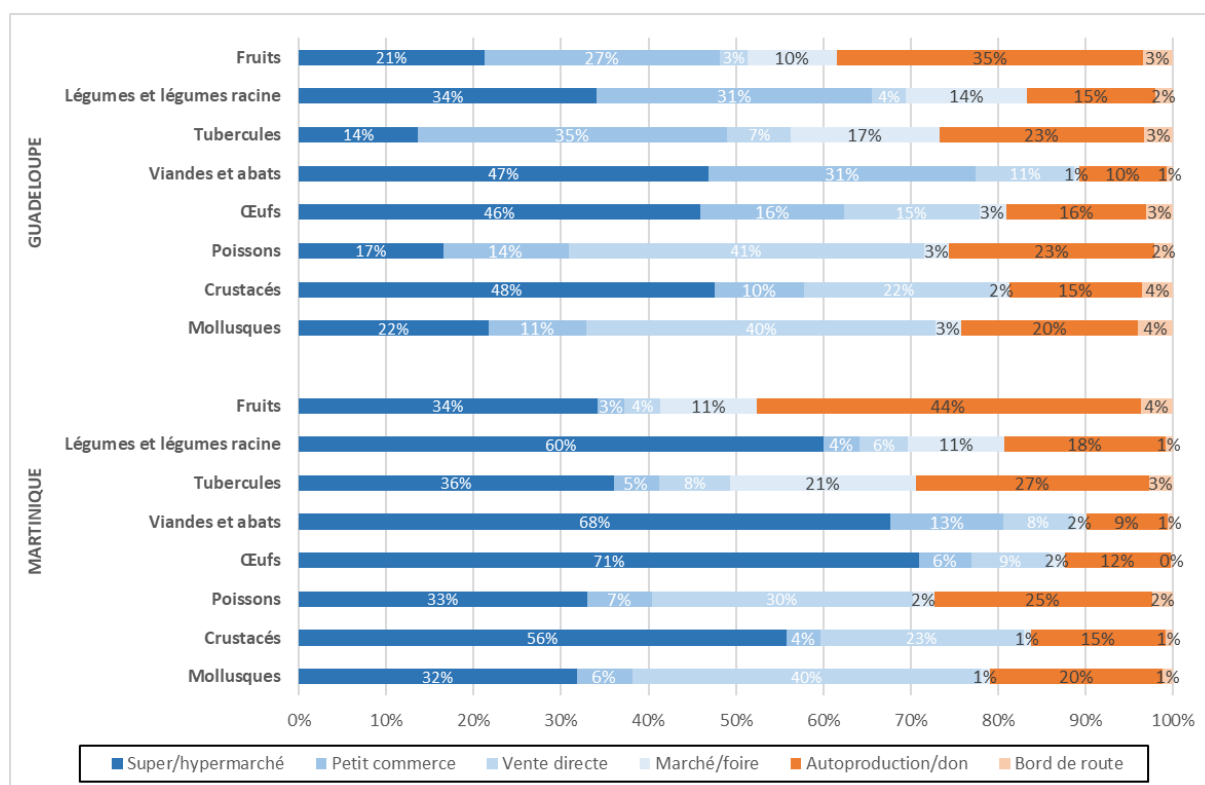
Figure 5 : Répartition du principal circuit d'approvisionnement par groupe d'aliments, dans les populations de Guadeloupe et Martinique

3.1.1.2 Principaux lieux d'approvisionnement par groupe d'aliments

La Figure 6 présente la part respective des différents lieux d'approvisionnement pour les consommations effectivement réalisées à domicile (donc en excluant les réponses « n'en consomme jamais à domicile » ou « ne sait pas ») par groupe d'aliments.

En CF, l'approvisionnement en petits commerces est plus important en Guadeloupe qu'en Martinique pour tous les groupes d'aliments. A l'inverse, l'approvisionnement en supermarché est plus important en Martinique (8 à 26 points de plus) qu'en Guadeloupe pour tous les groupes d'aliments. Par exemple, en Martinique l'approvisionnement en œufs en CF se fait à 71% en super/hypermarchés contre 46% seulement en Guadeloupe. Pour les denrées végétales, 27 à 35% selon le type de denrée proviennent des petits commerces en Guadeloupe, contre moins de 5% en Martinique. Peu d'écarts sont observés entre les deux régions pour les autres types de lieux d'approvisionnement, que ce soit en CF (marché ou foire et vente directe auprès d'agriculteurs ou pêcheurs) ou en CI (autoproduction et achats dans des stands de bord de route).

Pour les fruits consommés à domicile, les ménages des deux régions s'approvisionnent largement grâce à l'autoproduction/don (35% pour la Guadeloupe et 44% pour la Martinique). En Guadeloupe, l'autoproduction/don concerne 23% de l'approvisionnement en poissons et en tubercules et 20% de l'approvisionnement en mollusques. En Martinique, au moins 20% des aliments consommés à domicile sont issus de l'autoproduction/don et concerne 27% des tubercules, 25% des poissons, et 20% des mollusques.



*les histogrammes bleus et oranges sont relatifs aux circuits formels et informels respectivement

Figure 6 : Répartition du principal lieu d'approvisionnement, par groupe d'aliments, dans les populations de Guadeloupe et Martinique

3.1.1.3 Principaux modes de cuisson par groupe d'aliments

La Figure 7 présente la répartition des modes de cuisson principaux utilisés par la population des Antilles, pour les denrées végétales. Des similitudes sont constatées entre les deux régions. En particulier, le mode de cuisson bouilli est majoritairement utilisé pour ces denrées à savoir par 83 et 90% de la population pour les tubercules et par 51 et 59% pour les légumes et légumes racine, respectivement en Guadeloupe et Martinique. Viennent ensuite les modes de cuisson vapeur et sauté. Le four et le four à micro-ondes sont très peu utilisés pour faire cuire les aliments végétaux, avec, tout au plus, 4% de la population qui l'utilisent pour la cuisson des légumes et légumes racine en Guadeloupe.

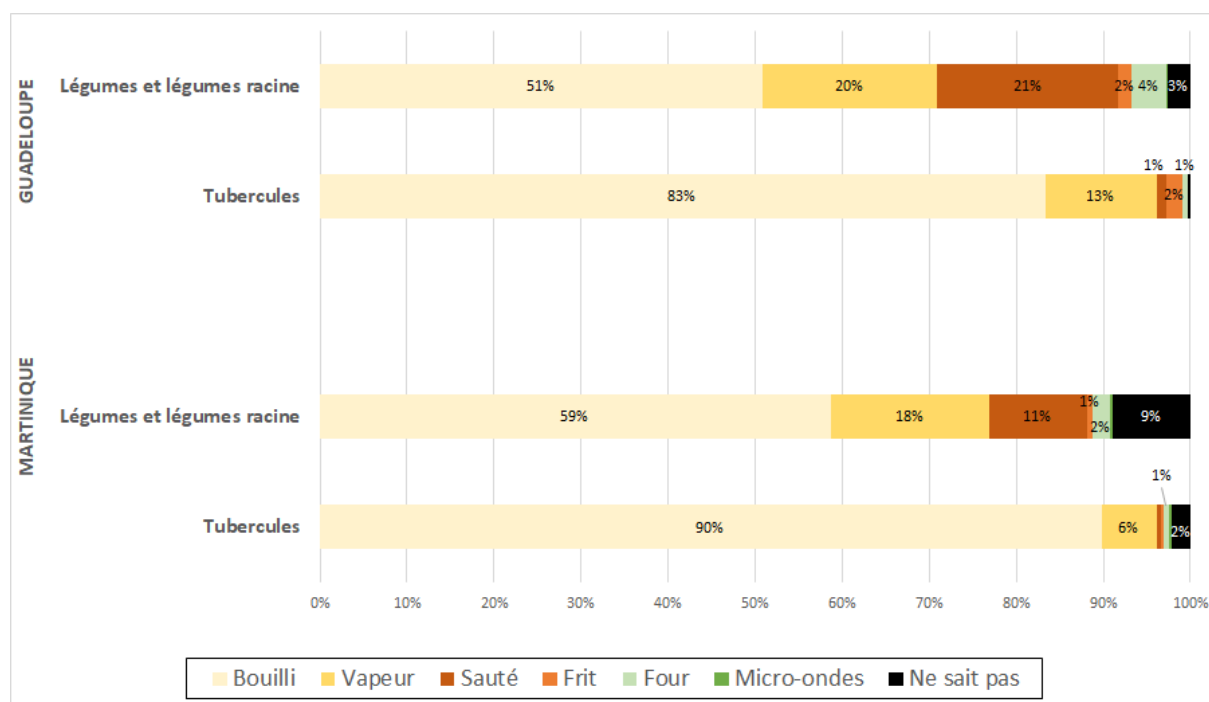


Figure 7 : Répartition du principal mode de cuisson, pour les denrées végétales, dans les populations de Guadeloupe et Martinique

Pour les œufs (voir Figure 8), les principaux modes de cuisson sont la cuisson en omelette (26% et 37% respectivement en Martinique et Guadeloupe) et les œufs durs (30% et 33%). Viennent ensuite les œufs brouillés et les œufs au plat. Les œufs à la coque et mollets sont très minoritaires.

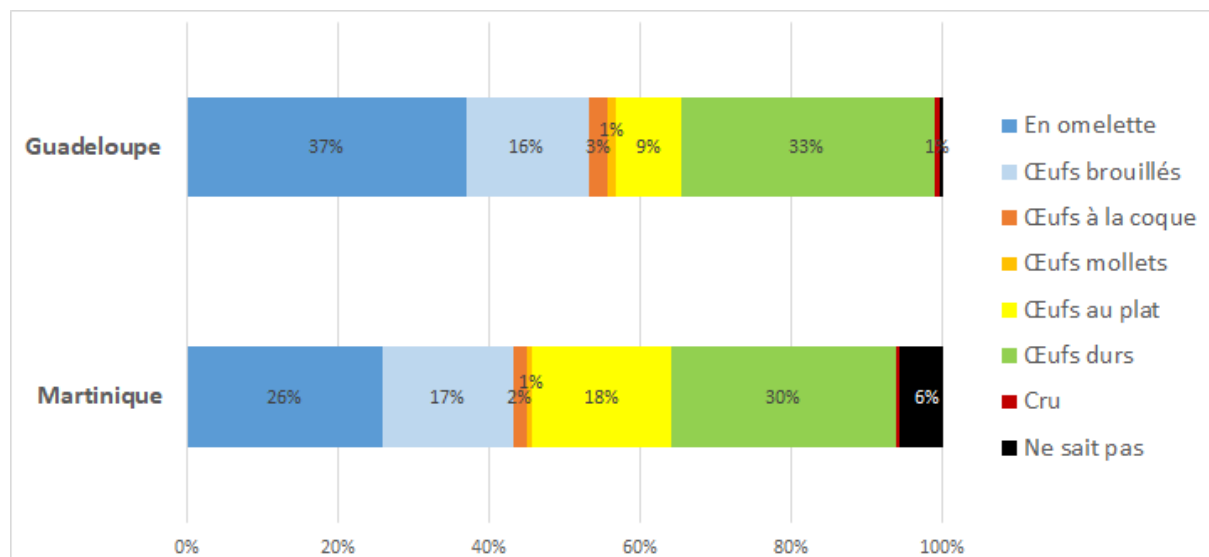


Figure 8 : Répartition du principal mode de cuisson, pour les œufs, dans les populations de Guadeloupe et Martinique

Pour les denrées animales hors œufs (voir Figure 9), le mijotage des viandes et la cuisson au court-bouillon/blaff³⁰ des poissons, crustacés et mollusques sont davantage utilisés en Guadeloupe (34% et entre 41 et 51% respectivement) qu'en Martinique (18% et moins de 32% respectivement). En revanche, la cuisson de type grillé/boucané est environ deux fois (voire

³⁰ Type de court-bouillon épicé aux Antilles

plus de quatre fois pour les mollusques) plus utilisée en Martinique qu'en Guadeloupe. L'utilisation des modes de cuisson sauté/fricassé, frit et four traditionnel par la population est semblable dans les deux régions. Le four à micro-ondes est utilisé par moins de 1% de la population pour faire cuire les denrées alimentaires d'origine animale.

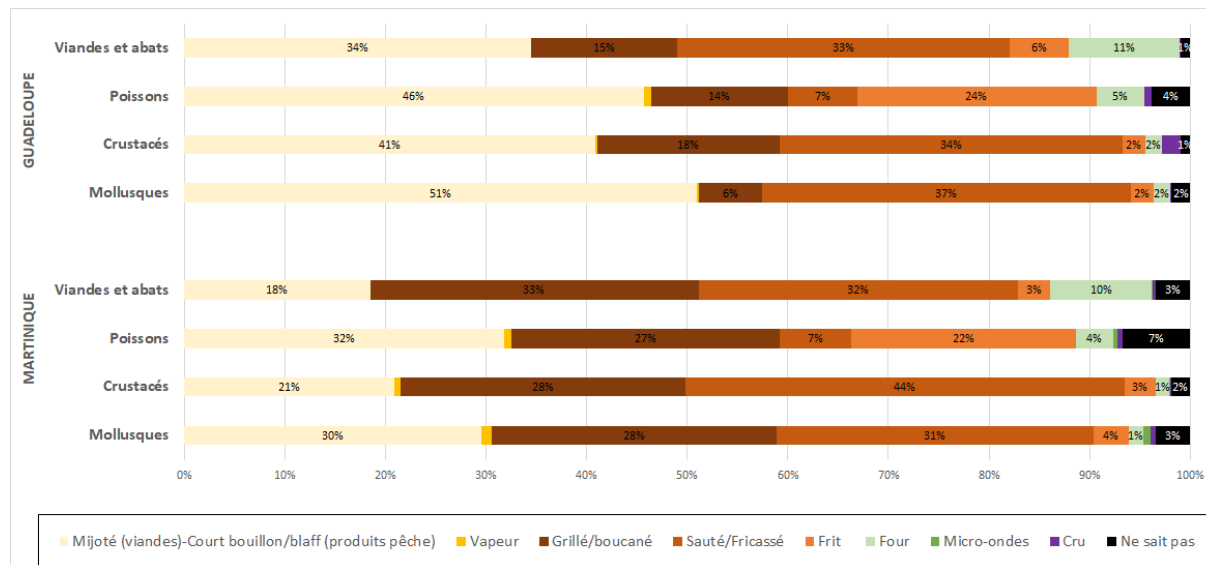


Figure 9 : Répartition du principal mode de cuisson, pour les denrées animales (hors œufs), dans les populations de Guadeloupe et Martinique

A partir des données issues de l'enquête sur les pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments, le plan d'échantillonnage a été défini selon la méthode décrite au paragraphe 2.3.1.5. Ainsi, les modes de cuissons peu utilisés par la population (inférieurs à 15%, par exemple la cuisson au four à micro-ondes) n'ont pas été pris en compte lors de l'échantillonnage et de la préparation des échantillons finaux.

3.1.2 Échantillons prélevés

Les collectes et préparations des échantillons se sont déroulées dans les deux régions de mai 2022 à juin 2023. A l'issue de l'échantillonnage alimentaire sur le terrain, 764 échantillons ont été collectés en Guadeloupe et 807 en Martinique tous circuits confondus. Le nombre d'échantillons prélevés par item alimentaire et par circuit est fourni à l'Annexe 6 pour les deux régions (Tableau 39 et Tableau 40).

Pour la Guadeloupe, le nombre d'échantillons prélevés représente au total 88% de l'objectif initial du plan d'échantillonnage et pour la Martinique, 94%. En effet, une centaine d'échantillons en Guadeloupe et une cinquantaine en Martinique n'ont pas pu être collectés par rapport au plan initial, en raison de difficultés rencontrées sur le terrain dans les CI. Cela concerne particulièrement la collecte des denrées animales, dont certaines éventuellement issues des pratiques de pêche en zone interdite ou de pratiques illégales d'abattage d'animaux.

La Figure 10 présente les taux de collecte des échantillons prélevés par circuit pour chaque groupe d'aliments dans les deux régions.

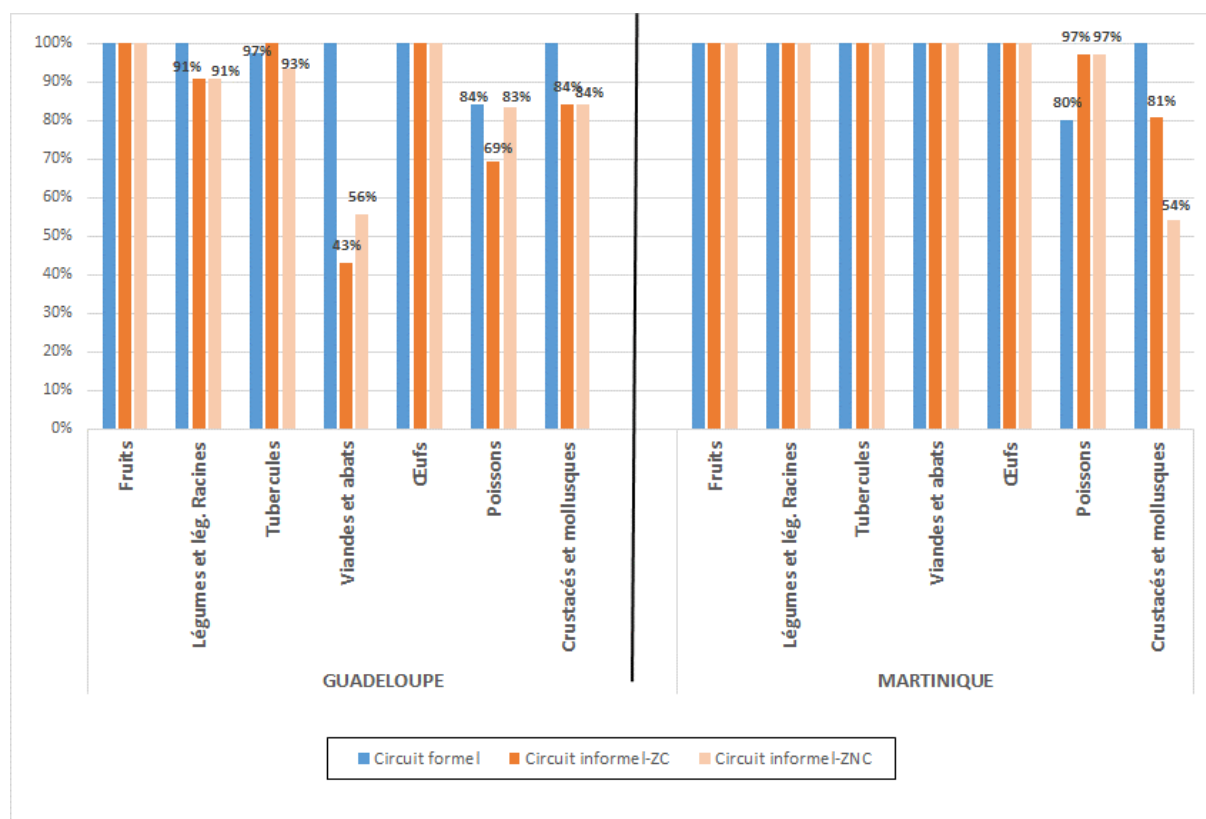


Figure 10 : Taux de collecte des échantillons prélevés par rapport au plan initial, par groupe d'aliments et circuit en Guadeloupe et Martinique
(les barres sans mention du % sont à 100%)

3.1.3 Échantillons finaux constitués

A l'issue de la collecte, les échantillons composites ont été préparés selon les indications du plan de préparation et de cuisson des aliments, en comprenant systématiquement une préparation dite « crue » plus une préparation dite « épluchée » pour quelques denrées végétales et de 1 à 3 préparations ou cuissons différentes. Le lavage de certains aliments et certains types de cuisson nécessitant l'usage de l'eau du robinet, celle utilisée chez les deux prestataires pour la préparation et cuisson des aliments a fait l'objet d'une analyse³¹. Les résultats de l'eau utilisée chez les prestataires sont du même ordre de grandeur que les données de contamination observées dans les eaux destinées à la consommation humaine pour les deux régions (voir Tableau 11 au paragraphe 3.2.3).

Certains échantillons finaux ont été constitués malgré un nombre d'échantillons prélevés lors de la collecte inférieur à celui prévu dans le plan d'échantillonnage initial : c'est le cas des betteraves, carottes, poireaux, couscouche-igname, palourdes en Guadeloupe et chatrou en Martinique. Pour ces aliments, tous les échantillons finaux prévus initialement ont pu être constitués à partir des échantillons composites élaborés selon les préparations et cuissons prévues.

Au total, 349 échantillons finaux ont été préparés pour la Guadeloupe et 374 pour la Martinique. Le nombre d'échantillons finaux préparés par item alimentaire et circuit est fourni à l'Annexe 6 pour les deux régions (Tableau 41 et Tableau 42). La Figure 11 présente les taux

³¹ Les analyses ont été réalisées par le laboratoire national de référence de la Drôme (La Drôme Laboratoire), à partir d'un échantillon d'eau prélevé en mars 2023 sur le lieu de préparation des échantillons finaux chez les prestataires de chaque île. La teneur en chlordécone dans l'eau prélevée en Guadeloupe est de 0,036 µg/L et celle en Martinique de 0,012 µg/L.

de constitution des échantillons finaux par rapport au plan initial, par groupe d'aliments et par circuit pour la Martinique et la Guadeloupe.

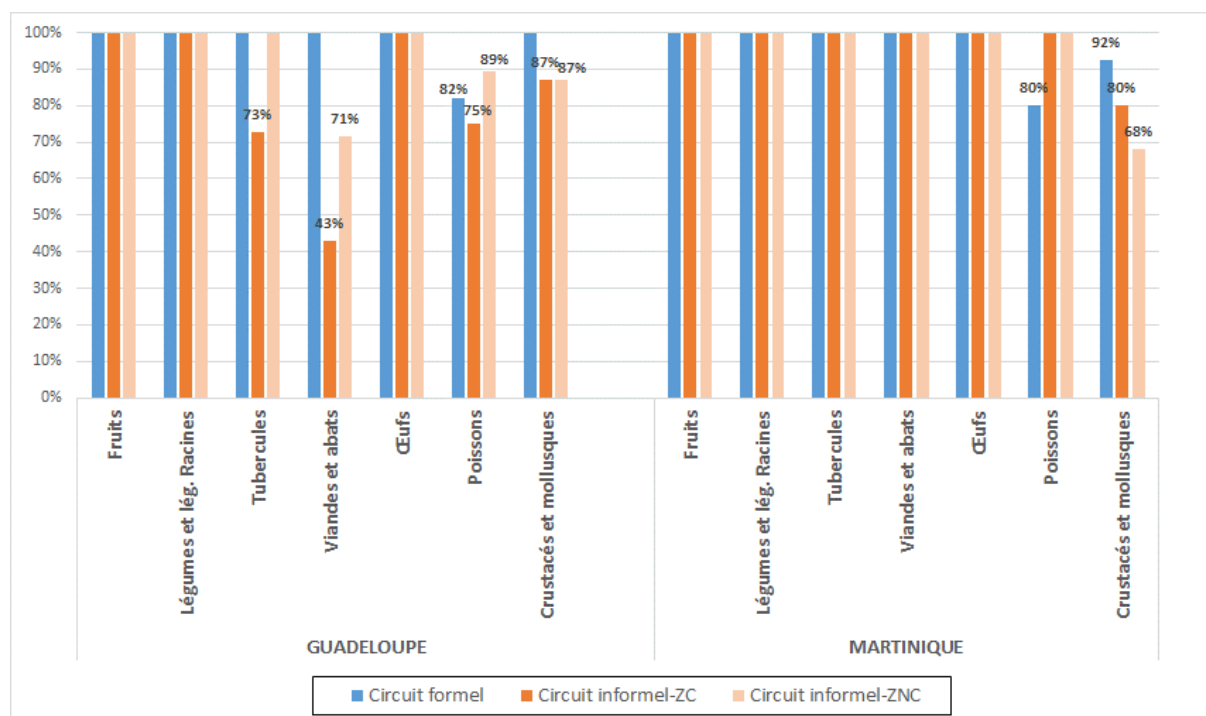


Figure 11 : Taux de constitution des échantillons finaux par rapport au plan initial, par groupe d'aliments et circuit en Guadeloupe et Martinique

(les barres sans mention de % sont à 100%)

Au final, 723 échantillons finaux ont été analysés par le laboratoire national de référence (LNR) pour les pesticides monorésidus du LSAL de l'Anses pour rechercher la contamination en chlordécone et chlordécol dans les items alimentaires.

Tableau 8 : Nombres d'échantillons finaux analysés pour la détermination des concentrations en chlordécone et chlordécol par le laboratoire Anses-LSAI-UPBM, par groupe d'aliments et par région

Groupe d'aliments	Guadeloupe	Martinique
Fruits	15	15
Légumes et légumes racine	102	93
Tubercules	30	33
Viandes, volailles, abats	30	49
Œufs	40	40
Poissons	69	84
Crustacés et mollusques	63	60
TOTAL	349	374

3.1.4 Imputation des données de contamination manquantes

Pour quelques items alimentaires, les échantillons finaux n'ont pas pu être constitués à l'issue du plan d'échantillonnage suite à un prélèvement manquant ou insuffisant. Cela concerne les items alimentaires suivants : poisson volant/balaou/coulirou, tarpon/grand écaille, lambi, patate douce, viande de bœuf et abats en Guadeloupe, et poisson d'eau douce, écrevisse (ouassou) et lambi en Martinique³². Pour ces échantillons finaux manquants par rapport au plan d'échantillonnage initial, une valeur de contamination en chlordécone a été imputée selon la méthode décrite au paragraphe 2.5.1.2. Cela concerne 40 échantillons finaux au total (28 en Guadeloupe et 12 en Martinique), soit 5% du total des échantillons finaux pour les deux régions.

3.2 Données de contamination en chlordécone

Les Tableau 43 à Tableau 52 figurant à l'Annexe 7 présentent pour chaque région les données individuelles de contamination en chlordécone pour l'ensemble des échantillons de l'étude ChlorExpo par groupe d'aliments, item alimentaire, circuit d'approvisionnement et type de cuisson. Pour environ 3% des échantillons, les résultats obtenus sortent du domaine de validité de la méthode d'analyse établie par le laboratoire. Dans ce cas, la deuxième analyse effectuée selon la méthode décrite au paragraphe 2.4.1 a permis de confirmer le résultat. Il s'agit des produits de la pêche (18 échantillons) et d'un échantillon d'œuf. Pour ces échantillons, c'est le résultat de l'analyse de confirmation qui est retenu et présenté dans les tableaux détaillés de l'Annexe 7.

Pour une appropriation et interprétation adaptées des données individuelles de contamination (et non imputées), il est nécessaire de se référer aux éléments présentés dans le paragraphe 2.5.2.1 qui décrit la méthode d'évaluation de l'effet éventuel de la cuisson sur le niveau de contamination en chlordécone, ainsi qu'au chapitre « Incertitudes et limites de l'étude ».

3.2.1 Taux de censure et de quantification par groupe d'aliments

La Figure 12 présente les taux de censure (cas où la substance est non détectée ou détectée mais non quantifiée) et de quantification pour le chlordécone par groupe d'aliments pour chaque région. Les taux de quantification les plus élevés sont observés, dans les deux régions, pour les « Œufs » (80% et 83% respectivement en Guadeloupe et Martinique) et les produits de la pêche (62% pour les « Crustacés et mollusques » pour les 2 régions et 58% et 72% pour les « Poissons » respectivement pour la Guadeloupe et la Martinique). Viennent ensuite, les « Viandes, volailles, abats » et les « Tubercules » dont le taux de quantification varie entre 20% et 45%. Enfin, le groupe des « Légumes et légumes racine » est peu quantifié (moins de 15%) et le chlordécone dans les « Fruits » n'a jamais été détecté dans les échantillons.

³² C'était aussi le cas pour le brochet des mers pour les deux régions, mais comme cet item alimentaire n'est pas pris en compte dans les calculs d'exposition (car non consommé selon l'enquête de consommation Kannari), l'imputation n'a pas été réalisée.

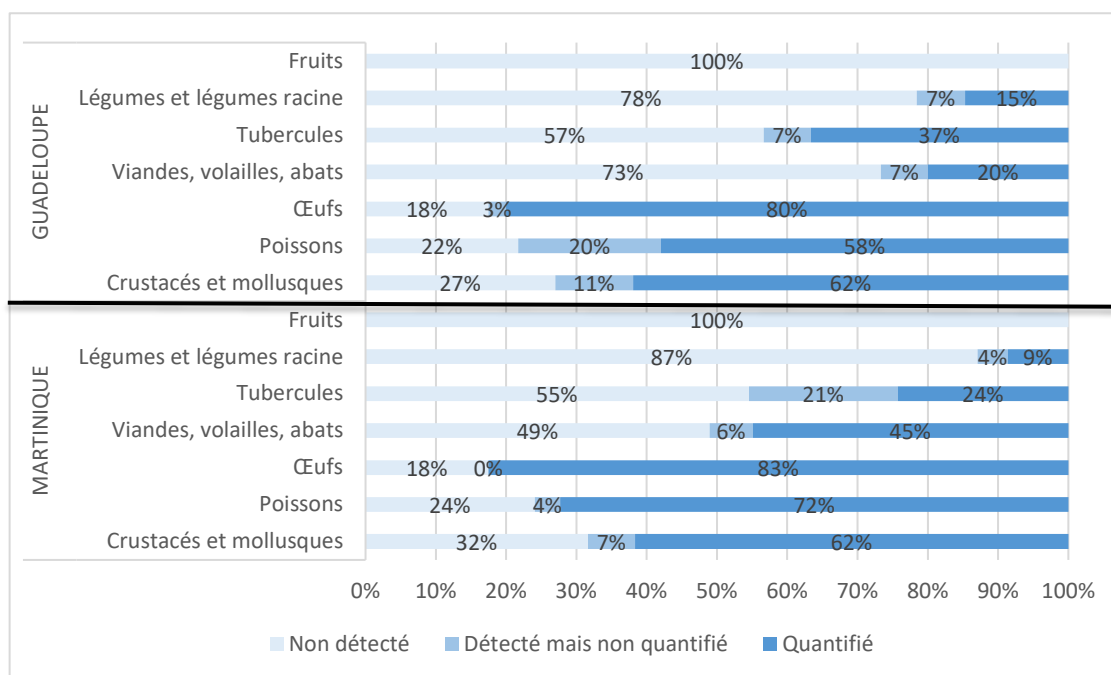


Figure 12 : Taux de censure et de quantification en chlordécone, par groupe d'aliments en Guadeloupe et en Martinique

La Figure 13 illustre les taux de censure et de quantification par groupe d'aliments et par circuit d'approvisionnement pour les deux régions. Le chlordécone n'a pas été détecté dans les fruits, quel que soit le circuit considéré. Pour les autres groupes d'aliments, les taux de quantification sont plus élevés pour le CI-ZNC que dans le CF, hormis pour les « Tubercules » dans les deux régions. Les taux de quantification sont également plus élevés pour le CI-ZC que dans le CI-ZNC, hormis pour les « Œufs »³³ en Guadeloupe et pour les « Poissons » en Martinique. L'analyse de la distribution des valeurs de contamination par groupe d'aliments et par circuit d'approvisionnement permettra de mieux comprendre ces quelques observations *a priori* contre-intuitives.

³³ Toutefois, les effectifs sont déséquilibrés entre le CI-ZC (n=32) et CI-ZNC (n=4).

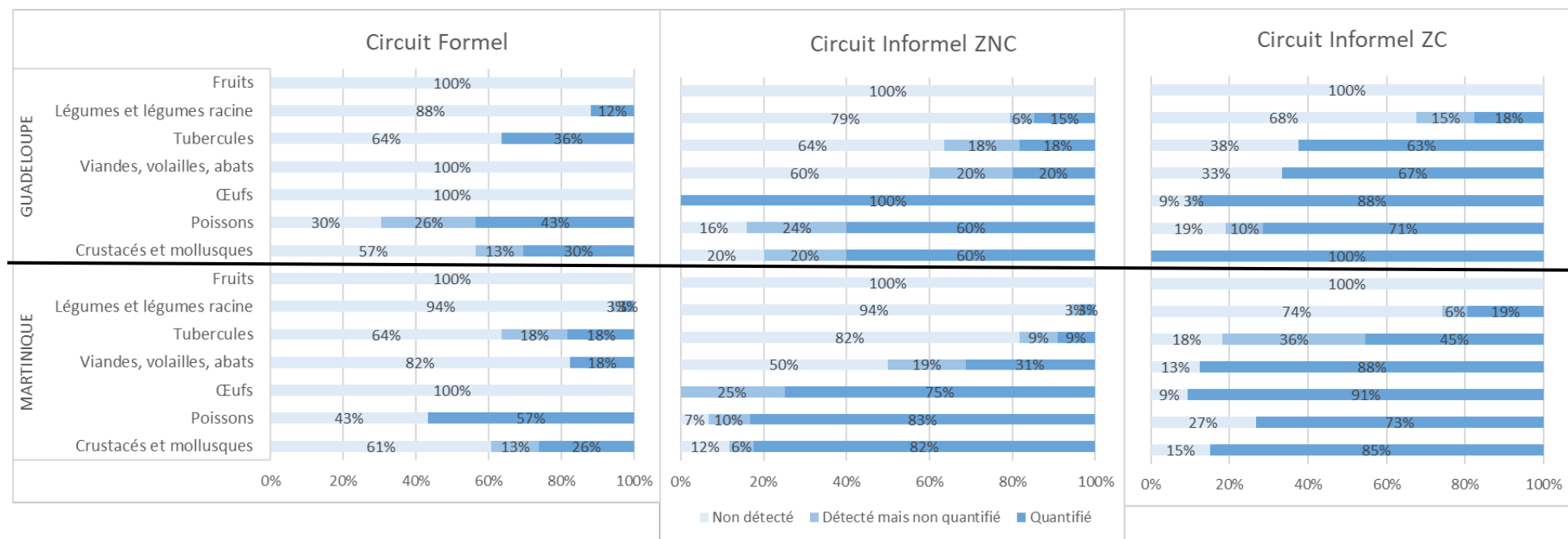


Figure 13 : Taux de censure et de quantification en chlordécone par groupe d'aliments et circuit d'approvisionnement en Guadeloupe et en Martinique

3.2.2 Distribution des valeurs de contamination par groupe d'aliments

Les données de contamination sont présentées ici sous forme de distribution par groupe d'aliments. Les tableaux détaillés par aliment figurent à l'Annexe 7 (Tableau 43 à Tableau 52). Des tests statistiques sont ensuite réalisés pour déterminer s'il existe des différences significatives de contamination des aliments entre les régions (Tableau 53) et entre les circuits d'approvisionnement par région (Tableau 54). Il faut souligner que, pour un groupe d'aliment donné, les échantillons ne sont pas systématiquement identiques dans les deux régions, selon les circuits considérés et les modes de cuisson. Ainsi une attention est à porter aux interprétations des résultats de cette analyse.

3.2.2.1 Distribution par région, tous circuits confondus

La Figure 14 présente (sur une échelle logarithmique en ordonnée) la distribution des données de contamination sous la forme de box-plot, par groupe d'aliments et par région, tous circuits et modes de cuisson confondus.

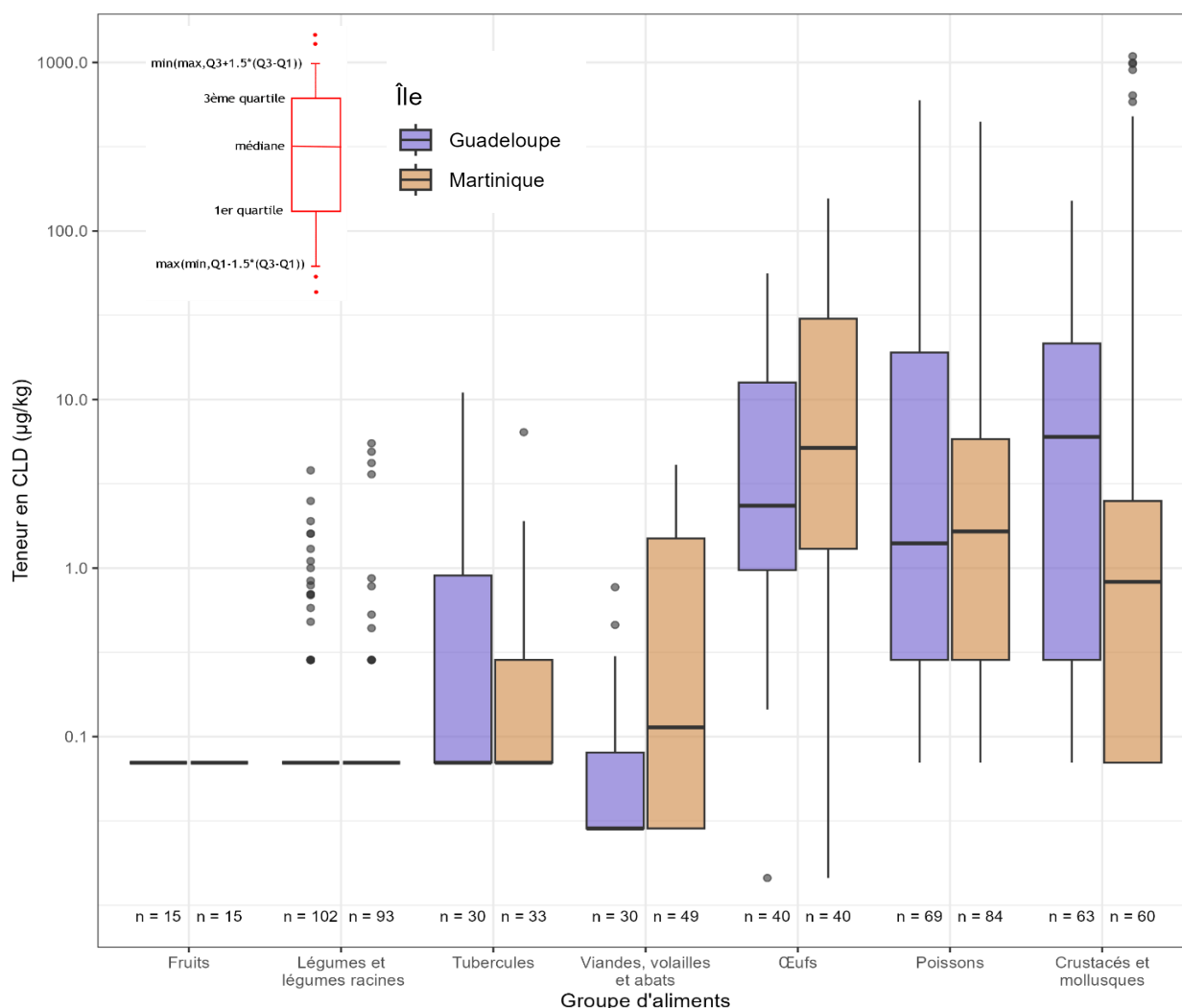


Figure 14 : Distribution de la contamination en chlordécone (en µg/kg PF) par groupe d'aliments et par région

(Les données censurées sont traitées selon l'hypothèse Middle Bound – Ordonnée en échelle logarithmique – n : nombre d'échantillons finaux)

Pour les deux régions, les groupes des poissons, des crustacés et mollusques, et les œufs présentent des niveaux médians de contamination les plus élevés, respectivement 1,4 µg/kg PF, 6,0 µg/kg PF et 2,4 µg/kg PF pour la Guadeloupe, et respectivement 1,7 µg/kg PF, 0,8 µg/kg PF et 5,3 µg/kg PF pour la Martinique. Ces niveaux sont nettement plus élevés que ceux des autres groupes alimentaires qui ne dépassent pas les 0,11 µg/kg PF. Pour le groupe des légumes et légumes racines, les valeurs extrêmes³⁴ observées, pour les deux régions, ne représentent que quelques valeurs quantifiées. En effet, environ 90% des données de contamination sont censurées pour ce groupe d'aliments. La contamination du groupe des fruits reste toujours en dessous de la LOD.

Le Tableau 9 résume les résultats des tests réalisés pour déterminer l'existence ou non d'une différence significative des niveaux de contamination entre les deux régions. Le détail des résultats de ces tests est présenté au Tableau 53 à l'Annexe 8.

Tableau 9 : Résultats des tests de l'« effet région » sur les niveaux de contamination en chlordécone, par groupe d'aliments

Groupe d'aliments	Test de Wilcoxon		GLM	
	N	p-value	N	p-value
Fruits	0	NA	30	NA
Légumes et légumes racines	25	ns	195	ns
Tubercules	18	ns	63	ns
Viandes, volailles et abats	9	*	79	**
Œufs	26	ns	80	ns
Poissons	54	ns	153	ns
Crustacés et mollusques	45	ns	123	ns

N : effectif. L'effectif du test Wilcoxon correspond au nombre de couples dont les données ne sont pas censurées de la même manière (les deux <LOD ou <LOQ). L'effectif du GLM correspond à l'ensemble des données unitaires censurées ou non censurées

*ns : non significatif ($p \geq 0,05$) ; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$*

L'hypothèse MB de traitement de la censure est appliquée aux données censurées retenues lors des tests

NA : non applicable car toutes les données censurées ou test non convergeant (valable pour le GLM)

Ces tests confirment que, statistiquement, il n'y a pas d'écart significatif entre les deux régions pour l'ensemble des groupes d'aliments, à l'exception du groupe des viandes, volailles et abats pour lequel les niveaux de contamination en Guadeloupe apparaissent plus faibles que ceux relevés en Martinique ($p < 0,05$). Il est à noter que le nombre d'aliments analysés est différent entre les deux régions et que certains aliments du groupe n'ont pas pu être collectés en Guadeloupe dans le CI.

3.2.2.2 Distribution par région et par circuit d'approvisionnement

Les Figure 15 et Figure 16 présentent (sur une échelle logarithmique en ordonnée) la distribution des données de contamination, par groupe d'aliments et par circuit d'approvisionnement pour la Guadeloupe et la Martinique, sans distinction des modes de cuisson.

³⁴ Les valeurs extrêmes sont celles représentées par des points dans les graphiques. Elles sont supérieures au quartile 75% + 1,5 x l'écart interquartile ou inférieures au quartile 25% - 1,5 x l'écart interquartile.

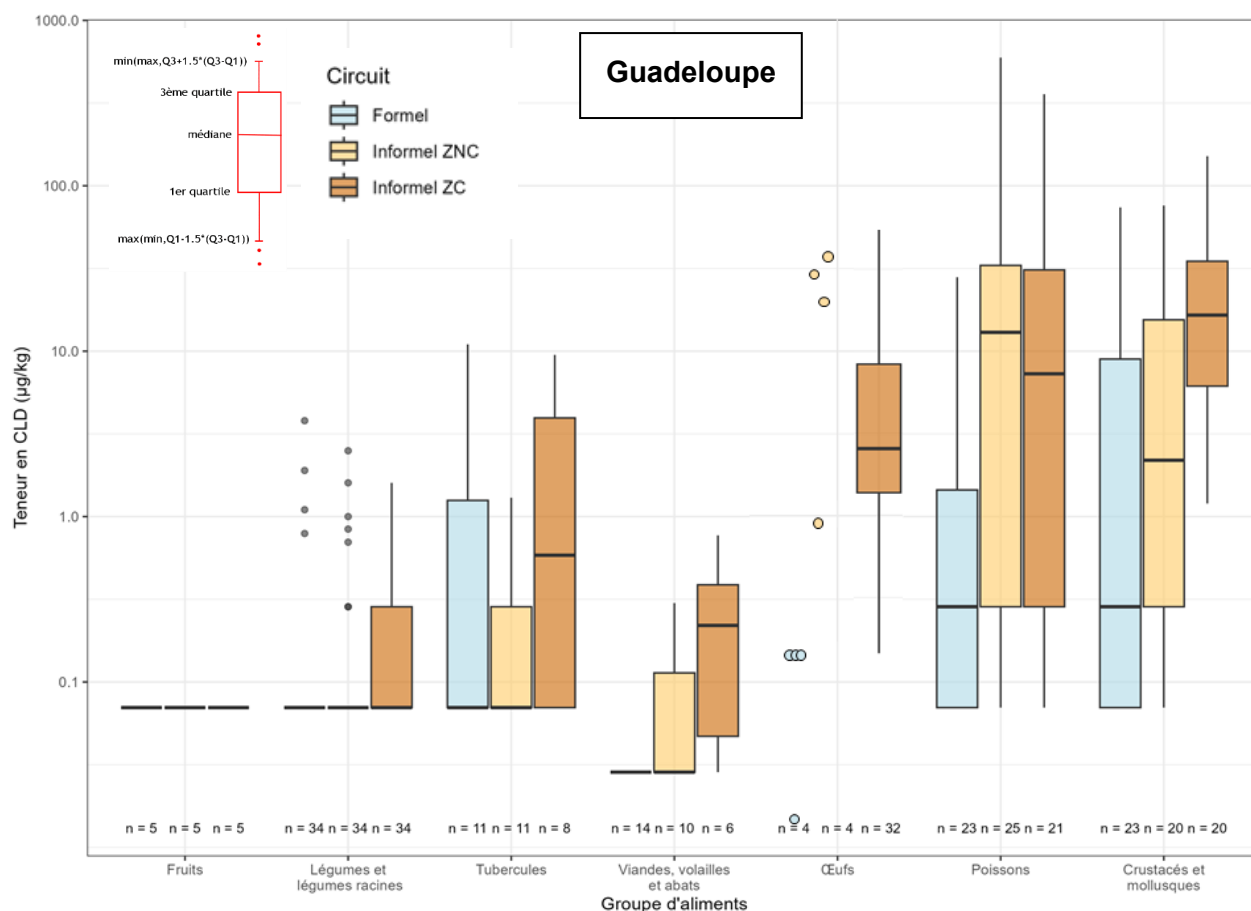


Figure 15 : Distribution de la contamination en chlordécone (en µg/kg PF) par groupe d'aliments et circuit d'approvisionnement, pour la Guadeloupe

(Les données censurées sont traitées selon l'hypothèse Middle Bound - Ordonnée en échelle logarithmique -
 n : nombre d'échantillons finaux – Pour $n < 5$, les données sont présentées individuellement selon la couleur du circuit)

En Guadeloupe, dans le CF, quelques échantillons de poissons et crustacés et mollusques dépassent la LMR de 20 µg/kg PF fixée pour ces denrées. Cela concerne un échantillon de tarpon/grand écaille, bécune/barracuda, un échantillon de poisson lion, deux échantillons de langouste (oma blan) et deux échantillons de palourdes. Toutefois après intégration de l'incertitude de mesure du laboratoire pour cette catégorie de denrées (20%), seules trois données dépassent la LMR, pour les deux échantillons de palourdes et un échantillon de langouste (oma blan). Les résultats pour ces groupes d'aliments sont toutefois à interpréter avec prudence, en particulier pour les groupes à faible effectif.

Dans le CI, aucune contamination moyenne pour les groupes des fruits, des légumes et légumes racines, des tubercules ou des viandes, volailles et abats ne dépasse la LMR, la contamination observée étant systématiquement inférieure à 11 µg/kg. *A contrario*, la concentration de 25% des échantillons d'œufs et de 33% des échantillons de poissons et de crustacés et mollusques est supérieure à la LMR.

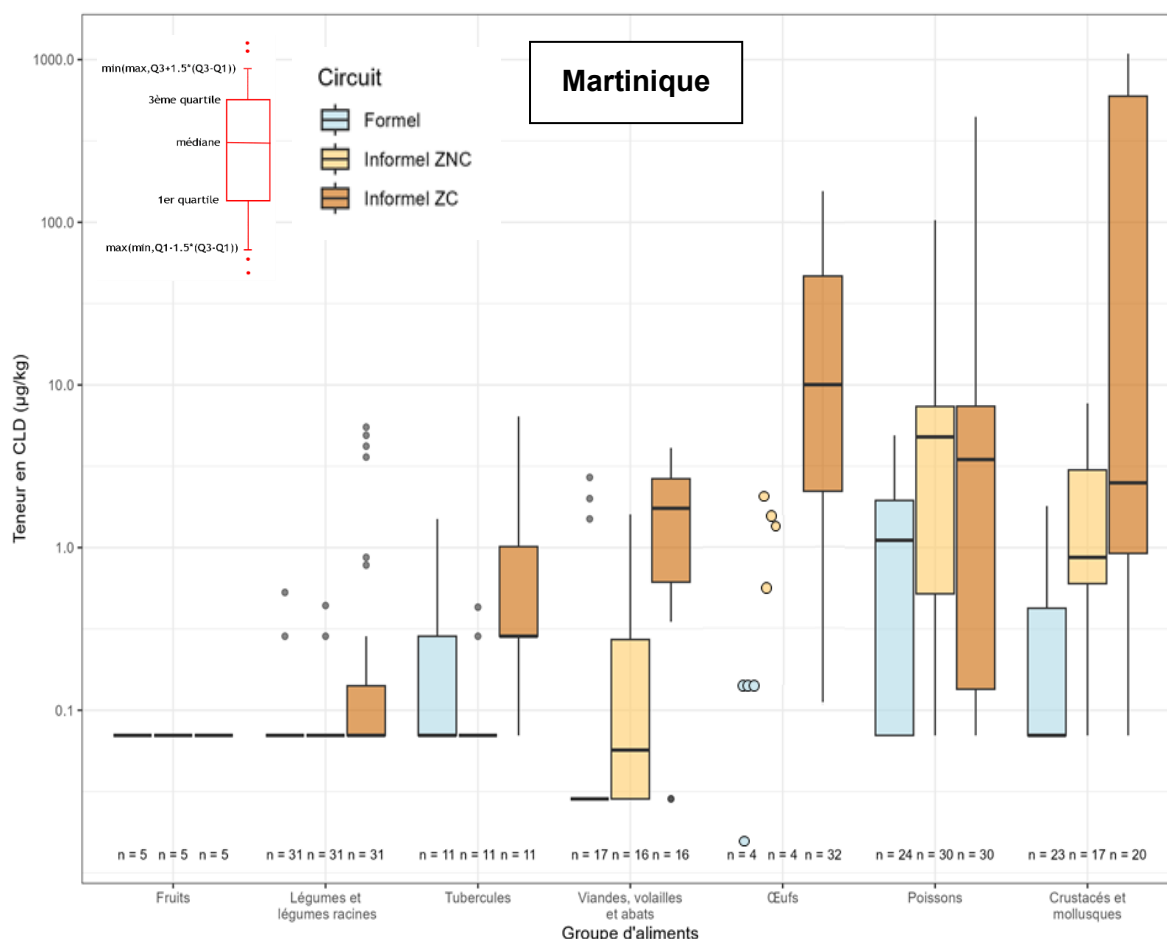


Figure 16 : Distribution de la contamination en chlordécone (en µg/kg PF) par groupe d'aliments et circuit d'approvisionnement, pour la Martinique

(Les données censurées sont remplacées par la valeur selon l'hypothèse MB - Ordonnée en échelle logarithmique - n : nombre d'échantillons finaux – Pour n < 5, les données sont présentées individuellement selon la couleur du circuit)

En Martinique, dans le CF, aucun dépassement de la LMR n'est observé dans les échantillons, quel que soit le groupe d'aliments. De même, dans le CI, aucune donnée de contamination des groupes des fruits, des légumes et légumes racines, des tubercules ou des viandes, volailles et abats ne dépasse la LMR. La contamination observée pour ces aliments est inférieure à 7 µg/kg. Parallèlement, la concentration dans ce circuit est supérieure à la LMR pour 33% des œufs, 13% des poissons et 24% des crustacés et mollusques.

Le Tableau 10 résume les résultats des tests statistiques réalisés pour déterminer l'existence ou non d'une différence significative des niveaux de contamination entre les circuits par région. Le détail des résultats des tests est disponible au Tableau 54 à l'Annexe 8.

Tableau 10 : Résultats des tests de l'« effet circuit » sur les niveaux de contamination en chlordécone en Guadeloupe et Martinique

		GUADELOUPE				MARTINIQUE			
		Test de Wilcoxon		GLM ³⁵		Test de Wilcoxon		GLM	
Groupe d'aliments	Circuits	N	p-value	N	p-value	N	p-value	N	p-value
Fruits	Formel vs Informel ZC	0	NA	10	NA	0	NA	10	NA
	Formel vs Informel ZNC	0	NA	10	NA	0	NA	10	NA
	Informel ZNC vs Informel ZC	0	NA	10	NA	0	NA	10	NA
Légumes et légumes racines	Formel vs Informel ZC	14	ns	68	ns	8	*	62	*
	Formel vs Informel ZNC	11	ns	68	ns	3	ns	62	ns
	Informel ZNC vs Informel ZC	12	ns	68	ns	9	*	62	*
Tubercules	Formel vs Informel ZC	7	ns	19	ns	9	ns	22	*
	Formel vs Informel ZNC	6	ns	22	ns	5	ns	22	ns
	Informel ZNC vs Informel ZC	8	ns	19	ns	9	*	22	**
Viandes, volailles et abats	Formel vs Informel ZC	4	ns	20	***	14	**	33	***
	Formel vs Informel ZNC	4	ns	24	ns	8	ns	33	ns
	Informel ZNC vs Informel ZC	5	ns	16	ns	16	**	32	**
Œufs	Formel vs Informel ZC	4	*	36	***	4	*	36	ns
	Formel vs Informel ZNC	4	ns	8	NA	4	ns	8	ns
	Informel ZNC vs Informel ZC	4	ns	36	ns	4	ns	36	ns
Poissons	Formel vs Informel ZC	19	**	45	**	20	*	54	**
	Formel vs Informel ZNC	17	*	48	**	22	**	54	**
	Informel ZNC vs Informel ZC	17	ns	47	ns	28	ns	60	ns
Crustacés et mollusques	Formel vs Informel ZC	17	*	43	***	13	**	43	***
	Formel vs Informel ZNC	14	ns	43	*	11	**	40	**
	Informel ZNC vs Informel ZC	20	***	40	**	17	*	37	**

N : effectif. L'effectif du test Wilcoxon correspond au nombre de couples région/circuit dont les données ne sont pas censurées de la même manière (les deux <LOD ou <LOQ). L'effectif des tests GLM correspond à l'ensemble des données unitaires censurées ou non censurées

*ns : non significatif ($p \geq 0,05$) ; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$*

L'hypothèse MB de traitement de la censure est appliquée aux données censurées retenues lors des tests

NA : non applicable car toutes les données censurées ou test non convergeant (valable pour test GLM)

Pour le groupe des « légumes et légumes racines » et des « tubercules », les tests effectués ne révèlent aucun effet significatif du circuit d'approvisionnement sur le niveau de contamination. Cependant, pour ces groupes d'aliments en Martinique, le niveau de contamination est significativement plus élevé en CI-ZC par rapport aux deux autres circuits. Pour le groupe des « viandes, volailles et abats », une différence est observée pour le CF vs CI-ZC avec le GLM seulement en Guadeloupe et pour CF vs CI-ZC et CI-ZC vs CI-ZNC avec les deux tests en Martinique. Les résultats pour ces groupes d'aliments sont toutefois à interpréter avec prudence à la vue des faibles effectifs. Pour le groupe des œufs, le niveau de contamination en CI-ZC est significativement plus élevé par rapport au CF pour les deux régions. Toutefois, en Martinique, le niveau de preuve d'un tel effet est moindre concernant l'écart entre CF et CI-ZC.

Pour le groupe des poissons, un effet significatif du circuit d'approvisionnement sur le niveau de contamination est constaté dans les deux régions, pour les deux zones du CI par rapport au CF. Les contaminations en CI apparaissent supérieures à celles du CF. Aucun effet significatif n'est observé dans le CI entre les zones réputées contaminées et non contaminées, que ce soit en Guadeloupe ou en Martinique.

Enfin, pour le groupe des crustacés et mollusques, un effet significatif du circuit d'approvisionnement sur le niveau de contamination est observé dans les deux régions pour

³⁵ GLM : general linear model

les comparaisons CF vs CI-ZNC, CF vs CI-ZC et CI-ZNC vs CI-ZC. Le niveau de preuve d'un tel effet est moindre concernant l'écart entre le CF et le CI-ZNC en Guadeloupe.

Ces résultats statistiques mettent en évidence des cas, *a priori* contre-intuitifs, où les niveaux de contamination sont plus élevés en zone réputée non contaminée qu'en zone réputée contaminée. Il s'agit par exemple de la contamination des poissons, dans les deux régions, dont la valeur médiane la plus élevée est observée en zone réputée non contaminée. Les hypothèses pour expliquer ces cas sont liées au caractère très mobile de certains poissons dont le niveau de contamination n'illustre pas toujours celui de l'environnement dans lequel ils sont pêchés ou du territoire sur lequel ils sont vendus.

La première hypothèse qui permettrait d'expliquer les niveaux de contamination plus élevés en CI-ZNC qu'en CI-ZC concerne le lieu du prélèvement ou de la production des aliments achetés dans le CI. Il est difficile de garantir la provenance des produits de la pêche obtenus auprès de la population, d'autant qu'il existe des interdictions de pêche en vigueur en rivière et en mer. La deuxième hypothèse porte sur la définition des zones réputées contaminées et non-contaminées (voir paragraphe 2.3.1.3 de la méthodologie) qui est faite à l'échelle de la commune entière. Or, la contamination des sols peut être très variable au sein d'une même commune. Ainsi, un aliment terrestre produit et collecté dans une commune classée en zone réputée non contaminée peut présenter un fort niveau de contamination s'il provient d'une parcelle contaminée ; il en va de même pour un aliment produit dans une commune classée en zone réputée contaminée : celui-ci peut présenter une faible contamination si l'aliment provient d'une parcelle peu contaminée. Enfin, cela peut être combiné avec des biais de collecte sur le terrain, notamment le niveau d'acceptation de la population à fournir des aliments autoproduits, qui peut être variable au sein d'une même commune, notamment pour les individus habitant à proximité des anciennes parcelles bananières.

3.2.3 Niveaux de contamination des eaux

Pour calculer l'exposition de la population, une valeur de contamination pour l'eau du robinet et l'eau embouteillée locale et une valeur pour l'eau de source de bord de route sont retenues pour chaque région. Il s'agit de la valeur moyenne de la contamination issue de la base de données du système d'information en santé-environnement sur les eaux (SISE-Eaux) relevée en 2022 au niveau des sorties d'usine de traitement pour l'eau du robinet et l'eau embouteillée locale et de la valeur relevée en 2022 au niveau des captages, avant traitement, qui est assimilée à l'eau de source de bord de route (cf. Tableau 11).

Compte tenu de la différence des limites analytiques entre les deux régions, il est difficile de comparer ces résultats. En outre, les valeurs observées au niveau des captages sont logiquement supérieures à celles observées en sortie d'usine de traitement.

Tableau 11 : Résultats des analyses de chlordécone dans l'eau, par lieu de prélèvement et par région (base SISE-EAUX, année 2022)

	CAP (Utilisé pour caractériser les eaux de source de bord de route)		TTP (Utilisé pour caractériser l'eau de robinet et l'eau embouteillée locale)	
	Guadeloupe	Martinique	Guadeloupe	Martinique
Nombre d'analyses	180	87	394	255
LOD (µg/L)	0,01	0,003	0,01	0,003
LOQ (µg/L)	0,03	0,01	0,03	0,01
Taux de non détection (%)	77%	84%	94,4%	97,3%
Taux de quantification (%)	20%	16%	5,6%	2,7%
Moyenne en LB (µg/L)	0,28	0,07	0,014	0,003
Moyenne en UB (µg/L)	0,30	0,08	0,03	0,01

CAP : données au niveau des captages - TTP : données en sortie d'usine de traitement – Le nombre d'analyses correspond aux prélèvements à différents moments de l'année et sur différents points de prélèvements.

3.3 Données de contamination en chlordécol

Les Tableau 55 à Tableau 64 à l'Annexe 9 présentent les données individuelles de contamination en chlordécol pour l'ensemble des échantillons de l'étude ChlorExpo.

Pour une appropriation et interprétation adaptées des données individuelles de contamination, il est nécessaire de se référer aux éléments présentés dans le paragraphe 2.5.2.1 portant sur les calculs d'exposition ainsi qu'au chapitre « Incertitudes et limites de l'étude ».

3.3.1 Taux de censure et de quantification par groupe d'aliments

La Figure 17 présente les taux de censure et le taux de quantification pour le chlordécol par groupe d'aliments pour chacune des deux régions. Les taux de non détection sont très élevés pour tous les groupes d'aliments. Il est de plus de 97% dans les deux régions pour tous les groupes d'aliments, hormis pour les œufs en Martinique et les crustacés et mollusques dans les deux régions. Ces taux de censure très élevés peuvent s'expliquer d'une part, par la faible quantité du précurseur chlordécone dans les aliments et d'autre part, par le fait que les limites analytiques sont 2 à 10 fois plus élevées pour le chlordécol que pour le chlordécone selon les groupes d'aliments. Le niveau de contamination a été quantifié dans 3% des œufs en Martinique et dans 11% à 12% des crustacés et mollusques dans chacune des régions.

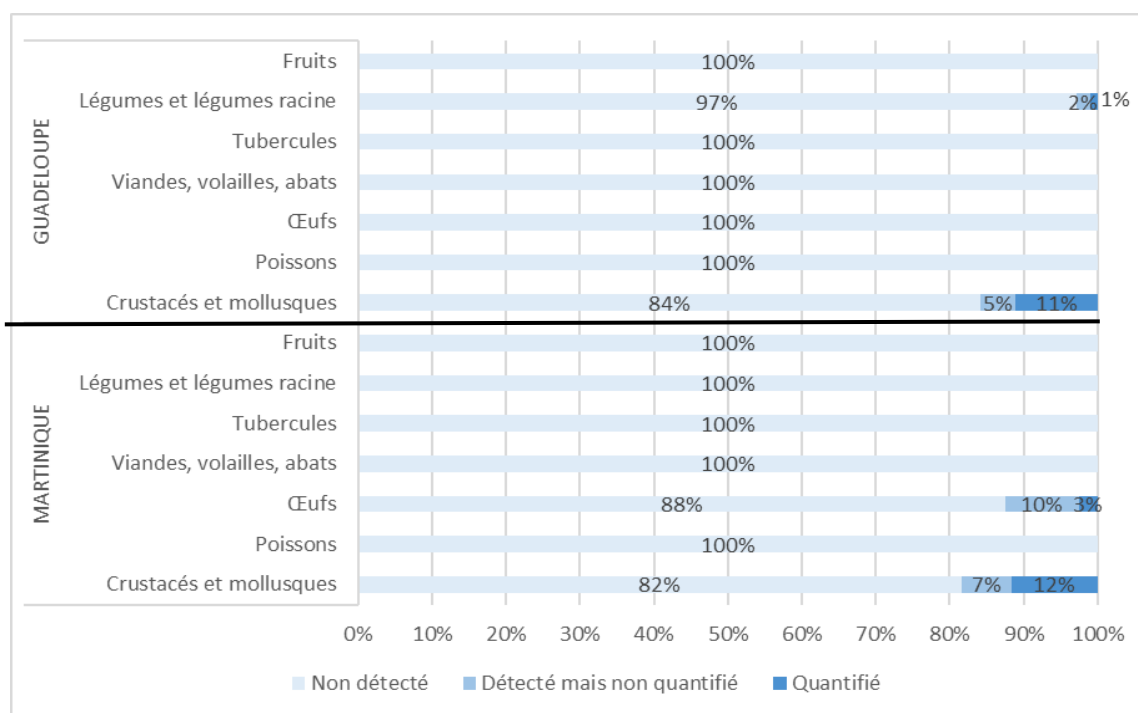


Figure 17 : Taux de censure et de quantification en chlordécol par groupe d'aliments en Guadeloupe et en Martinique

La Figure 18 illustre les taux de censure et de quantification par groupe d'aliments et par circuit d'approvisionnement. Dans les deux régions, pour les crustacés et mollusques, les taux de quantification sont plus élevés dans les deux CI par rapport au CF et dans le CI-ZC par rapport au CI-ZNC.

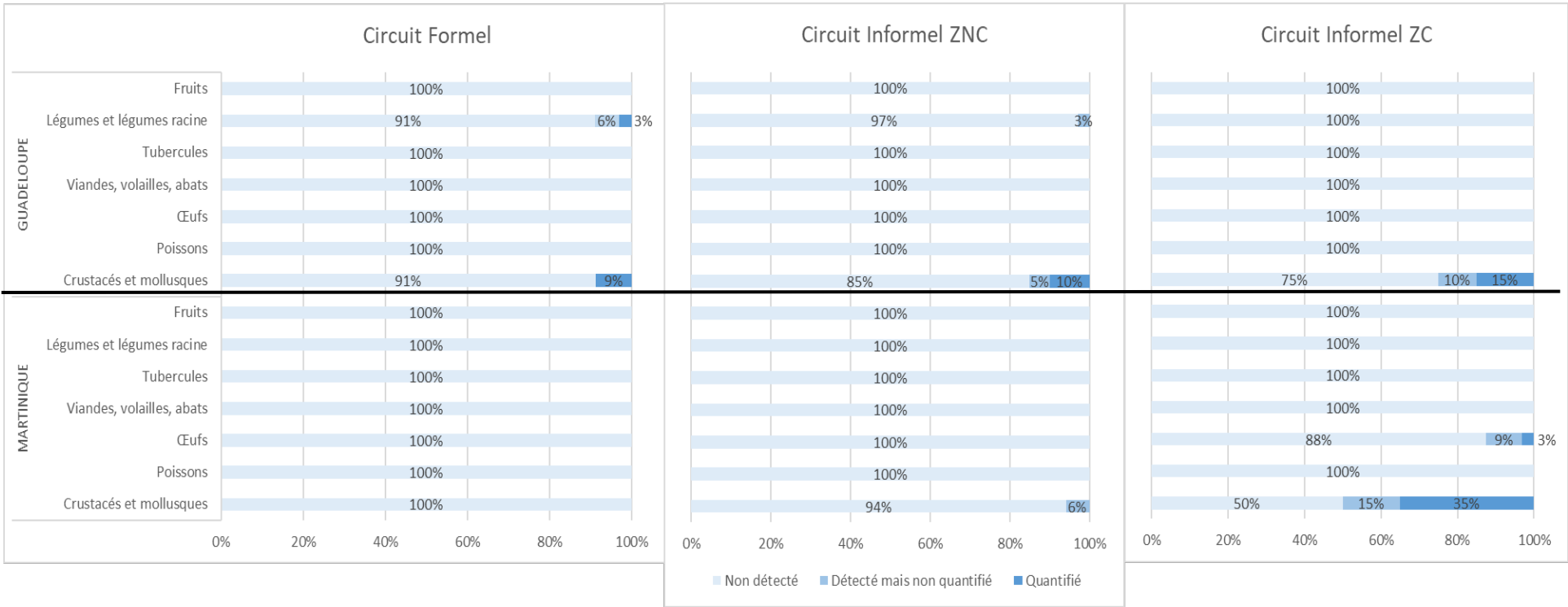


Figure 18 : Taux de censure et de quantification en chlordécol par groupe d'aliments et circuit d'approvisionnement en Guadeloupe et en Martinique

3.3.2 Distribution des valeurs de contamination par groupe d'aliments

3.3.2.1 Distribution par région, tous circuits confondus

La Figure 19 présente (sur une échelle logarithmique en ordonnée) la distribution des données de contamination en chlordécol, par groupe d'aliments et par région, tous circuits et modes de cuisson confondus.

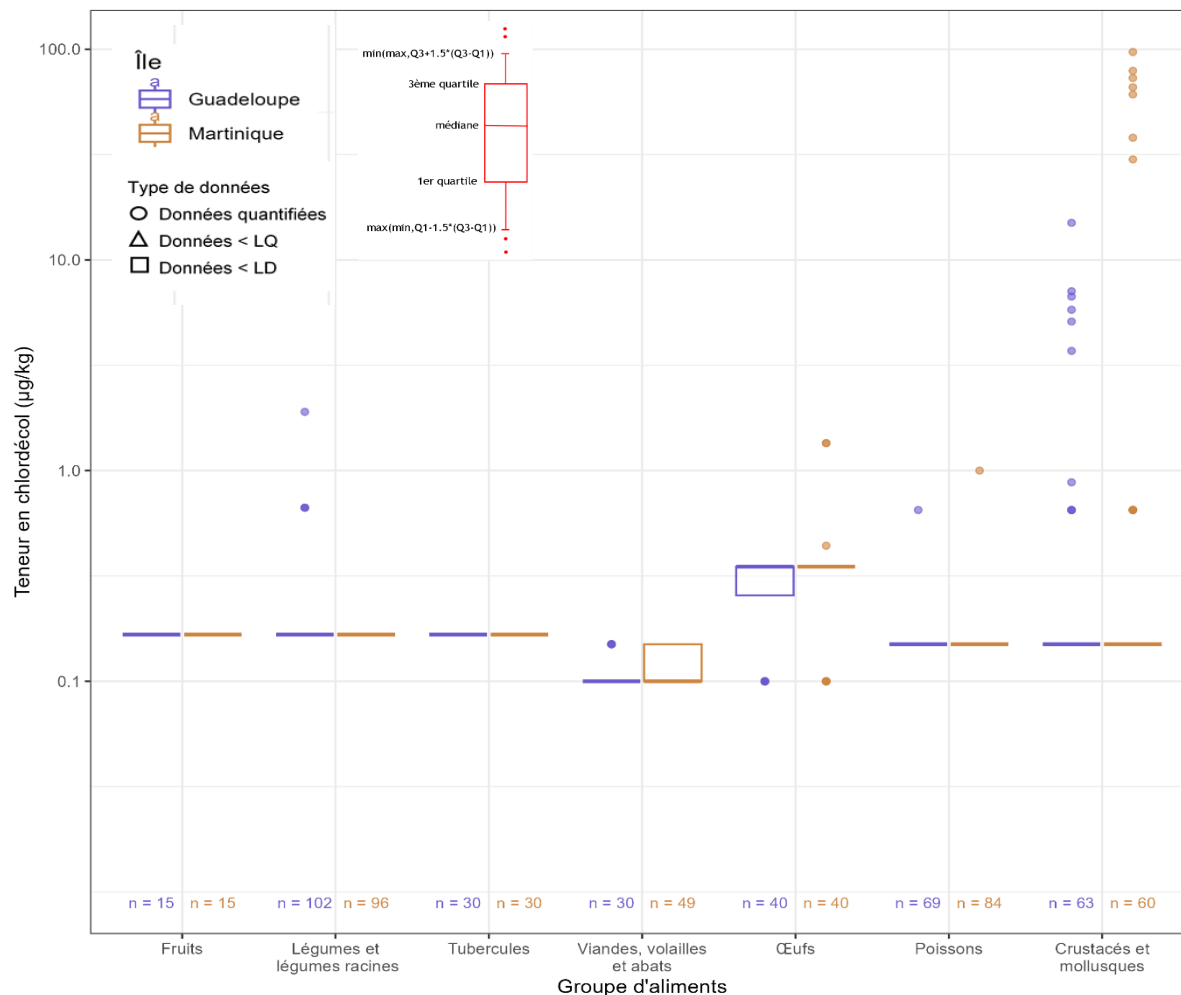


Figure 19 : Distribution de la contamination en chlordécol (en µg/kg PF) par groupe d'aliments et par région

(Les données censurées sont traitées selon l'hypothèse MB –
Ordonnée en échelle logarithmique – n : nombre d'échantillons finaux)

Le Tableau 12 résume les résultats des tests statistiques réalisés pour déterminer l'existence ou non d'une différence significative des niveaux de contamination entre les régions. Le détail des tests est disponible au Tableau 65 à l'Annexe 10.

Tableau 12 : Résultats des tests de l'« effet région » sur les niveaux de contamination en chlordécol, par groupe d'aliments

Groupe d'aliments	Test de Wilcoxon		GLM	
	N	p-value	N	p-value
Fruits	0	NA	30	NA
Légumes et légumes racines	3	ns	195	ns
Tubercules	0	NA	63	NA
Viandes, volailles et abats	0	NA	79	NA
Œufs	2	ns	80	ns
Poissons	2	ns	153	ns
Crustacés et mollusques	16	ns	123	ns

N : effectif. L'effectif du test Wilcoxon correspond au nombre de couple région dont les données ne sont pas censurées de la même manière (les deux <LOD ou <LOQ). L'effectif des tests GLM correspond à l'ensemble des données unitaires censurées ou non censurées

*ns : non significatif ($p \geq 0,05$) ; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$*

L'hypothèse MB de traitement de la censure est appliquée aux données censurées retenues lors des tests

NA : non applicable car toutes les données censurées ou test incapable de faire converger les données (valable pour le GLM)

Aucun écart significatif n'est constaté par les tests statistiques entre les niveaux de contamination des deux régions pour chaque groupe d'aliments.

Près de 98% des valeurs de contamination en chlordécol sont inférieures ou égales aux limites analytiques (LOD et LOQ) tous groupes d'aliments confondus. Aucune contamination n'a pu être quantifiée pour les groupes des fruits et des tubercules. Une seule valeur est quantifiée pour les légumes et légumes racines en Guadeloupe et une pour les œufs et les poissons en Martinique. Le groupe des crustacés et mollusques présente les plus forts niveaux de contamination en chlordécol, dans les deux régions, allant de 0,9 µg/kg PF à 15 µg/kg PF pour la Guadeloupe et de 30 µg/kg PF à 97 µg/kg PF pour la Martinique (avec 7 et 8 valeurs quantifiées respectivement pour chaque région dans ce groupe d'aliments).

Le taux de censure étant très élevé dans les données de contamination en chlordécol, quel que soit le groupe d'aliment considéré, leur analyse plus fine en termes de circuits d'approvisionnement n'est pas réalisable. Notons néanmoins que les plus fortes valeurs de contamination, celles des crustacés et mollusques en Martinique, proviennent de la zone réputée contaminée en chlordécone en CI.

Enfin, la mise en relation de la contamination en chlordécol avec celle en chlordécone est également rendue compliquée du fait du nombre très limité de données quantifiées en chlordécol : au total dans les deux régions seules 17 données sont quantifiées en chlordécol tous groupes d'aliments confondus (Cf. Tableau 55 à Tableau 64 de l'Annexe 9). Il est néanmoins constaté que, comme pour les niveaux de contamination en chlordécone, les quelques résultats de contamination en chlordécol les plus élevés sont également observés pour le groupe des crustacés et mollusques.

3.4 Évaluation de l'exposition au chlordécone

3.4.1 Évaluation de l'effet cuisson³⁶

3.4.1.1 Résultats des tests statistiques

Le Tableau 13 présente les résultats des tests statistiques réalisés pour déterminer l'existence ou non d'un effet de la cuisson sur les niveaux de contamination en chlordécone par groupe d'aliments dans les deux régions.

Tableau 13 : Résultats des tests statistiques de l'effet de la cuisson sur les niveaux de contamination en chlordécone par groupe d'aliments en Guadeloupe et en Martinique

		GUADELOUPE				MARTINIQUE			
		Test de Wilcoxon		GLM		Test de Wilcoxon		GLM	
Groupe d'aliments	Mode de cuisson	N (couples cru-cuit)	p-value	N	p-value [min ; max]	N (couples cru-cuit)	p-value	N	p-value [min ; max]
Fruits									
Légumes et légumes racine	Cru vs Bouilli	4	0,880	48	[0,815 ; 0,845]	2	1,000	48	[0,373 ; 0,453]
	Cru vs Sauté	1	NA	6	[0,724 ; 0,780]	1	NA	6	[0,846 ; 0,901]
	Cru vs Vapeur	3	1,000	42	[0,453 ; 0,460]	2	0,500	24	[0,561 ; 0,695]
Tubercules	Cru vs Bouilli	6	0,160	28	[0,543 ; 0,546]	7	0,610	30	[0,763 ; 0,797]
	Cru vs Vapeur	0	NA	4	[0,972 ; 0,986]				
Viandes, volailles et abats	Cru vs Au four	1	NA	6	[0,413 ; 0,462]	1	NA	6	[0,640 ; 0,739]
	Cru vs Grillé	1	NA	6	[0,515 ; 0,687]	2	0,500	18	[0,306 ; 0,416]
	Cru vs Mijoté	1	NA	12	[0,156 ; 0,382]	5	0,010*	16	[0,474 ; 0,671]
	Cru vs Sauté	2	0,500	14	[0,135 ; 0,460]	7	0,670	24	[0,451 ; 0,544]
Œufs	Cru vs Au plat					9	0,724	20	[0,756 ; 0,914]
	Cru vs Brouillés	9	0,536	20	[0,461 ; 0,476]				
	Cru vs Durs	9	0,269	20	[0,286 ; 0,536]	9	0,894	20	[0,810 ; 0,956]
	Cru vs Omelette	9	0,596	20	[0,750 ; 0,840]	9	0,691	20	[0,890 ; 0,986]
Poissons	Cru vs Court bouillon	16	0,450	46	[0,818 ; 0,844]	20	0,080	50	[0,736 ; 0,760]
	Cru vs Frit	11	0,400	32	[0,438 ; 0,559]	10	0,440	28	[0,655 ; 0,682]
	Cru vs Grillé	6	0,310	14	[0,744 ; 0,768]	14	0,010*	40	[0,786 ; 0,836]
Crustacés et mollusques	Cru vs Court bouillon	16	0,750	38	[0,983 ; 0,996]	8	0,640	28	[0,890 ; 0,968]
	Cru vs Grillé	3	0,940	6	[0,561 ; 0,593]	9	0,004**	26	[0,371 ; 0,500]
	Cru vs Sauté	11	0,560	26	[0,379 ; 0,466]	6	0,220	24	[0,674 ; 0,820]

N : effectif. L'effectif du test Wilcoxon correspond au nombre de couples cru/cuit dont les données ne sont pas censurées de la même manière (les deux <LOD ou <LOQ).

L'effectif des tests GLM correspond à l'ensemble des données unitaires censurées ou non censurées

* p<0,05 ; ** p<0,01 ; *** p<0,001

L'hypothèse MB de traitement de la censure est appliquée aux données censurées retenues lors des tests

NA : non applicable car toutes les données censurées ou 1 seul couple de données cru-cuit (valable pour test de Wilcoxon)

Cellule grisée : aucune donnée disponible

p-value [min ; max] : p-value minimum et maximum des 2 modèles GLM testés (pour tester respectivement les effets cuisson et les effets cuisson+circuit).

Une seule version du test non-paramétrique de Wilcoxon peut être appliqué, pour tester l'effet cuisson uniquement.

Dans la très grande majorité des cas, les tests ne révèlent pas d'effet significatif de la cuisson. Les résultats des tests de Wilcoxon font apparaître un effet significatif en Martinique pour les groupes des viandes, volailles et abats (cru versus mijoté) dont les niveaux de contamination

³⁶ L'effet éventuel de la préparation des aliments (à savoir l'effet de l'épluchage des aliments sur le niveau de chlordécone) n'a pu être évalué du fait du nombre très limité de données disponibles (6 ou 7 légumes concernés correspondant à 39 données de contamination pour les 2 îles, dont uniquement 8 quantifiées).

des aliments crus sont significativement plus élevés que ceux des aliments cuits et des crustacés et mollusques et des poissons (cru *versus* grillé), dont les niveaux de contamination des aliments crus sont significativement plus faibles que ceux des aliments cuits. Ces résultats ne sont pas confirmés par le test GLM. Cela peut être considéré comme un premier niveau de preuve démontrant un effet cuisson mais qui nécessite d'être confirmé.

L'absence apparente et quasi-systématique d'effet cuisson significatif selon les tests statistiques peut être à relativiser du fait du nombre limité de données disponibles pour les réaliser. Ce manque de puissance statistique rend compliqué la mise en évidence d'un éventuel effet restreint de la cuisson, tel que décrit dans la littérature (Devriendt-Renault et al. 2024) pour les modes de cuisson les plus pratiqués aux Antilles et retenus dans ChlorExpo. Une analyse plus approfondie des données individuelles de contamination a donc été menée.

3.4.1.2 Analyse des données individuelles de contamination

L'analyse des données individuelles doit tenir compte de l'incertitude de mesure du laboratoire sur chaque paire (cru, cuit) – voir paragraphe 2.4.2. Cependant, certains écarts de contamination entre cru et cuit sont inférieurs à cette incertitude. L'analyse des données individuelles porte donc uniquement sur les écarts supérieurs à l'incertitude de mesure (voir Tableau 14). La différence de la contamination des paires (cru, cuit) est supérieure à l'incertitude de mesure seulement dans 25% des cas : 11% des paires présentent une augmentation de la contamination et 14%, une baisse.

Tableau 14 : Bilan des écarts de contamination en chlordécone supérieurs à l'incertitude de mesure du laboratoire entre l'aliment cru et l'aliment cuit, par région et pour les deux régions combinées

Région	Groupe d'aliments	Nombre total de paires (cru-cuit)	% de paires dont l'écart entre cru-cuit est supérieur à l'incertitude de mesure		
			% total	% d'écarts positifs	% d'écarts négatifs
Guadeloupe	Fruits	0			
	Légumes et légumes racines	48	4%	0%	4%
	Tubercules	16	25%	6%	19%
	Viandes, volailles et abats	19	16%	0%	16%
	Œufs	30	60%	27%	33%
	Poissons	40	38%	20%	18%
	Crustacés et mollusques	41	56%	32%	24%
Martinique	Fruits	0			
	Légumes et légumes racines	39	0%	0%	0%
	Tubercules	15	20%	7%	13%
	Viandes, volailles et abats	31	10%	10%	0%
	Œufs	30	17%	10%	7%
	Poissons	49	22%	4%	18%
	Crustacés et mollusques	39	26%	8%	18%
Guadeloupe et Martinique	Fruits	0			
	Légumes et légumes racines	87	2%	0%	2%
	Tubercules	31	23%	6%	16%
	Viandes, volailles et abats	50	12%	6%	6%
	Œufs	60	38%	18%	20%
	Poissons	89	29%	11%	18%
	Crustacés et mollusques	80	41%	20%	21%

Pour les groupes d'aliments présentant le plus grand pourcentage de paires dont les écarts sont supérieurs à l'erreur de mesure (œufs, poissons, crustacés et mollusques), le

pourcentage d'écart positif est comparable au pourcentage d'écart négatif. Cela traduit une absence d'effet systématique du mode de cuisson sur la contamination. Le Tableau 15 illustre pour les 2 groupes d'aliments les plus concernés, à savoir les poissons et les crustacés et mollusques, la différence entre la contamination de l'aliment cru et la contamination de l'aliment cuit au court-bouillon.

Tableau 15 : Écarts de contamination en chlordécone supérieurs à l'incertitude de mesure du laboratoire (en µg/kg PF) entre l'aliment « cru » et l'aliment « cuit au court-bouillon », pour les groupes « poissons » et « crustacés et mollusques », en Guadeloupe et Martinique

Groupe d'aliments	Région	Item alimentaire	Écarts « cru » - « cuit au court-bouillon » (en µg/kg PF)		
			Circuit Formel	Circuit Informel ZNC	Circuit Informel ZC
Poissons	Guadeloupe	Poisson lion	-27,6	12,1	6
		Poisson eau douce		-583	65
		Tarpon/Grand'écaille, bécune/barracuda	-10,0		-126
		Vivaneau, gorette, mérou/couronné rouge/grande gueule	-1,0		-4,7
		Thon, dorade, marlin			-0,3
	Martinique	Poisson lion	1,1		4,4
		Poisson eau douce	0,6		-295
		Tarpon/Grand'écaille, bécune/barracuda	2,1		
		Brochet des mers		83	72
		Vivaneau, gorette, mérou/couronné rouge/grande gueule		2,4	2
		Poisson perroquet/chat, marignan, coffre, chirurgien			-1,2
Crustacés et mollusques	Guadeloupe	Langouste (oma blan)	13,6	1,2	-145,3
		Chatrou			18
		Palourde		39	12
		Crevette d'eau douce (cacador)		7,2	-67
		Burgot	3,7		-10,2
		Écrevisse (ouassou)			-42
	Martinique	Palourde			0,6
		Crabe cirique		-0,7	
		Augmentation de la valeur de contamination entre l'aliment cru et l'aliment cuit			
		Diminution de la valeur de contamination entre l'aliment cru et l'aliment cuit			
		Écart inférieur à l'incertitude de mesure entre l'aliment cru et l'aliment cuit			

L'hétérogénéité très importante des écarts interprétables de la contamination, observée pour les items alimentaires de ces deux groupes, illustre les résultats globaux présentés précédemment. Selon cet exemple, cuire le même aliment au court-bouillon semble pouvoir augmenter ou diminuer la contamination selon le circuit ou la région, et ceci pour plusieurs aliments de ces groupes, sans qu'une tendance ne se dégage. Ces résultats, *a priori* paradoxaux, sont toutefois peu fréquents dans l'ensemble des groupes d'aliments (cf. Tableau 14) et pourraient provenir de différents biais liés notamment au respect du protocole de préparation des échantillons composites (voir paragraphe 2.3.1.5). Selon ce protocole, les échantillons prélevés pour un item alimentaire sont tous divisés en N morceaux de même poids où N est égal au nombre total de modes de préparation cru et/ou cuits. Les échantillons

composites sont constitués chacun d'un morceau de chaque prélèvement préalablement à leur éventuelle cuisson.

Pour les aliments non-sécables ou difficilement sécables de manière égale, notamment les œufs, certains crustacés et mollusques (ex. crabe cirique, crevette, écrevisse, palourde, burgot) et certains petits poissons, il n'est pas possible de respecter exactement le protocole. La masse totale à prélever est alors composée de plusieurs unités (plusieurs œufs, plusieurs crevettes, etc.) qui seront réparties sans être fractionnées dans les N échantillons composites. La différence de la contamination entre l'aliment cru et cuit peut donc résulter de la variabilité de la contamination des différentes unités composant un échantillon. Pour les autres items alimentaires, la difficulté est également de respecter précisément le même poids pour les N morceaux de chaque aliment formant les échantillons composites. Chaque écart éventuel pourrait contribuer au fait que les N échantillons composites ne sont pas strictement identiques en termes de contamination. Enfin, la variabilité intra-aliment de la contamination en chlordécone est documentée dans la littérature. L'avis relatif à l'application de LMR dans les viandes (Anses 2022a) rapporte des écarts de concentration importants entre la matière grasse et musculaire dans la viande. L'article de Clostre et al. (2015) documente également des différences pour les denrées végétales entre différentes parties de l'aliment (pulpe et peau par exemple pour les racines et tubercules). Pour les aliments présentant de telles variations intra-aliment, il semble complexe de constituer des échantillons composites de contamination identique.

En tenant compte des sources potentielles de biais et des incertitudes répertoriées ici et au paragraphe 2.5.2.1, chaque donnée individuelle est estimée plausible comme valeur de contamination moyenne de l'aliment, de sa préparation crue ou cuite et du circuit d'approvisionnement concerné. Cependant, en présence de ces incertitudes, il n'a pas été possible de mettre en évidence un effet cuisson sur le niveau de contamination, selon les pratiques les plus courantes de la population, mais cela n'implique pas nécessairement qu'un tel effet n'existe pas. Sa mise en évidence nécessiterait un protocole expérimental spécifiquement dédié à la question.

3.4.2 Résultats d'exposition

3.4.2.1 Exposition au chlordécone de la population en Guadeloupe et en Martinique

L'estimation de l'exposition (moyenne, percentiles et leurs intervalles de confiance à 95% (IC 95%) associés) liée aux aliments tels que consommés est calculée à partir des 1000 tirages réalisés selon la méthode décrite au paragraphe 2.5.2.4 afin de tenir compte des incertitudes identifiées aux paragraphes précédents. Les statistiques descriptives sont présentées pour les enfants et les adultes en Guadeloupe (Tableau 16) et en Martinique (Tableau 17).

Tableau 16 : Estimations de l'exposition au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%)³⁷, pour les enfants et les adultes en Guadeloupe (en µg/kg pc/j).

	Enfants (3 à 15 ans)	Adultes (16 ans et plus)
<i>Nombre d'individus</i>	258	849
Moyenne [IC 95%]	0,022 [0,019 - 0,027]	0,020 [0,019 - 0,022]
P50 [IC 95%]	0,011 [0,009 - 0,014]	0,013 [0,012 - 0,014]
P75 [IC 95%]	0,026 [0,021 - 0,031]	0,024 [0,022 - 0,027]
P90 [IC 95%]	0,052 [0,041 - 0,068]	0,043 [0,039 - 0,049]
P95 [IC 95%]	0,078 [0,057 - 0,109]	0,060 [0,052 - 0,070]

En Guadeloupe, les niveaux d'exposition sont similaires entre les enfants et les adultes. Les IC à 95% associés à l'estimation de l'exposition des deux populations se chevauchent pour tous les paramètres statistiques, indiquant qu'il n'y a pas de différence entre le niveau d'exposition des enfants et celui des adultes. L'exposition des 5% les plus exposés de la population (percentile 95) est supérieure ou égale à 0,078 µg/kg pc/j chez les enfants et 0,060 µg/kg pc/j chez les adultes (soit environ 3 fois la moyenne).

Tableau 17 : Estimations de l'exposition au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%), pour les enfants et les adultes en Martinique (en µg/kg pc/j)

	Enfants (3-15 ans)	Adultes (16 ans et plus)
<i>Nombre d'individus</i>	226	876
Moyenne [IC 95%]	0,009 [0,007 - 0,012]	0,015 [0,012 - 0,020]
P50 [IC 95%]	0,003 [0,002 - 0,003]	0,003 [0,003 - 0,003]
P75 [IC 95%]	0,007 [0,005 - 0,009]	0,007 [0,006 - 0,008]
P90 [IC 95%]	0,018 [0,013 - 0,026]	0,025 [0,020 - 0,031]
P95 [IC 95%]	0,032 [0,022 - 0,048]	0,058 [0,043 - 0,081]

En Martinique, l'exposition moyenne des enfants est de 0,009 µg/kg p.c./j et celle des adultes est de 0,015 µg/kg p.c./j. Les IC à 95% ne sont pas disjoints pour tous les paramètres statistiques de la distribution de l'exposition entre la population des enfants et celle des adultes.

Les Figure 20 et Figure 21 représentent l'estimation de l'exposition des enfants et des adultes et son IC95%, pour les deux régions, entre la médiane (P50) et le percentile 99 (P99) de l'exposition.

³⁷ Les chiffres dans les tableaux d'exposition sont arrondis à 3 décimales pour des raisons de présentation

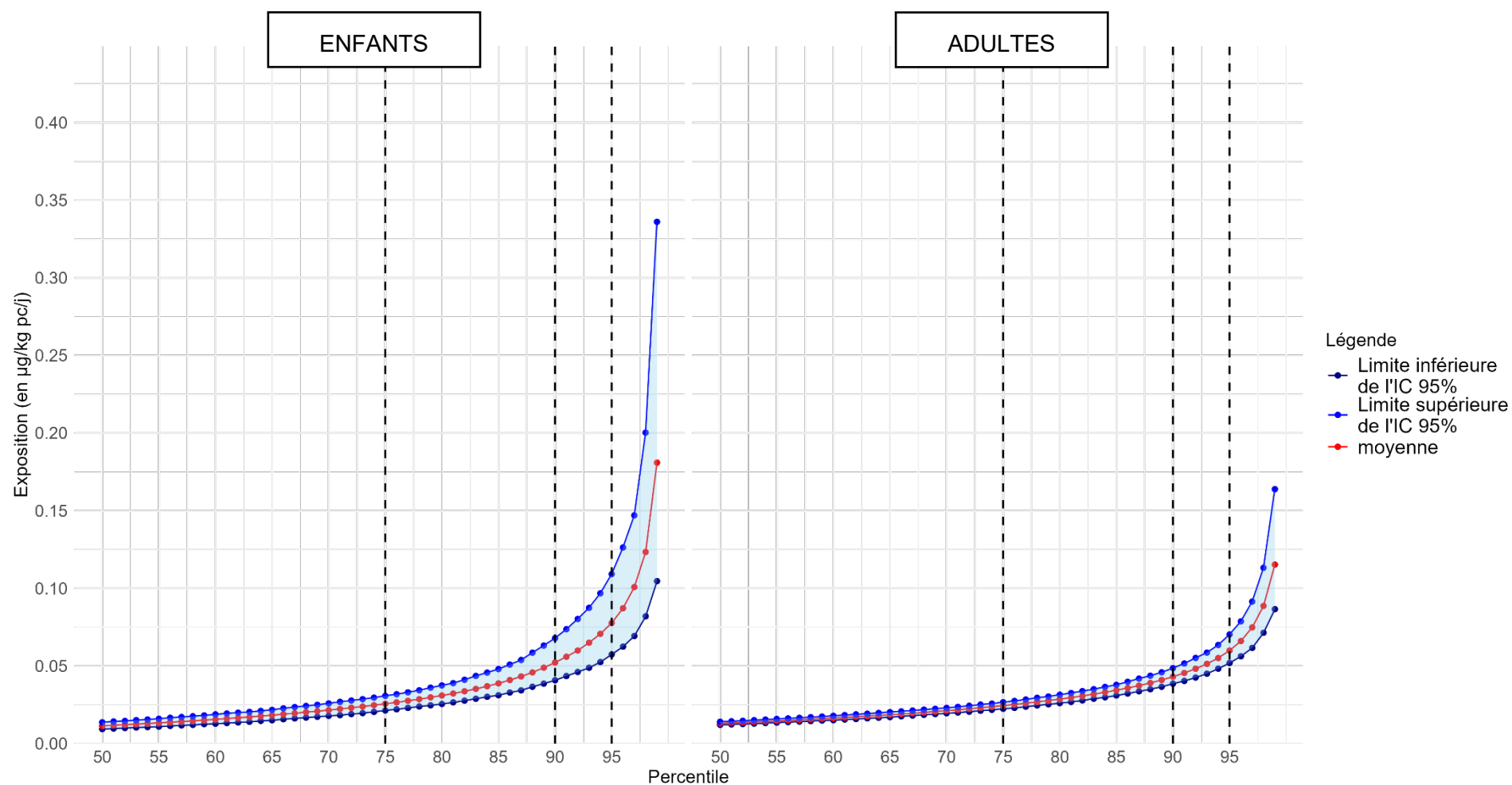


Figure 20 : Percentiles de l'exposition (du P50 au P99) et leurs intervalles de confiance à 95% (en $\mu\text{g/kg pc/j}$), chez les enfants et les adultes en Guadeloupe

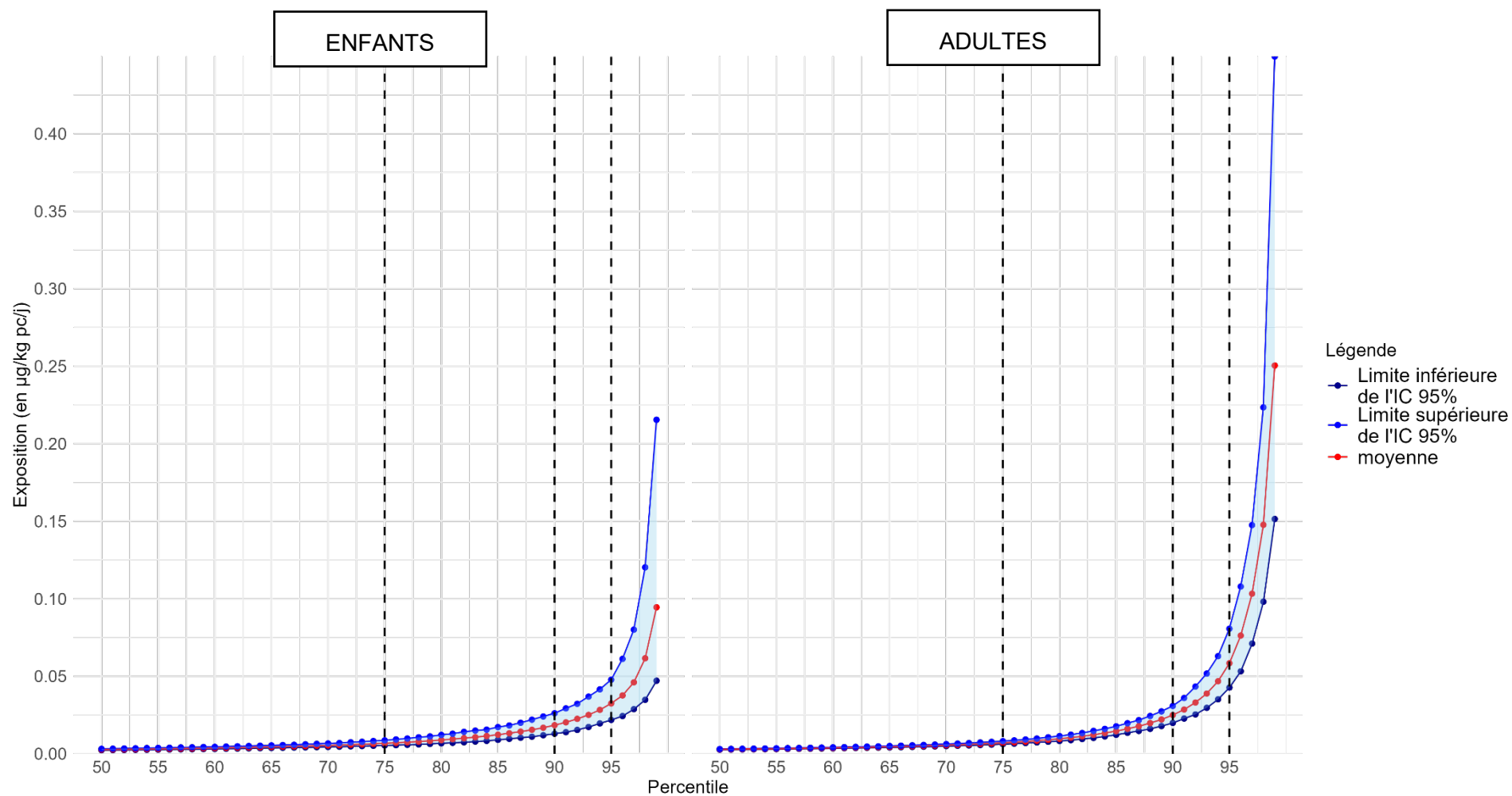


Figure 21 : Percentiles de l'exposition (du P50 au P99) et leurs intervalles de confiance à 95% (en $\mu\text{g/kg pc/j}$), chez les enfants et les adultes en Martinique

3.4.2.2 Exposition au chlordécone pour des sous-populations définies selon les habitudes d'approvisionnement en circuit formel et circuit informel

Une analyse descriptive de l'exposition est d'abord réalisée en divisant la population en deux sous-populations de taille égale (par rapport à la médiane des expositions). Ensuite, une analyse statistique permettant de quantifier l'effet de la proportion d'approvisionnement en CF sur l'exposition, est réalisée. L'analyse statistique, basée sur un modèle ajusté sur l'ensemble de la population, est complémentaire à l'approche descriptive basée sur les sous-populations. La cohérence des résultats obtenus avec ces deux approches permet de vérifier la robustesse des conclusions.

■ Exposition par sous-population

Pour rappel (voir paragraphe 2.5.2.5.1), la sous-population des individus s'approvisionnant le plus en CF est définie par les 50% d'individus ayant les proportions d'approvisionnement issues du CF les plus élevées. Symétriquement, l'autre moitié de la population forme la sous-population des individus s'approvisionnant le plus en CI. La distribution de la proportion d'approvisionnement en circuit CF chez les adultes et les enfants dans les deux régions est présentée dans la Figure 22, pour les deux sous populations considérées.

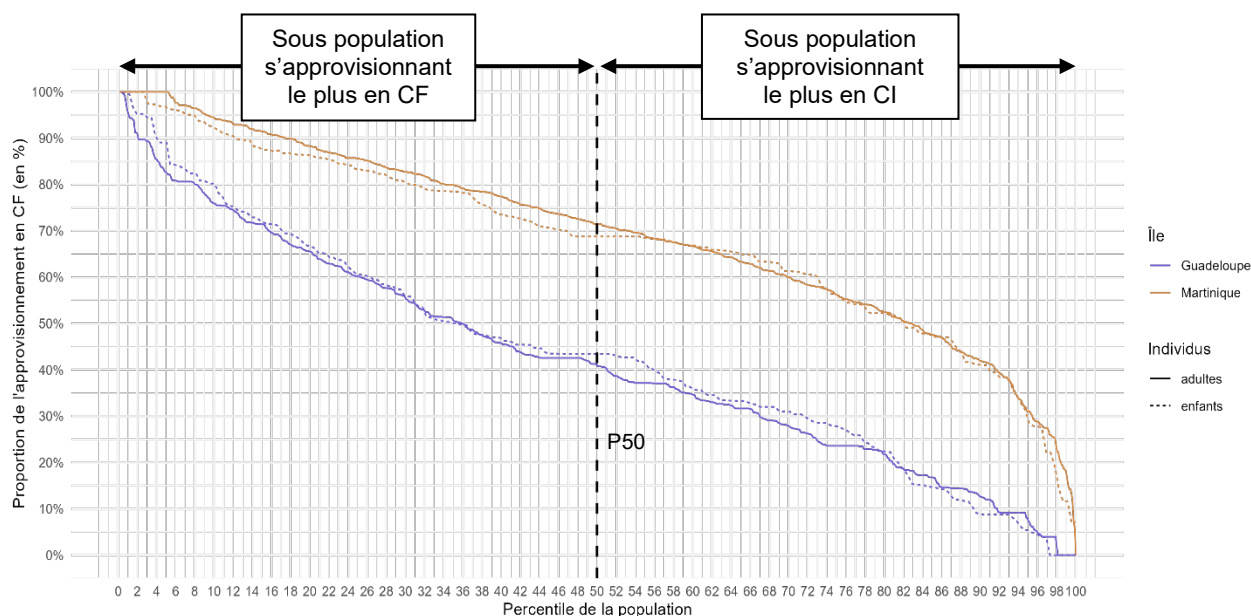


Figure 22 : Distribution de la proportion d'approvisionnement (en %) en circuit formel, pour les adultes et les enfants en Guadeloupe et en Martinique

En Guadeloupe, la sous-population s'approvisionnant le plus en CF est composée des individus qui s'approvisionnent à plus de 43% en CF pour les enfants et à plus de 41% pour les adultes. Elle comporte donc en partie des individus qui s'approvisionnent majoritairement en CI. En effet, uniquement 36% de la population de la Guadeloupe s'approvisionnent majoritairement en CF. Par complémentarité, la sous-population s'approvisionnant le plus en CI est celle qui s'approvisionne à plus de 57% en CI pour les enfants et à plus de 59% pour les adultes.

En Martinique, la sous-population s'approvisionnant le plus en CF est composée des individus qui s'approvisionnent à plus de 69% en CF pour les enfants et à plus de 71% pour les adultes. Elle comporte uniquement des individus qui s'approvisionnent majoritairement en CF, sachant que 82% de la population de la Martinique s'approvisionne majoritairement en CF. Par complémentarité, la sous-population s'approvisionnant le plus en CI est celle qui

s'approvisionne à plus de 31% en CI pour les enfants et à plus de 29% pour les adultes, à savoir à environ 30 points de moins qu'en Guadeloupe.

Du fait de cette différence d'approvisionnement, l'exposition des sous-populations s'approvisionnant le plus en CF ou le plus en CI n'est pas comparée entre les deux régions. Cependant, comparer l'exposition de la sous-population s'approvisionnant le plus en CF avec celle de la sous-population s'approvisionnant le plus en CI par région fournit une première description de l'influence du type d'approvisionnement sur le niveau de l'exposition de la région considérée.

Les deux tableaux ci-dessous présentent les résultats d'exposition au chlordécone des deux sous-populations pour les enfants et les adultes pour chaque région.

Tableau 18 : Estimations de l'exposition ($\mu\text{g/kg pc/j}$) au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%), des sous-populations s'approvisionnant le plus en CF et en CI chez les enfants et les adultes en Guadeloupe

	Enfants (3-15 ans)		Adultes (16 ans et plus)	
	Sous-population s'approvisionnant le plus en CF	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI	Sous-population s'approvisionnant le plus en CF	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI
<i>Nombre d'individus</i>	129	129	425	424
Moyenne [IC 95%]	0,015 [0,012 - 0,020]	0,029 [0,024 - 0,036]	0,019 [0,017 - 0,020]	0,022 [0,019 - 0,025]
P50 [IC 95%]	0,007 [0,006 - 0,010]	0,016 [0,012 - 0,020]	0,012 [0,011 - 0,013]	0,014 [0,013 - 0,016]
P75 [IC 95%]	0,018 [0,013 - 0,025]	0,033 [0,026 - 0,042]	0,022 [0,02 - 0,026]	0,027 [0,023 - 0,031]
P90 [IC 95%]	0,037 [0,026 - 0,053]	0,066 [0,050 - 0,091]	0,039 [0,033 - 0,046]	0,047 [0,040 - 0,056]
P95 [IC 95%]	0,056 [0,034 - 0,096]	0,098 [0,067 - 0,155]	0,055 [0,045 - 0,068]	0,065 [0,052 - 0,083]

En Guadeloupe, pour les enfants, les intervalles de confiance associés à l'estimation de l'exposition sont disjoints entre les deux sous-populations pour la moyenne, le P50 et le P75 indiquant qu'il semble exister une différence entre le niveau d'exposition des deux sous-populations.

Pour les adultes, les intervalles de confiance se chevauchent, suggérant qu'il n'y a pas de différence d'exposition lorsqu'elle est calculée dans ces sous-populations.

Tableau 19 : Estimations de l'exposition ($\mu\text{g/kg pc/j}$) au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%) des sous-populations s'approvisionnant le plus en CF et en CI chez les enfants et les adultes en Martinique

	Enfants (3-15 ans)		Adultes (16 ans et plus)	
	Sous-population s'approvisionnant le plus en CF	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI	Sous-population s'approvisionnant le plus en CF	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI
<i>Nombre d'individus</i>	113	113	438	438
Moyenne [IC 95%]	0,006 [0,004 - 0,011]	0,012 [0,009 - 0,017]	0,008 [0,005 - 0,014]	0,022 [0,017 - 0,030]
P50 [IC 95%]	0,002 [0,002 - 0,003]	0,003 [0,003 - 0,005]	0,002 [0,002 - 0,002]	0,005 [0,004 - 0,005]
P75 [IC 95%]	0,005 [0,004 - 0,006]	0,011 [0,007 - 0,015]	0,004 [0,003 - 0,005]	0,013 [0,010 - 0,016]
P90 [IC 95%]	0,011 [0,007 - 0,019]	0,026 [0,017 - 0,040]	0,011 [0,008 - 0,016]	0,045 [0,033 - 0,061]
P95 [IC 95%]	0,020 [0,010 - 0,041]	0,041 [0,026 - 0,069]	0,023 [0,015 - 0,039]	0,096 [0,063 - 0,140]

En Martinique, chez les enfants, les intervalles de confiance se chevauchent pour tous les paramètres statistiques, sauf le P75, suggérant qu'il n'y a pas de différence entre l'estimation de l'exposition des deux sous-populations.

Pour les adultes, les intervalles de confiance sont disjoints pour tous les paramètres statistiques, indiquant une différence d'exposition lorsqu'elle est calculée au niveau de ces sous-populations.

■ Résultats des tests statistiques sur l'effet de l'approvisionnement selon le circuit formel ou informel

Pour compléter l'analyse descriptive préliminaire et vérifier la robustesse des résultats, l'analyse statistique est menée à l'aide d'un modèle continu ajusté sur l'ensemble de la population, pour chaque région. Le Tableau 20 ci-dessous résume les résultats des tests statistiques (GLM et Spearman) réalisés afin d'évaluer l'existence ou non d'un effet de l'approvisionnement en circuit formel sur l'exposition, par groupe d'aliments pour les enfants et les adultes pour les deux régions. Les coefficients de régression du modèle GLM, les coefficients de corrélation de Spearman ainsi que les p-values associées aux tests sont détaillés dans l'Annexe 11.

Tableau 20 : Signe de l'effet de l'approvisionnement sur l'exposition en circuit formel, tous groupes d'aliments confondus et par groupe d'aliments, chez les enfants et les adultes en Guadeloupe et Martinique

	Guadeloupe				Martinique			
	Enfants		Adultes		Enfants		Adultes	
Groupes d'aliments	Signe du coeff. de régression dans le modèle GLM	Signe du coefficient de corrélation de Spearman	Signe du coeff. de régression dans le modèle GLM	Signe du coefficient de corrélation de Spearman	Signe du coeff. de régression dans le modèle GLM	Signe du coefficient de corrélation de Spearman	Signe du coeff. de régression dans le modèle GLM	Signe du coefficient de corrélation de Spearman
Tous groupes d'aliments confondus	-	-	-	-	-	-	-	-
Fruits	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Légumes et légumes racines	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubercules	+	+	+	+	-	-	-	-
Viandes, volailles et abats	-	-	-	-	-	-	-	-
Œufs	-	-	-	-	-	-	-	-
Poissons	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustacés et mollusques	+	-	-	-	-	-	-	-

- : diminution de l'exposition, le fait de plus s'approvisionner en CF réduit l'exposition de l'individu

+ : augmentation de l'exposition, le fait de plus s'approvisionner en CF augmente l'exposition de l'individu

Cases grisées : effet de l'approvisionnement en CF sur l'exposition est significatif ($p\text{-value} < 0,05$)

Cases non grisées : effet de l'approvisionnement en CF sur l'exposition n'est pas significatif ($p\text{-value} > 0,05$)

N/A : tests non appliqués car toutes les données de contamination sont inférieures à la limite de détection (LOD)

Pour interpréter les résultats des deux tests en termes d'effet de l'approvisionnement en CF sur l'exposition, seuls les résultats significatifs (cases grisées) sont considérés. Un seul résultat significatif fournit un premier niveau de preuve de l'existence d'un tel effet. Deux résultats de tests concordants fournissent le niveau de preuve le plus solide. Tous groupes d'aliments confondus, les tests révèlent un effet significatif de l'approvisionnement en CF sur l'exposition. C'est également le cas groupe d'aliments par groupe d'aliment, dans la très grande majorité des cas : quels que soient la population, le groupe d'aliments et la région concernés, plus l'approvisionnement en CF est important et plus l'exposition au chlordécone est diminuée. Par symétrie, cela implique qu'il existe un effet significatif inverse de l'approvisionnement en CI : plus la proportion de l'approvisionnement en CI est forte et plus l'exposition de l'individu est augmentée. Ces conclusions ne s'appliquent pas aux groupes d'aliments suivants : les crustacés et mollusques et les tubercules chez les enfants et les adultes en Guadeloupe, les légumes et légumes racines chez les adultes en Guadeloupe ainsi que les tubercules et crustacés et mollusques pour les enfants en Martinique.

Cependant, l'effet significatif de l'approvisionnement en CF sur le niveau de l'exposition mis en évidence par ces tests ne reflètent pas les écarts non significatifs observés précédemment entre les expositions calculées pour les deux sous-populations s'approvisionnant le plus et le moins en circuit formel (Tableau 18 et Tableau 19). Plusieurs facteurs peuvent contribuer à cela. D'une part, les tests statistiques sont réalisés sur l'ensemble de la population, de l'individu qui s'approvisionne uniquement en CF à celui qui s'approvisionne quasi-uniquement en CI. D'autre part, les expositions, calculées sur les sous-populations, lissent nécessairement l'effet de l'approvisionnement au sein de la sous-population. A cela s'ajoute les incertitudes

liées aux calculs d'exposition (à savoir l'étendue de l'intervalle de confiance) qui pourraient être trop importantes pour révéler clairement le lien mis en évidence par les tests statistiques.

3.4.2.3 Résultats d'exposition au chlordécone des sous-populations définies selon l'écart d'approvisionnement entre circuit informel zone réputée contaminée et circuit informel zone réputée non contaminée

À nouveau, une analyse descriptive de l'exposition par sous-population est réalisée et complétée par une analyse statistique quantitative afin de vérifier la robustesse des conclusions des deux approches.

■ Exposition par sous-population

Pour rappel (voir paragraphe 2.5.2.5.1), la sous-population des individus s'approvisionnant le plus en CI-ZC est définie par les 50% d'individus ayant les proportions d'approvisionnement issues du CI-ZC les plus élevées. Symétriquement, l'autre moitié de la population forme la sous-population des individus s'approvisionnant le plus en CI-ZNC.

La Figure 23 montre la distribution de la proportion d'approvisionnement dans le circuit CI-ZC chez les adultes et les enfants sur les deux régions.

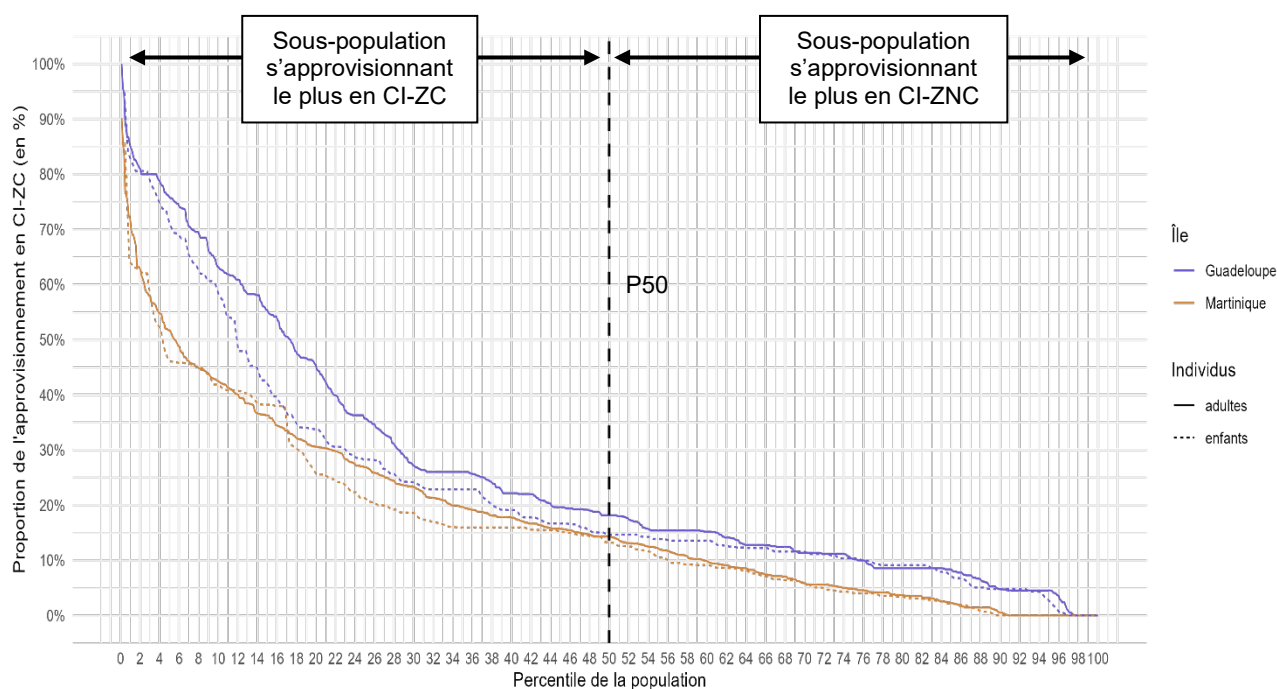


Figure 23 : Distribution de la proportion d'approvisionnement (en %) en circuit informel zone contaminée, pour les adultes et les enfants en Guadeloupe et en Martinique

En Guadeloupe, la sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC (respectivement sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC) est composée des 50% des individus dont la proportion de l'approvisionnement provenant du CI-ZC est supérieure (respectivement inférieure) à 14% pour les enfants et 18% pour les adultes. La distinction entre les deux sous-populations pour les enfants et adultes en Martinique est faite par rapport à une proportion d'approvisionnement en CI-ZC qui est supérieure ou inférieure à 13%.

Les deux tableaux ci-après présentent les expositions au chlordécone pour les deux sous-populations s'approvisionnant le plus en CI-ZNC d'une part, et le plus en CI-ZC d'autre part, selon la méthode définie au paragraphe 2.5.2.5.1.

Tableau 21 : Estimation de l'exposition (µg/kg pc/j) au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%) dans les sous-populations s'approvisionnant le plus en CI-ZNC et en CI-ZC chez les enfants et les adultes en Guadeloupe

	Enfants (3-15 ans)		Adultes (16 ans et plus)	
	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC
<i>Nombre d'individus</i>	129	128	423	423
Moyenne [IC 95%]	0,024 [0,020 - 0,030]	0,019 [0,015 - 0,025]	0,019 [0,018 - 0,022]	0,021 [0,019 - 0,024]
P50 [IC 95%]	0,013 [0,010 - 0,016]	0,010 [0,007 - 0,013]	0,013 [0,012 - 0,014]	0,014 [0,012 - 0,016]
P75 [IC 95%]	0,028 [0,022 - 0,035]	0,023 [0,017 - 0,030]	0,023 [0,021 - 0,026]	0,027 [0,024 - 0,032]
P90 [IC 95%]	0,056 [0,042 - 0,076]	0,048 [0,032 - 0,073]	0,042 [0,036 - 0,049]	0,046 [0,038 - 0,055]
P95 [IC 95%]	0,083 [0,057 - 0,124]	0,076 [0,041 - 0,150]	0,059 [0,049 - 0,074]	0,062 [0,050 - 0,078]

En Guadeloupe, pour les enfants et les adultes, les intervalles de confiance se chevauchent pour tous les paramètres statistiques, indiquant qu'il n'y a pas de différence entre l'exposition de la sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC et celle de la sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC.

Tableau 22 : Estimation de l'exposition (µg/kg pc/j) au chlordécone (moyennes, percentiles et leurs IC 95%), dans les sous-populations s'approvisionnant le plus en CI-ZNC et en CI-ZC chez les enfants et les adultes en Martinique

	Enfants (3-15 ans)		Adultes (16 ans et plus)	
	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZNC	Sous-population s'approvisionnant le plus en CI-ZC
<i>Nombre d'individus</i>	110	110	416	415
Moyenne [IC 95%]	0,006 [0,004 - 0,009]	0,016 [0,011 - 0,023]	0,013 [0,009 - 0,021]	0,021 [0,017 - 0,028]
P50 [IC 95%]	0,002 [0,002 - 0,003]	0,004 [0,003 - 0,006]	0,002 [0,002 - 0,003]	0,005 [0,004 - 0,005]
P75 [IC 95%]	0,005 [0,004 - 0,007]	0,012 [0,007 - 0,018]	0,006 [0,005 - 0,007]	0,011 [0,009 - 0,013]
P90 [IC 95%]	0,013 [0,008 - 0,019]	0,033 [0,020 - 0,053]	0,025 [0,018 - 0,037]	0,032 [0,023 - 0,046]
P95 [IC 95%]	0,021 [0,013 - 0,035]	0,059 [0,031 - 0,125]	0,056 [0,036 - 0,089]	0,087 [0,058 - 0,137]

En Martinique, pour les enfants, les intervalles de confiance sont disjoints pour la moyenne et le P90, les IC 95% des autres paramètres se chevauchant, suggérant qu'il n'y a pas de différence des niveaux d'exposition entre les deux sous-populations, avec toutefois une exposition plus élevée en CI-ZC.

Pour les adultes, les intervalles de confiance sont disjoints pour le P50 et le P75. En revanche, ils se chevauchent pour la moyenne, le P90 et le P95. Ces observations suggèrent une moyenne d'exposition peu affectée par le type d'approvisionnement CI-ZNC ou CI-ZC.

■ Résultats du test statistique sur l'effet de l'approvisionnement selon le circuit CI-ZC ou CI-ZNC

Le Tableau 23 présente les résultats du test statistique (GLM) réalisé afin d'évaluer l'effet entre l'écart de l'approvisionnement en CI-ZC et à celui en CI-ZNC sur l'exposition, par groupe d'aliments, pour les enfants et les adultes des deux régions³⁸. La valeur des coefficients de régression, ainsi que celle des p-values associées sont détaillées dans l'Annexe 12.

Tableau 23 : Signe de l'effet de l'écart entre l'approvisionnement en circuit informel zone réputée contaminée et celui en circuit informel zone réputée non contaminée sur l'exposition, tous groupes d'aliments confondus et par groupe d'aliments, chez les enfants et les adultes, en Guadeloupe et Martinique

(Les signes du tableau correspondent au signe du coefficient de régression du modèle GLM)

Groupes d'aliments	Guadeloupe		Martinique	
	Enfants	Adultes	Enfants	Adultes
Tous groupes d'aliments confondus	+	+	+	+
Fruits	N/A	N/A	N/A	N/A
Légumes et légumes racines	-	+	+	+
Tubercules	+	+	+	+
Viandes, volailles et abats	-	+	+	+
Œufs	+	-	+	+
Poissons	-	+	+	+
Crustacés et mollusques	+	+	+	+

+ : augmentation de l'exposition : l'approvisionnement en CI-ZC contribue davantage à l'augmentation de l'exposition que l'approvisionnement en CI-ZNC

- : diminution de l'exposition : l'approvisionnement en CI-ZNC contribue davantage à l'augmentation de l'exposition que l'approvisionnement en CI-ZC

Cases grisées : effet significatif de l'approvisionnement ($p\text{-value} < 0,05$)

Cases non grisées : effet non significatif de l'approvisionnement ($p\text{-value} > 0,05$)

N/A : tests non appliqués car toutes les données de contamination sont inférieures à la limite de détection

En Guadeloupe, les tests ne mettent pas en évidence de lien significatif entre l'approvisionnement en CI-ZC par rapport à l'approvisionnement en CI-ZNC et le niveau de l'exposition au chlordécone, chez les enfants et les adultes, tous groupes d'aliments confondus, ni par groupe d'aliments. En Martinique, un effet significatif est mis en évidence tous groupes d'aliments confondus et pour les crustacés et mollusques, les œufs ainsi que les viandes, volailles et abats chez les adultes et les enfants, et les légumes et légumes racines

³⁸ Il n'est pas possible de réaliser un test non paramétrique équivalent au test GLM réalisé avec 2 modalités, à savoir l'approvisionnement total en circuit informel (CI-ZC + CI-ZNC), ainsi que l'écart entre approvisionnement en CI-ZC et celui en CI-ZNC (CI-ZC - CI-ZNC).

et les tubercules chez les enfants. Pour ces groupes d'aliments, plus l'approvisionnement en CI-ZC est important par rapport à celui en CI-ZNC, plus l'exposition de l'individu augmente. Ce test statistique confirme les conclusions générales observées précédemment entre les expositions calculées pour les deux sous-populations CI-ZNC et CI-ZC surtout pour les enfants.

Les incertitudes associées aux lieux du prélèvement ou de production des aliments achetés en CI, notamment pour les produits de la pêche procurés auprès de la population (voir paragraphe 3.2.2.2), pourraient expliquer, en partie, le fait que s'approvisionner plus en CI-ZC par rapport à CI-ZNC aurait un impact assez limité sur le niveau de l'exposition des individus qui s'approvisionnent en CI particulièrement pour la Guadeloupe. En Martinique, l'approvisionnement en CI-ZC semble avoir plus d'impact sur l'exposition que l'approvisionnement en CI-ZNC, plus particulièrement pour les enfants.

3.4.3 Aliments vecteurs de l'exposition

Les Tableau 24 à Tableau 27 présentent la contribution (en %) des groupes d'aliments à l'exposition totale pour les enfants et les adultes en Guadeloupe et Martinique. Elle est présentée dans l'ensemble de la population, mais également pour les 50%, 25% et 10% des individus les plus exposés. Dans ces tableaux, l'aliment « crevettes », composé des crevettes d'eau douce et de mer profonde (cf. Tableau 7), a été classé dans le groupe d'aliments « crustacés d'eau douce » car les valeurs de contamination observées pour les crevettes d'eau douce (issues du CI uniquement) sont jusqu'à 1000 fois supérieures à celles des crevettes de mer profonde (issues du CF uniquement). La contribution à l'exposition de l'aliment « crevettes » provient donc très majoritairement des crevettes issues d'eau douce. La contribution à l'exposition par item alimentaire pour les enfants et les adultes en Guadeloupe et Martinique est détaillée en Annexe 13 (Tableau 70 à Tableau 73).

Tableau 24 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition par ordre décroissant (% et IC 95%), pour les enfants en Guadeloupe

Catégorie d'aliments	Ensemble de la population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
Poissons marins	54,4 [46,5 - 61,7]	57,8 [49,0 - 65,6]	62,4 [51,6 - 71,8]	65,6 [48,9 - 78,4]
Œufs	23,2 [17,9 - 30,8]	23,6 [17,6 - 32,1]	22,3 [14,9 - 33,2]	21,9 [11,2 - 38,7]
Crustacés d'eau douce	6,6 [4,9 - 8,8]	5,9 [4,1 - 8,4]	5,2 [3,0 - 8,2]	4,6 [1,7 - 8,6]
Tubercules	5,2 [4,1 - 6,4]	4,5 [3,3 - 5,7]	3,6 [2,4 - 5,4]	2,8 [1,2 - 5,0]
Crustacés et mollusques marins	3,5 [2,5 - 4,9]	3,1 [2,0 - 4,7]	2,7 [1,4 - 4,7]	2,2 [0,9 - 4,7]
Légumes et légumes racine	3,1 [2,5 - 3,7]	2,3 [1,8 - 3,0]	1,9 [1,3 - 2,6]	1,5 [0,7 - 2,4]
Eaux	2,1 [1,7 - 2,4]	1,2 [0,9 - 1,4]	0,7 [0,5 - 0,9]	0,5 [0,3 - 0,6]
Fruits	0,9 [0,7 - 1,1]	0,6 [0,5 - 0,8]	0,6 [0,4 - 0,7]	0,5 [0,3 - 0,8]
Poissons d'eau douce	0,6 [0,1 - 1,9]	0,6 [0,1 - 2,1]	0,5 [0,0 - 2,6]	0,2 [0,0 - 1,7]
Viandes, volailles et abats	0,5 [0,4 - 0,6]	0,3 [0,2 - 0,5]	0,2 [0,1 - 0,3]	0,1 [0,1 - 0,2]
	Contribution entre 5% et 10%			
	Contribution entre 10 et 20%			
	Contribution entre 20 et 40%			
	Contribution > 40%			

En Guadeloupe, chez les enfants, les principaux groupes d'aliments contributeurs à l'exposition sont les poissons marins (54%) et les œufs (23%) puis les crustacés d'eau douce (7%) et les tubercules (5%). Les autres groupes d'aliments contribuent, chacun, à moins de 5% de l'exposition chez les enfants.

Tableau 25 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition par ordre décroissant (% et IC 95%), pour les adultes en Guadeloupe

Catégorie d'aliments	Ensemble de la population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
Poissons marins	36,0 [32,2 - 40,4]	39,6 [35,2 - 44,7]	44,5 [38,0 - 51,2]	51,2 [41,1 - 61,0]
Crustacés et mollusques marins	17,6 [15,6 - 19,9]	17,5 [15,0 - 20,4]	16,3 [13,2 - 20,4]	14,7 [10,3 - 20,8]
Crustacés d'eau douce	15,9 [13,4 - 18,8]	16,3 [13,2 - 19,9]	16,4 [12,2 - 21,3]	16,7 [10,3 - 24,5]
Tubercules	10,0 [8,8 - 11,5]	9,5 [8,1 - 11,3]	8,6 [6,7 - 11,3]	6,9 [4,1 - 10,9]
Légumes et légumes racine	7,7 [7,0 - 8,6]	6,3 [5,5 - 7,3]	5,0 [4,0 - 6,2]	3,4 [2,3 - 4,9]
Œufs	7,4 [6,2 - 8,9]	6,8 [5,4 - 8,5]	5,9 [4,0 - 8,1]	4,6 [2,4 - 8,2]
Eaux	2,8 [2,6 - 3,0]	1,8 [1,6 - 2,0]	1,2 [1,1 - 1,4]	0,9 [0,7 - 1,1]
Fruits	1,3 [1,2 - 1,5]	1,0 [0,9 - 1,2]	0,8 [0,6 - 0,9]	0,6 [0,4 - 0,8]
Poissons d'eau douce	0,8 [0,4 - 1,3]	0,9 [0,4 - 1,5]	0,9 [0,4 - 1,9]	1,0 [0,2 - 2,3]
Viandes, volailles et abats	0,5 [0,4 - 0,6]	0,3 [0,3 - 0,5]	0,3 [0,2 - 0,3]	0,2 [0,1 - 0,3]
	Contribution entre 5% et 10%			
	Contribution entre 10 et 20%			
	Contribution entre 20 et 40%			
	Contribution > 40%			

Chez les adultes en Guadeloupe, les poissons marins (36%) et les crustacés et mollusques marins (18%) et les crustacés d'eau douce (16%) sont les principaux groupes d'aliments contributeurs. Viennent ensuite, les tubercules (10%), les légumes et légumes racines (8%)³⁹ et les œufs (7%). Les autres groupes contribuent chacun à moins de 3% à l'exposition. Lorsqu'on considère les 10% des adultes les plus exposés, la contribution des poissons marins augmente, atteignant 51% de contribution.

³⁹ En Guadeloupe (tout comme en Martinique), les cucurbitacées (ex. concombre, giraumon) sont responsables de plus de 75% de la contribution des légumes et légumes racines à l'exposition chez les enfants et les adultes et le madère-dachine d'environ 80% de la contribution des tubercules.

Tableau 26 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition par ordre décroissant (% et IC 95%), pour les enfants en Martinique

Catégorie d'aliments	Ensemble de la population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
Crustacés d'eau douce	42,1 [27,9 - 57,1]	45,4 [30,3 - 60,6]	50,5 [33 - 66,6]	55,9 [34,1 - 75]
Œufs	21,3 [12,3 - 34,6]	22,3 [12,4 - 36,6]	23,6 [12,3 - 39,5]	24,2 [10,3 - 45,0]
Poissons marins	17,5 [12,2 - 23,3]	16,4 [11,1 - 22,4]	12,8 [7,7 - 19,1]	8,5 [3,1 - 16,8]
Poissons d'eau douce	4,5 [0,5 - 19]	4,8 [0,5 - 20,3]	5,4 [0,4 - 22,8]	6,3 [0,0 - 28,3]
Tubercules	4,0 [2,8 - 5,5]	3,0 [2,0 - 4,3]	1,6 [0,8 - 2,6]	0,7 [0,4 - 1,3]
Légumes et légumes racine	2,9 [1,9 - 4,2]	2,1 [1,3 - 3,3]	1,5 [0,8 - 2,9]	1,0 [0,4 - 2,6]
Viandes, volailles et abats	2,9 [1,8 - 4,3]	2,7 [1,6 - 4,2]	2,3 [1,2 - 4]	1,8 [0,7 - 3,5]
Fruits	1,9 [1,4 - 2,4]	1,3 [0,9 - 1,7]	0,7 [0,5 - 1,1]	0,4 [0,2 - 0,7]
Eaux	1,8 [1,3 - 2,3]	1,1 [0,8 - 1,4]	0,6 [0,4 - 0,8]	0,3 [0,2 - 0,5]
Crustacées et mollusques marins	1,2 [0,7 - 1,9]	1,1 [0,6 - 1,8]	1,0 [0,5 - 1,8]	0,9 [0,4 - 1,7]

	Contribution entre 5% et 10%
	Contribution entre 10 et 20%
	Contribution entre 20 et 40%
	Contribution > 40%

En Martinique, chez les enfants, les principaux groupes d'aliments contributeurs sont les crustacés d'eau douce (42%), les œufs (21%) et les poissons marins (18%). Les autres groupes d'aliments contribuent à moins de 5% de l'exposition chez les enfants en Martinique.

Tableau 27 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition par ordre décroissant (% et IC 95%), pour les adultes en Martinique

Catégorie d'aliments	Ensemble de la population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
Crustacés d'eau douce	66,8 [59,0 - 74,8]	70,2 [62,4 - 77,7]	75,5 [68,1 - 82,3]	83,7 [76,5 - 89,6]
Poissons marins	8,1 [5,9 - 10,4]	7,4 [5,3 - 9,8]	5,5 [3,7 - 7,8]	2,7 [1,5 - 5,1]
Crustacées et mollusques marins	7,7 [5,4 - 11,1]	7,9 [5,5 - 11,5]	8,0 [5,3 - 12]	7,5 [4,5 - 11,9]
Œufs	4,5 [3,1 - 6,7]	4,6 [3,0 - 6,9]	4,3 [2,7 - 6,9]	2,7 [1,0 - 5,5]
Légumes et légumes racine	3,4 [2,5 - 4,2]	2,5 [1,8 - 3,2]	1,5 [1,0 - 2,1]	0,6 [0,3 - 1,1]
Tubercules	3,1 [2,3 - 4,0]	2,4 [1,7 - 3,1]	1,3 [0,9 - 2,0]	0,5 [0,3 - 1,0]
Poissons d'eau douce	1,8 [0,8 - 4,2]	1,9 [0,8 - 4,4]	1,9 [0,7 - 4,7]	1,5 [0,2 - 4,8]
Fruits	1,8 [1,4 - 2,3]	1,2 [0,9 - 1,5]	0,6 [0,4 - 0,8]	0,2 [0,2 - 0,4]
Viandes, volailles et abats	1,5 [1,1 - 2,0]	1,4 [0,9 - 1,8]	1,0 [0,7 - 1,5]	0,4 [0,2 - 0,8]
Eaux	1,2 [0,9 - 1,4]	0,7 [0,5 - 0,9]	0,4 [0,3 - 0,5]	0,2 [0,1 - 0,3]
	Contribution entre 5% et 10%			
	Contribution entre 10 et 20%			
	Contribution entre 20 et 40%			
	Contribution > 40%			

Pour les adultes en Martinique, les crustacés d'eau douce contribuent à hauteur de 67% de l'exposition totale. Viennent ensuite avec des contributions bien moins élevées, les poissons marins (8%) et les crustacés et mollusques marins (8%). Chez les 10% d'adultes les plus exposés, la contribution des crustacés et mollusques d'eau douce augmente, atteignant 84%. Celle des poissons marins diminue jusqu'à atteindre seulement 3%, tandis que celle des crustacés et mollusques marins reste stable.

Au final, les produits de la pêche (poissons et crustacés et mollusques) ont une contribution très importante à l'exposition de la population, et sont ainsi les principaux contributeurs dans les deux régions, pour les adultes et les enfants. En Martinique, les produits de la pêche contribuent à plus de 60% de l'exposition totale des enfants et à plus de 80% de celle des adultes, et en Guadeloupe, ils contribuent à environ 65% de l'exposition totale des enfants et 70% de celle des adultes.

Les œufs apparaissent comme le deuxième groupe d'aliments contributeurs pour les enfants devant le groupe des tubercules et légumes et légumes racines (contribution entre un cinquième et un quart de l'exposition), que ce soit en Guadeloupe ou en Martinique.

4 Incertitudes et limites de l'étude

Les incertitudes, inhérentes au processus de réalisation des études d'exposition alimentaire, sont présentes à toutes les étapes : population considérée, recueil des données de consommation, définition du plan d'échantillonnage des aliments, collecte et préparation des échantillons, analyses des échantillons en laboratoire et calculs d'exposition. L'identification et l'évaluation des sources d'incertitudes dans le cadre de cette étude suivent les recommandations de l'Anses (Anses 2017a).

Pour chaque source d'incertitude identifiée, une réflexion a été entreprise pour caractériser son impact sur le résultat de l'exposition alimentaire de la population des Antilles au chlordécone. Cette caractérisation a été réalisée dans la mesure du possible au regard des données disponibles au moment de l'expertise. Cependant, cette réflexion n'a pas toujours permis de caractériser l'impact de ces sources d'incertitude.

Le tableau exhaustif des sources d'incertitude recensées lors de l'étude et de l'analyse de leur impact sur l'estimation de l'exposition de la population des Antilles au chlordécone, est présenté en Annexe 14. Toutes les sources d'incertitudes identifiées dans les volets relatifs au plan d'échantillonnage des aliments et à la collecte et l'analyse des échantillons pour la contamination en chlordécone, s'appliquent également aux données de contamination en chlordécol. Le Tableau 28 présente une synthèse des sources d'incertitudes jugées les plus impactantes selon le GT ChlorExpo.

4.1 Population considérée et données de l'étude de consommation Kannari

La population enquêtée et les données de l'étude de consommation de l'étude Kannari 2013-14 ont été utilisées pour l'étude ChlorExpo. Le recueil des consommations alimentaires de l'étude Kannari, réalisé selon les préconisations établies au niveau européen (EFSA 2009), comporte certains biais classiques observés pour ce type d'études. Des biais de participation inhérents aux enquêtes sur l'alimentation ont été constatés, avec une sur-représentation des femmes, des personnes âgées (Anses 2017b) et généralement des personnes ayant un intérêt plus fort pour l'alimentation. De même, la population enquêtée n'est pas naïve car est déjà largement sensibilisée au sujet du chlordécone (ex. recommandations de consommation, pratiques interdites), ce qui peut exacerber le biais de désirabilité dans les réponses apportées. Le recrutement des enfants de moins de 16 ans s'est également révélé difficile, rendant la caractérisation, de leur consommation et le calcul de leur exposition moins robustes. Par ailleurs, l'utilisation d'un FFQ pour caractériser la fréquence des consommations tend à surestimer les fréquences de consommations de la population. Parallèlement, les quantités consommées apparaissent globalement sous-déclarées par les participants dans les R24 (Colombet et al. 2018).

Pour certains individus, les circuits d'approvisionnement sont manquants dans les réponses à l'enquête Kannari pour un ou plusieurs groupes d'aliments ; cela correspond à 15% des quantités consommées par la population dans les deux régions. Les sources d'approvisionnement manquantes ont été imputées par tirage aléatoire selon la proportion de l'approvisionnement observée pour le même groupe d'aliments si possible au niveau de l'individu, sinon selon la proportion observée au niveau de la population. Cette démarche permet de quantifier l'incertitude associée : celle-ci est donc intégrée à l'intervalle de confiance à 95% associé à l'estimation de l'exposition de la population.

Enfin, les calculs d'exposition de ChlorExpo sont basés sur les données de contamination collectées entre 2022 et 2023 et les données de consommation de Kannari dont la collecte a été faite en 2013-2014. Ces dernières ne prennent en compte ni les éventuels changements des pratiques de consommation ou d'approvisionnement, ni la transition démographique de la population depuis 2013-2014. Cependant, il s'agit de l'enquête de consommation à visée représentative la plus récente et la plus précise à l'échelle de chaque région, disponible au moment de l'étude ChlorExpo. L'étude Kannari 2, actuellement mise en œuvre par Santé publique France, devrait apporter des éléments sur les pratiques de consommation et d'approvisionnement.

4.2 Plan d'échantillonnage des aliments

L'élaboration du plan d'échantillonnage est largement fondée sur la combinaison des quatre paramètres suivants :

- le nombre de circuits d'approvisionnement à retenir pour tenir compte de la variabilité de la contamination selon le lieu d'approvisionnement, à savoir d'achat et de production des aliments ;
- le nombre d'aliments les plus contributeurs à l'exposition au chlordécone (Anses 2017c) à échantillonner pour estimer précisément l'exposition alimentaire ;
- le nombre d'échantillons prélevés par aliment et par circuit d'approvisionnement définis pour estimer la contamination moyenne de l'aliment dans le circuit ;
- le nombre de modes de cuisson à fixer par aliment.

Ces paramètres ont été déterminés pour représenter au mieux l'exposition de la population, sur la base des données historiques et des dires d'experts, tout en respectant les contraintes budgétaires de l'étude. Cependant, le fait que le nombre de répétitions pour ces différents paramètres soient limités (ex. le nombre d'échantillons prélevés par aliment et par circuit) induit nécessairement des incertitudes correspondantes à l'estimation de l'exposition. Ces incertitudes sont difficilement caractérisables.

Par manque de données spatiales plus fines, le classement des communes en zone réputée contaminée ou non contaminée en CI est défini grâce aux données de contamination potentielle des sols au niveau de la commune entière (cf. section 2.3.1.3), bien que le niveau de contamination puisse être variable au sein de la commune (selon les parcelles considérées). Il est donc possible que des aliments issus de ZC soient produits en parcelle non contaminée et vice-versa. Pour les produits de la pêche, par contraintes du terrain, le classement des communes en zone réputée contaminée ou non contaminée a été défini par le fait que la commune soit adjacente ou non aux zones d'interdiction de pêche⁴⁰. Il s'agit donc de la zone de collecte des produits de la pêche (auprès de pêcheurs de loisirs ou vendeurs informels) et non de la zone de pêche. Au final, le classement des communes en ZNC ou ZC ne peut être considéré comme un indicateur robuste des conditions d'exposition réelles à la chlordécone des aliments terrestres ou des aliments pêchés. A cela s'ajoute, pour les aliments pêchés, l'incertitude liée à l'origine géographique précise de l'aliment. De ce fait, les comparaisons des niveaux d'exposition calculés pour les sous-populations s'approvisionnant le plus en CI-ZNC et le plus en CI-ZC sont à considérer avec prudence.

Pour rappel, le tableau exhaustif des sources d'incertitude concernant le plan d'échantillonnage des aliments est présenté en Annexe 14.

⁴⁰ Voir à l'annexe 15 les zones d'interdiction de pêche en vigueur en Guadeloupe et Martinique

4.3 Collecte, préparation et analyse des échantillons

La collecte des échantillons à prélever sur le terrain, selon le plan d'échantillonnage, peut se révéler difficile pour des raisons spécifiques liées au contexte social qui entoure la problématique du chlordécone. Par exemple, le choix du lieu précis de prélèvement au sein d'une commune dépend également de la volonté de la population à participer à l'étude, qui est influencée par leur perception du traitement de ce sujet. Cela peut conduire, notamment dans le CI, à des items alimentaires pour lesquels aucun échantillon prévu dans le plan d'échantillonnage n'a pu être collecté auprès de la population. C'est en particulier le cas pour le groupe des viandes, volailles et abats ainsi que les produits de la pêche. Ainsi, les biais de participation conduisent à des difficultés de collecte sur le terrain, qui ne permettent pas le respect précis du plan d'échantillonnage. Pour prendre cela en compte, la contamination des items alimentaires manquants est imputée à partir de la contamination des autres items alimentaires du même groupe d'aliments. L'impact de ce biais sur le calcul d'exposition n'est toutefois pas caractérisable.

L'élaboration des échantillons composites pour un item alimentaire donné est effectuée avant cuisson afin de pouvoir déterminer l'effet de la cuisson sur l'estimation de l'exposition. Or, dans la pratique, morceler identiquement les différents échantillons prélevés, pour obtenir une répartition homogène de la teneur en chlordécone dans les différents échantillons composites est particulièrement compliqué voire irréalisable. En effet, il existe une variabilité intra-aliment de la contamination (exemple : racines et tubercules et entre le muscle et la graisse pour les denrées animales) et/ou certains aliments ne sont pas sécables (exemple : les œufs). L'exposition a été modélisée en prenant en compte les aliments « tels que consommés ». L'incertitude associée à la préparation des échantillons composites, combiné aux incertitudes associées à leur cuisson (ex. manque de reproductibilité des phénomènes de transfert de chaleur dans un produit composite, variabilité des conditions de cuisson pour un mode de cuisson donné), a contribué au fait que l'effet spécifique de la cuisson des aliments sur cette exposition n'a pas pu être évalué.

Enfin, s'agissant de l'analyse en laboratoire de la contamination des aliments, chaque concentration mesurée est encadrée de l'incertitude liée à la méthode analytique. Celle-ci peut conduire à une sur- ou sous-estimation des expositions. Cependant le calcul de l'exposition atténuant l'erreur de mesure en la moyennant sur l'ensemble des aliments, l'impact sur le résultat de l'expertise est considéré comme faible.

Pour rappel, le tableau exhaustif des sources d'incertitude concernant la collecte, préparation et analyse des échantillons est présenté en Annexe 14.

4.4 Calculs d'expositions

Les sources d'approvisionnement renseignées au niveau des groupes d'aliments, sont affectées à tous les items alimentaires du groupe lors du calcul de l'exposition. Cela peut mener à une sur ou sous-estimation de l'exposition dont l'amplitude n'est pas caractérisable.

Les quantités d'aliments consommés par les enfants de moins de 11 ans, nécessaires aux calculs d'exposition, manquent car ils n'ont pas rempli de R24. De même, pour les adultes, certaines quantités manquent lorsque les aliments consommés selon le FFQ ne le sont pas sur les 2 jours de recueil des R24. Ces quantités consommées sont estimées, pour les enfants, à partir du ratio des quantités consommées enfant/adulte issus de l'étude de consommation INCA2 réalisée en France hexagonale en 2013-14. Pour les adultes, les quantités consommées manquantes sont estimées à partir des aliments similaires recueillies sur 2 jours

non-consécutifs de R24 ou à l'aide de la méthode d'imputation Hot Deck en se basant sur l'individu le plus proche en termes d'âge, sexe et indice de masse corporelle. L'impact de cette imputation sur l'exposition n'est pas caractérisable.

Les quantités consommées recueillies sur les 2 jours non-consécutifs des R24 de Kannari, sont utilisées pour estimer les quantités consommées au long terme par les individus, nécessaires au calcul de l'exposition alimentaire chronique. Cette durée est égale à celle recommandée par l'EFSA mais peut-être insuffisante pour représenter l'ensemble des consommations régulières de chaque participant. En effet, pour un aliment consommé de façon occasionnelle (par ex aliment spécifique, saisonnier, festif...) par une partie de la population (peu de consommateurs), une courte durée d'observation pourrait conduire à une surestimation (respectivement une sous-estimation) des quantités consommées, et donc des expositions, chez les forts (respectivement faibles) consommateurs. En revanche, elle pourrait impacter peu les consommations moyennes et médianes estimées au niveau de la population (Lambe et Kearney 1999). Ainsi, les moyennes et médianes des expositions alimentaires présentées dans le rapport peuvent être considérées comme robustes. Cependant, l'impact de cette incertitude sur le résultat de l'expertise pour les individus les plus et les moins exposés ne peut pas être caractérisé car il dépend de leur consommation des aliments les plus contaminés. En l'absence de modélisation statistique visant à réduire la variance intra-individuelle pour l'estimation des expositions usuelles, l'impact est non caractérisable.

La contamination attribuée aux aliments consommés n'est pas spécifique de l'aliment réellement consommé par l'individu. La contamination moyenne d'un aliment provenant d'un circuit donné est appliquée à tous les individus de l'enquête Kannari et ne reflète donc pas la variabilité de la contamination à laquelle sont exposés tous les individus qui s'approvisionnent dans ce circuit. Par exemple, un individu s'approvisionnant en légumes et volailles dans un endroit particulièrement peu contaminé de la zone réputée contaminée est exposé dans notre étude au même niveau de contamination qu'un autre individu qui s'approvisionne dans différents endroits plus contaminés de cette zone. En effet, la même concentration dans les aliments est appliquée aux deux individus lors de l'estimation de leur exposition. À l'échelle individuelle, cela entraîne donc une sur- ou sous-estimation des expositions. En l'absence de données de concentration individualisées des aliments de chaque consommateur, l'amplitude de cette source d'incertitude n'est pas caractérisable.

De même, la contamination de l'eau de boisson consommée par chaque individu, au domicile ou hors domicile, n'est pas disponible. La concentration moyenne de l'eau du robinet et de l'eau de source de chaque région, calculée à partir des résultats d'analyse disponibles dans la base de données SISE-Eaux pour l'année 2022, a été utilisée après vérification de leur fiabilité (erreur de remplissage, valeurs atypiques, etc.). Cette incertitude entraîne une sur- ou sous-estimation des expositions des individus. Cependant, au regard des niveaux de concentrations dans les eaux, l'impact de cette incertitude peut être considéré comme nul ou négligeable.

Le calcul d'exposition prend en compte toute la consommation (à domicile et hors domicile) de la population et la contamination des aliments consommés à domicile selon les circuits d'approvisionnement rapportés par chaque individu. Il repose donc sur l'hypothèse que la contamination des aliments consommés hors domicile est la même que celle des aliments consommés à domicile. Sachant que l'approvisionnement des restaurants et restaurants collectifs se fait *a priori* en CF, l'exposition calculée sur la base des approvisionnements en CF et CI observées pour des consommations à domicile revient à surestimer l'exposition. L'ampleur de la surestimation, non caractérisable, dépend des modes d'approvisionnement du domicile et de la fréquence des consommations hors domicile.

La contamination moyenne des aliments dans le circuit considéré n'est pas précisément connue à cause notamment des :

- incertitudes d'échantillonnage : nombre limité d'échantillons prélevés, variabilité spatiale de la contamination au sein du circuit et origine précise de l'aliment qui peut être mal connue ;
- incertitudes de préparation : difficultés de constituer, avant cuisson, des échantillons composites de contamination identique.

Ces incertitudes sont partiellement prises en compte à travers une modélisation de la distribution de la contamination sur la base de tous les échantillons disponibles dans le circuit pour l'aliment tel que consommé par la population (soit cru, soit cuit selon 1 ou plusieurs modes de cuisson). Ensuite, 1000 tirages aléatoires de la contamination dans cette distribution ont été effectués. Les 1000 expositions résultantes permettent de caractériser les incertitudes à l'aide de l'intervalle de confiance à 95% associé à l'estimation de l'exposition.

Pour rappel, le tableau exhaustif des sources d'incertitude concernant les calculs d'expositions est présenté en Annexe 14.

4.5 Conclusion

Les deux facteurs les plus impactant en termes de nombre de sources d'incertitude associées à l'exposition de la population des Antilles au chlordécone sont :

- les données de l'étude Kannari 2013-14 pour le calcul de l'exposition alimentaire chronique (fréquences de consommation, rations alimentaires et mode d'approvisionnement) ;
- les limites rencontrées lors de la définition du plan d'échantillonnage et de sa mise en œuvre sur le terrain, notamment dans le CI pour les zones réputées contaminées et non contaminées.

Ces deux facteurs contribuent chacun à plus de 40% du nombre de sources d'incertitudes liées à la méthode mise en œuvre lors de ChlorExpo (détaillées au Tableau 74), soit une contribution totale de plus de 80%. D'une part, l'impact sur l'exposition de la majorité des sources d'incertitude liées à la population et aux données de l'étude Kannari ou à leur utilisation lors de l'estimation de l'exposition n'est pas caractérisable. D'autre part, l'impact sur l'exposition de la majorité des sources d'incertitude liées à l'échantillonnage des aliments et leur préparation avant cuisson pour étudier l'effet éventuel de la cuisson sur les niveaux d'exposition est caractérisable, notamment en termes de sous- et/ou surestimation de l'exposition, sans pouvoir mesurer l'ampleur de l'incertitude.

Enfin, même si certaines sources d'incertitude importantes ont pu être quantifiées – comme l'illustre l'intervalle de confiance à 95% accompagnant l'estimation de l'exposition – la présence d'incertitudes dont l'impact reste non caractérisable ne permet pas de déterminer l'impact global de l'ensemble des incertitudes sur le résultat de l'exposition.

Tableau 28 : Synthèse des sources d'incertitude les plus importantes et de l'analyse de leur impact sur l'exposition de la population

Volet de l'expertise	Description de la source d'incertitude	Modalité de prise en compte	Impact sur le résultat de l'expertise
Données de consommation alimentaire	Les comportements de consommation aux Antilles ont évolué depuis la réalisation de l'enquête alimentaire de l'étude Kannari en 2013-14, vers une alimentation plus transformée et moins traditionnelle (Lamani et al. 2024) en fonction également de la transition démographique de la population (Colombet et al. 2021) et de l'évolution de la réglementation (DAAF 2016; DM 2019).	Aucune prise en compte. Seule enquête la plus récente et précise à disposition.	Non caractérisable
	Les circuits d'approvisionnement manquent dans les réponses à l'enquête pour certains groupes d'aliments pour certains individus. Cela correspond globalement à 15% des quantités consommées par la population.	L'incertitude est modélisée par tirage aléatoire du circuit manquant selon la proportion de l'approvisionnement observée chez l'individu au niveau du même groupe d'aliments si possible, sinon celle observée au niveau de la population	Intégré dans l'intervalle de confiance à 95% associé à l'estimation de l'exposition
Plan d'échantillonnage des aliments	Pour les aliments terrestres, les zones à échantillonner pour le circuit informel sont définies en termes de communes entières. Les aliments issus de l'autoproduction peuvent ainsi être produits dans une partie peu ou pas (respectivement modérément ou très) contaminée de la commune, réduisant (respectivement augmentant) ainsi le niveau de contamination de la zone réputée contaminée (respectivement non contaminée).	Aucune prise en compte car manque de connaissance spatiale plus fine sur la contamination des sols	Sous- (respectivement sur-) estimation non caractérisable de l'exposition liée aux aliments issus de la zone réputée contaminée (respectivement non contaminée)
	Pour les produits de la pêche, les communes sont classées en zone réputée contaminée ou non contaminée dans le circuit informel selon le fait d'être limitrophe ou non à une zone d'interdiction de pêche. Les zones reflètent donc la zone de collecte/achat des produits (auprès des pêcheurs de loisir/vendeurs ambulants) et non de la zone de pêche.	Aucune prise en compte. C'est un choix méthodologique lié aux contraintes d'échantillonnage <i>in-situ</i> .	Sous- (respectivement sur-) estimation non caractérisable de l'exposition liée aux aliments issus de la zone réputée contaminée (respectivement non contaminée)
Collecte, préparation et	Pour quelques items alimentaires (voir paragraphe 2.5.1.2, aucun échantillon prévu dans le plan d'échantillonnage n'a pu être collecté dans un circuit, pour 1) une des deux régions ou 2) les deux régions. Ces items	La contamination des items alimentaires manquants est imputée à partir 1) du rapport de contamination entre les deux régions, calculé pour les	Non caractérisable

Volet de l'expertise	Description de la source d'incertitude	Modalité de prise en compte	Impact sur le résultat de l'expertise
analyse des échantillons	alimentaires ne peuvent donc pas être analysés pour déterminer leur niveau de contamination.	autres items alimentaires du même groupe et 2) de la moyenne de contamination des autres items alimentaires du même groupe de la région.	
	Pour un item alimentaire, les N échantillons composites (1 cru et N-1 à cuire selon les modes différents) sont constitués à partir de fractions des M échantillons prélevés, avant cuisson. Cette façon de faire peut conduire à des niveaux de contaminations différents entre les échantillons composites, en raison notamment de la variabilité intra-aliment de la contamination au sein des M échantillons prélevés et/ou de certains aliments non-sécables.	Aucune prise en compte	L'exposition qui en résulte peut être assimilée à l'exposition prenant en compte les aliments « tels que consommés » mais l'effet de la cuisson des aliments n'a pu être évalué
	Lors de la cuisson des échantillons composites, il est très compliqué de s'assurer de la reproductibilité parfaite du processus et des conditions de cuisson chez les prestataires (ex. phénomènes de transfert de chaleur dans un produit composite ou inertie thermique de certains matériaux comme les plaques de cuisson lors de cuissons successives).		
Calculs d'exposition	Les sources d'approvisionnement renseignées au niveau des groupes d'aliments, sont affectées à tous les items alimentaires du groupe lors du calcul de l'exposition.	Aucune prise en compte.	Sur- ou estimation non caractérisable
	Le calcul d'exposition est basé sur l'hypothèse que la contamination des aliments consommés hors du domicile (ex. approvisionnement des restaurants est <i>a priori</i> en circuit formel) est égale à celle des aliments consommés à domicile (ex. mélange d'approvisionnement du circuit formel et informel).	Aucune prise en compte	Surestimation non caractérisable
	La contamination moyenne des aliments dans le circuit considéré n'est pas précisément connue à cause notamment des incertitudes d'échantillonnage (nombre limité d'échantillons prélevés, variabilité spatiale de la contamination, origine précise de l'aliment étant mal connue) et de préparation (dues notamment à la constitution avant cuisson des échantillons composites).	Prise en compte partielle par modélisation de la distribution de la contamination sur la base de tous les échantillons disponibles pour l'aliment dans le circuit (cru et cuits), puis 1000 tirages de la contamination dans cette distribution.	Intégré dans l'intervalle de confiance à 95% associé à l'estimation de l'exposition

5 Conclusions et recommandations

L'étude ChlorExpo, démarrée en 2021 et inscrite au plan national chlordécone IV (2021-2027), vise à affiner l'estimation de l'exposition alimentaire au chlordécone des populations de la Guadeloupe et de la Martinique, en prenant en compte les habitudes alimentaires de la population, à savoir les pratiques d'approvisionnement, de préparation et de cuisson des aliments. Elle a également comme objectif de proposer si possible des recommandations pratiques fondées sur la cuisson des aliments pour limiter l'exposition. Enfin, ChlorExpo vise à estimer, pour la première fois, l'exposition alimentaire au chlordécol, un des principaux métabolites du chlordécone.

L'étude ChlorExpo repose également sur l'acquisition de nouvelles données de contamination en chlordécone et chlordécol dans les aliments à visée représentative, ainsi que sur une approche méthodologique qui diffère significativement de celle des précédentes études d'évaluation de l'exposition au chlordécone (Anses 2017c, 2022b). Si ChlorExpo capitalise sur ces études⁴¹ tout en intégrant et caractérisant certaines de leurs incertitudes, sa méthodologie s'inspire aussi de celle des EAT, l'outil reconnu et recommandé (EFSA et FAO 2011) pour évaluer l'exposition alimentaire chronique de la population à des substances chimiques, prenant en compte des aliments « tels que consommés ». Ainsi, l'étude ChlorExpo représente une nouvelle évaluation affinée de l'exposition alimentaire au chlordécone de la population en Guadeloupe et en Martinique.

Un échantillonnage spécifique et le plus représentatif possible d'aliments contributeurs à l'exposition a été mis en place entre 2022 et 2023. L'échantillonnage a été fondé sur les résultats de l'enquête spécifique réalisée préalablement, dans le cadre de ChlorExpo, pour prendre en compte les pratiques actuelles de la population en termes d'approvisionnement et de préparation des aliments « tels que consommés » afin de les refléter au mieux dans l'exposition. Pour tenir compte de la variabilité de la contamination en chlordécone selon la source d'approvisionnement, l'échantillonnage a été réalisé dans chacune des deux régions dans trois circuits d'approvisionnements prédéfinis : (1) circuit formel (grandes et moyennes surfaces, petits commerces, marchés et vente directe auprès d'agriculteurs/pêcheurs), (2) circuits informels (autoproduction, pêche de loisir, stands de bord de route, vendeurs ambulants) en zone réputée contaminée (selon les données de contamination des sols et des zones d'interdiction de pêche) et (3) circuits informels en zone réputée non contaminée. En Guadeloupe, 88% des échantillons prévus ont été collectés et en Martinique, 94%. Les différents aliments prélevés au sein de chaque circuit ont ensuite été combinés pour former les échantillons composites préparés « tels que consommés » selon les modes de cuisson représentatifs des pratiques majoritaires de la population. Un échantillon composite a été également conservé à l'état cru afin de pouvoir étudier l'effet éventuel de la cuisson sur le niveau d'exposition.

L'approche ChlorExpo, qui vise à recueillir (à partir d'un échantillonnage alimentaire le plus représentatif possible des habitudes de consommation et des modes d'approvisionnement) la concentration moyenne en chlordécone et chlordécol des aliments « tels que consommés »,

⁴¹ Les aliments retenus pour l'échantillonnage de ChlorExpo sont sélectionnés à partir des aliments les plus contributeurs aux expositions calculées lors de l'étude Kannari (Anses 2017c). De même, la définition des circuits d'approvisionnement s'inspire de la méthodologie de la même étude.

au sein de chaque circuit d'approvisionnement, marque donc une avancée par rapport aux méthodologies précédentes. Dans les précédentes études, le recueil de données se basait sur les contaminations issues des plans de surveillance et de contrôle (PSPC) des services déconcentrés de l'État, recueillies à partir de 2009, ainsi que de campagnes de mesure *ad-hoc* (campagnes de prélèvements de l'Ifremer, de Kannari et de l'ARS Martinique, ainsi que les données de l'étude Chlohal⁴² de l'Ifremer), recueillies entre 2012 et 2016. L'objectif des PSPC (dont la vocation est de sécuriser la chaîne alimentaire) et des autres campagnes de mesure n'était pas nécessairement la recherche de données représentatives de la contamination moyenne dans un circuit d'approvisionnement donné, et ceci pour l'ensemble des denrées visées. Dans l'étude ChlorExpo, les données de contamination ont été spécifiquement recueillies dans le but d'être le plus représentatives possible de la teneur en chlordécone et en chlordécol des aliments « tels que consommés » dans chaque circuit d'approvisionnement par la population des Antilles françaises.

L'étude ChlorExpo présente un élément méthodologique important en commun avec les précédentes études d'exposition. En effet, les données de consommation utilisées pour calculer l'exposition sont celles de l'enquête de terrain réalisée en 2013-2014 dans le cadre du projet Kannari (Anses 2017c), soit les plus précises et récentes disponibles au moment de l'étude. Cependant, dans le cadre de ChlorExpo, les aliments dont le circuit d'approvisionnement n'avait pas été renseigné lors de l'enquête Kannari ont pu, pour la première fois, être intégrées au calcul d'exposition. Toutefois, les expositions calculées dans l'étude ChlorExpo ne prennent pas en compte les évolutions des comportements de consommation aux Antilles depuis une dizaine d'années, qui tendent vers une alimentation plus transformée et moins traditionnelle (Lamani et al. 2024).

L'étude ChlorExpo contribue à actualiser les connaissances sur les niveaux de contamination des aliments et d'exposition de la population au chlordécone. Etant donné que les données historiques disponibles sur la contamination en chlordécone dans les aliments n'avaient pas pour objectif d'être représentatives au regard de la consommation totale de la population des Antilles, il n'est pas possible d'estimer de manière robuste l'évolution des niveaux de contaminations au cours du temps. Dans l'étude ChlorExpo, les produits de la pêche (poissons, crustacés et mollusques) sont la catégorie d'aliments présentant les plus forts niveaux de contamination en circuit informel. Pour les œufs, plus de 25% des concentrations observées dans les échantillons d'œufs en circuit informel dépassent la LMR de 20 µg/kg. Pour les produits terrestres (denrées végétales et denrées animales hors œufs), les concentrations maximales observées atteignent 11 µg/kg. Ces niveaux de contamination relativement bas observés pour ces derniers produits, même en circuit informel, pourraient être liés au développement de pratiques agricoles⁴³ minimisant l'exposition des denrées au chlordécone (CLD), promues par les autorités et associations locales auprès des professionnels et particuliers, et non à la diminution de la pollution des sols, qui est très lente (Cabidoche et al. 2009). Selon les niveaux de contamination recueillis en Guadeloupe, l'exposition moyenne des enfants de 3 à 15 ans (0,022 µg/kg pc/j) est proche de celle des adultes (individus de 16 ans et plus) (0,020 µg/kg pc/j), mais les groupes d'aliments contributeurs sont sensiblement différents entre les adultes et les enfants. Le principal groupe d'aliments contributeurs à l'exposition est celui des poissons de mer. Ce groupe contribue à plus de la moitié de l'exposition des enfants et à plus d'un tiers de l'exposition des adultes.

⁴² Consolidation des connaissances sur la contamination de la faune halieutique par le chlordécone autour de la Martinique et de la Guadeloupe (<https://archimer.ifremer.fr/doc/00429/54058/>).

⁴³ Gestion à la parcelle, choix de production végétale adaptée en fonction des sols, outil d'aide à la décision et incitation pour culture hors sol, outil d'aide à la décision pour la conformité des carcasses.

Ensuite, les crustacés et mollusques (de mer et d'eau douce) contribuent également à plus d'un tiers de l'exposition des adultes. Chez les enfants, les œufs sont le deuxième contributeur, correspondant au quart de l'exposition. En Martinique, l'exposition moyenne des enfants est de 0,009 µg/kg p.c./j et celle des adultes est de 0,015 µg/kg p.c./j. Les crustacés d'eau douce sont de loin le premier groupe d'aliments vecteur, aussi bien chez les adultes (67%) que chez les enfants (42%). Pour les adultes, les poissons et les crustacés et mollusques marins sont les groupes d'aliments contributeurs suivants. Chez les enfants, les contributeurs suivants sont les œufs et les poissons marins. Etant données les différences de méthodologie entre ChlorExpo et les précédentes études d'exposition (dont la non-comparabilité des contaminations), il n'est pas possible de comparer les expositions issues de ChlorExpo à celles de l'étude d'exposition précédente.

Selon les données de l'étude Kannari 2013-2014, utilisées pour calculer l'exposition, la population en Guadeloupe s'approvisionnait en moyenne 1,7 fois plus que la population en Martinique dans le circuit informel (52% des approvisionnements en Guadeloupe par rapport à 31% en Martinique). Selon l'enquête sur les pratiques menée en 2021 dans le cadre de ChlorExpo, cet écart de comportement d'approvisionnement entre les deux régions n'apparaît plus. Tous groupes d'aliments confondus, le circuit informel est la source principale d'approvisionnement pour 22% de la population en Guadeloupe et pour 24% de la population en Martinique, ce qui confirme que les comportements et pratiques alimentaires ont bien évolué dans les deux régions depuis la réalisation de l'étude Kannari. Dans les deux régions, la population s'approvisionne donc majoritairement dans le circuit formel. Il conviendrait donc d'actualiser l'estimation de l'exposition avec de nouvelles données de consommation et d'approvisionnement⁴⁴.

L'étude ChlorExpo a également permis d'étudier plus précisément la relation entre les niveaux d'exposition et la manière dont les individus s'approvisionnent, que cela soit préférentiellement en circuit formel ou informel, dans la zone réputée contaminée ou non contaminée. Pour cela, une méthodologie adaptée a été élaborée avec en premier lieu une analyse descriptive, réalisée en partageant la population de chaque région en deux sous-populations de même taille : celle des personnes avec les taux d'approvisionnement en circuit formel les plus élevés et celle des personnes avec les taux d'approvisionnement en circuit formel les plus bas (et donc les plus haut en circuit informel). Les résultats de cette analyse sont à interpréter avec prudence car ils dépendent de la méthode de définition des sous-populations. Cette méthode gagnerait en finesse si elle prenait en compte les différences des pratiques d'approvisionnement entre les deux régions. Dans un deuxième temps, l'impact du type d'approvisionnement sur le niveau d'exposition est confirmé à l'aide d'un modèle de régression log-linéaire du niveau d'exposition en fonction de la proportion du type d'approvisionnement d'un individu (en circuits formel et informel et en zone réputée contaminée par rapport à la zone réputée non contaminée), pour toutes les catégories aliments confondus et par catégorie d'aliments. Pour chacune des régions, chez les enfants et les adultes, plus un individu s'approvisionne dans le circuit formel et plus son niveau d'exposition baisse. En corollaire, plus un individu s'approvisionne en circuit informel et plus son niveau d'exposition est élevé. De la même manière, les modèles mis en œuvre confirment les résultats de l'analyse descriptive des expositions par sous-population concernant l'approvisionnement en circuit informel, préférentiellement en zone réputée contaminée ou en zone réputée non contaminée.

⁴⁴ Pour des raisons de robustesse, il n'est pas estimé pertinent d'intégrer les données d'approvisionnement recueillies au niveau de la population lors de l'enquête ChlorExpo de 2021, aux données de consommations alimentaires individuelles de Kannari 2013-14, lors des calculs d'exposition de ChlorExpo.

En Guadeloupe, il n'y a pas de lien significatif entre le niveau d'exposition et le fait de s'approvisionner davantage en zone réputée contaminée par rapport à la zone réputée non contaminée. En Martinique, un lien significatif est mis en évidence pour tous les groupes d'aliments chez les enfants, sauf les poissons, et pour la moitié d'entre eux seulement (légumes et légumes racines, tubercules et poissons) chez les adultes. Ces résultats sont sujets à des incertitudes importantes concernant notamment la connaissance de l'origine précise des aliments collectés en circuit informel sur le terrain. En effet, en circuit informel, les communes de la zone réputée contaminée des produits de la pêche sont celles qui sont adjacentes aux zones d'interdiction de pêche. Il est très délicat d'établir avec certitude le niveau de contamination des produits de la pêche collectés *a priori* en circuit informel. Cela est dû, à l'incertitude sur le lieu de capture et l'étendue de l'habitat des poissons, des crustacés et des mollusques. Par ailleurs, pour les produits terrestres (denrées végétales et animales), la zone (réputée contaminée ou non) a été définie à l'échelle de la commune entière selon les données de contamination des sols. Or, dans une commune classée en zone réputée contaminée, les aliments peuvent être produits dans des parcelles de la commune où le niveau de contamination est faible, en fonction de la localisation des anciennes parcelles bananières. Ainsi, la contamination des aliments en circuit informel peut être sous-estimée en zone réputée contaminée et inversement surestimée en zone réputée non contaminée.

Dans tous les cas, un tel modèle statistique d'association entre les sources d'approvisionnement (avec ou sans autres caractéristiques des individus) et le niveau d'exposition apparaît comme un outil précieux pour approfondir, lors des travaux futurs, l'analyse des facteurs les plus impactants sur le niveau d'exposition des individus par région, voire même sur les deux régions, et chercher des leviers susceptibles de contribuer à la baisse de l'exposition au sein de la population. Il sera d'autant plus utile que les incertitudes affectant les variables explicatives (proportions des types d'approvisionnement) seront limitées.

Il n'a pas été possible de mettre en évidence un effet significatif de la cuisson sur le niveau de contamination des aliments, sans pouvoir pour autant conclure à l'absence d'un tel effet. Le protocole utilisé n'a pas permis de mettre en évidence un effet significatif de la cuisson sur le niveau de contamination des aliments. Cependant, ce protocole n'était pas parfaitement adapté pour répondre à cette question notamment pour les raisons suivantes :

- 1) un manque de puissance statistique du dispositif d'échantillonnage mis en œuvre sur le terrain dans le cadre de l'étude ;
- 2) un effet de cuisson limité induit par les principaux modes de cuisson pratiqués par la population aux Antilles. Par exemple, d'après l'étude expérimentale (Devriendt-Renault et al. 2023), une diminution de concentration en chlordécone a été observée uniquement pour les modes de cuisson au four traditionnel et au four à micro-ondes (pour certaines matrices animales), modes de cuisson très peu utilisés par la population des Antilles et donc non pris en compte dans ChlorExpo. Aucun effet n'a été observé pour la cuisson à la poêle (seul mode de cuisson comparable avec ceux mis en œuvre dans l'étude ChlorExpo) ;
- 3) des incertitudes liées à l'échantillonnage, la préparation et la cuisson des échantillons composites. En effet, morceler les différents échantillons prélevés en portions homogènes, en termes de structure et de contamination, pour former les différents échantillons composites associés à un item alimentaire est particulièrement compliqué voire inatteignable compte tenu de la variabilité intra-aliment de la contamination. De même, la reproductibilité du processus et des conditions de cuisson des aliments est très compliquée à garantir en dehors d'études expérimentales strictement contrôlées en laboratoire.

À l'issue de cette étude, il n'a pas été possible d'émettre des recommandations sur les différents modes de cuisson des aliments principalement pratiqués par la population qui permettraient de favoriser une baisse de l'exposition au chlordécone. Pour être robuste, l'évaluation de l'effet de la cuisson sur la contamination et l'exposition en chlordécone doit être réalisée dans le cadre d'études expérimentales spécifiquement conçues à cet effet, en laboratoire dans des conditions strictement contrôlées. Cela permettra de garantir la comparabilité des niveaux de contamination mesurés pour un même échantillon d'aliment d'abord cru, puis cuit selon une méthode de cuisson définie et représentative des pratiques de cuisson aux Antilles. Plusieurs répétitions pour un même aliment seraient également nécessaires pour assurer la robustesse des analyses, de même qu'une attention particulière apportée au devenir du chlordécone (élimination par évaporation, transfert dans les jus de cuisson ou matière grasse résiduelle, projection d'aérosols ou de fumées) en cas de mise en évidence d'une baisse significative des niveaux de contamination.

Cependant, ChlorExpo a permis pour la première fois de recueillir des données sur la contamination en chlordécol du régime alimentaire des Antillais. Seuls 6% des échantillons ont présenté des concentrations supérieures à la LOQ et uniquement pour des aliments collectés dans les circuits informels. Il s'agit d'échantillons de chatrou, palourde et giraumon en Guadeloupe et de crevette, ouassou, poisson d'eau douce et d'œuf en Martinique. Les résultats de contamination les plus élevés sont observés pour des aliments du groupe des crustacés et mollusques, sans qu'il soit possible de déterminer une relation entre le niveau de chlordécol et celui de chlordécone. En raison du nombre très limité de données quantifiées, il n'a pas été possible d'estimer l'exposition de la population des Antilles au chlordécol.

Au vu de ce qui précède, le GT ChlorExpo recommande de :

- Réaliser une actualisation de l'évaluation des risques sanitaires de la population Antillaise prenant en compte la méthodologie développée pour les calculs d'exposition avec les données de contamination recueillies dans ChlorExpo ainsi que les données de consommations actualisées, recueillies en 2025 par Santé publique France dans le cadre de l'étude Kannari 2.
- Si une évaluation plus précise et robuste de l'exposition s'avérait nécessaire, réaliser une collecte de données utilisant la méthode de référence de recueil de consommations alimentaires (rappels de 24 heures) adaptée à la réalité du terrain du contexte antillais, précisant pour chaque aliment consommé la quantité, le mode d'approvisionnement, de cuisson et le lieu de consommation.
- Si une évaluation de l'effet de la cuisson sur la contamination des aliments s'avérait utile d'après les résultats de recherche existants (Clostre et al. 2014; Martin et al. 2020; Devriendt-Renault et al. 2023, Devriendt-Renault et al. 2024), des études expérimentales en laboratoire dans des conditions strictement contrôlées devront être élaborées, en adaptant les protocoles afin qu'ils soient représentatifs des pratiques de cuisson de la population.
- Lors de prochaines campagnes de prélèvements à visée représentative, tenir compte au mieux des incertitudes d'échantillonnage recensées lors de ChlorExpo sur la collecte des aliments en circuit informel, tout en suivant les recommandations émises par l'Anses concernant le suivi de l'évolution de la contamination des aliments par le chlordécone (Anses 2023a). Il s'agira donc de mieux appréhender les difficultés liées à la collecte de certains aliments : l'origine précise des produits de la pêche, la collecte des aliments terrestres dont le niveau de contamination est réellement représentatif des sols contaminés ou non contaminés et la collecte de suffisamment d'échantillons pour approcher au mieux la contamination des différents circuits.

- Poursuivre la collecte de données de contamination en chlordécone et en chlordécol dans les aliments avec des méthodes d'analyses plus sensibles afin de réduire le taux de censure pour ce métabolite, et l'élargir à d'autres produits de dégradation du chlordécone au fur et à mesure que des méthodes d'analyse validées seront développées.
- Améliorer la traçabilité et la sécurité sanitaire des produits issus du circuit informel, en particulier pour ceux contribuant le plus à l'exposition (produits de la pêche, œufs et tubercules). Des pistes pourraient être explorées dans le cadre des travaux du GT Chlordécone et Pratiques Agricoles afin de rendre plus fiables les données de l'approvisionnement de ces denrées y compris en circuit informel.
- Poursuivre les efforts d'information et de partage des connaissances à destination de la population générale mais également des agriculteurs, des pêcheurs et des éleveurs. Cela permettra de diminuer les pratiques les plus à risque et à réduire les fortes contaminations en chlordécone dans les aliments les plus contributeurs.
- Mettre en place un dispositif de suivi dans le temps de l'impact des recommandations et des mesures de gestion, de la contamination, de la consommation et *in fine* de l'exposition alimentaire des populations aux Antilles, en complément des actions du plan national d'actions chlordécone (contrôle de la conformité des produits alimentaires et tests d'imprégnation).

6 Bibliographie

- Afssa. 2003. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'évaluation des risques liés à la consommation de denrées alimentaires contaminées par la chlordécone en Martinique et en Guadeloupe. <https://anses.fr/fr/system/files/RCCP2003sa0330.pdf>.
- Afssa. 2005. Première évaluation de l'exposition alimentaire de la population martiniquaise au CHLORDÉCONE Propositions de limites maximales provisoires de contamination dans les principaux aliments vecteurs. <https://www.anses.fr/fr/content/premiere-evaluation-de-lexposition-alimentaire-de-la-population-martiniquaise-au-chlordecone>.
- Afssa. 2007a. Actualisation de l'exposition alimentaire au chlordécone de la population antillaise. Evaluation de l'impact de mesures de maîtrise des risques. <https://www.anses.fr/fr/system/files/RCCP-Ra-ChIAQR2007.pdf>.
- Afssa. 2007b. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'actualisation des données scientifiques sur la toxicité du chlordécone en vue d'une éventuelle révision des limites tolérables d'exposition proposées par l'Afssa en 2003. <https://www.chlordecone-infos.fr/sites/default/files/documents/avis-afssa-toxicite-chlordecone-2007-sa-305.pdf>.
- Anses. 2017a. Avis de l'Anses relatif aux illustrations et actualisation des recommandations pour l'évaluation du poids des preuves et l'analyse d'incertitude à l'Anses. <https://www.anses.fr/system/files/AUTRE2015SA0090Ra-2.pdf>.
- Anses. 2017b. Etude individuelle et nationale des consommations alimentaires (INCA3). Maisons-Alfort. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2014SA0234Ra.pdf>.
- Anses. 2017c. Exposition des consommateurs des Antilles au chlordécone, résultats de l'étude Kannari. Maisons-Alfort. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2014SA0029Ra.pdf>.
- Anses. 2021a. Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'élaboration d'une liste de substances chimiques d'intérêt en raison de leur activité endocrine potentielle. Méthode d'identification et stratégie de priorisation pour l'évaluation. (saisine 2019-SA-0179). Maisons-Alfort. <https://www.anses.fr/system/files/REACH2019SA0179Ra-1.pdf>.
- Anses. 2021b. Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'expertise sur les pesticides incluant le chlordécone en lien avec le cancer de la prostate en vue de la création d'un tableau de maladie professionnelle ou de recommandations aux comités régionaux de reconnaissance des maladies professionnelles (CRRMP); (saisine 2018-SA-0267). Maisons-Alfort. <https://www.anses.fr/system/files/2018SA0267Ra.pdf>.
- Anses. 2021c. Avis et rapport révisés de l'Anses relatif aux valeurs sanitaires de référence (VSR) pour le chlordécone. Maisons-Alfort. <https://www.anses.fr/fr/content/avis-et-rapport-revises-de-lanses-relatif-aux-valeurs-sanitaires-de-reference-vsr-pour-le>.
- Anses. 2022a. Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la fixation d'une limite maximale de résidus de chlordécone dans les muscles et dans la graisse pour les denrées carnées. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2018SA0265.pdf>.
- Anses. 2022b. 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. Maisons-Alfort. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2018SA0166.pdf>.

- Anses. 2023a. Appui scientifique et technique de l'ANSES relatif au développement d'une méthodologie de suivi des tendances en matière de contamination par le chlordécone des aliments produits localement par les professionnels ou les particuliers détenteurs de jardins familiaux (JaFa) aux Antilles française. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2023SA0143.pdf>.
- Anses. 2023b. Guide méthodologique pour la planification des expertises, l'analyse d'incertitude, la revue de la littérature et l'évaluation du poids des preuves. Maisons-Alfort. <https://anses.hal.science/anses-04276684v1>.
- Baratzhanova, Gulminyam, Hanan El Sheikh Saad, Agnès Fournier, et al. 2025. « Comparison of the Impact of Chlordecone and Its Metabolite Chlordecol on Genes Involved in Pesticide Metabolism in HepG2 Cell Line ». *Environmental Toxicology and Pharmacology* 116 (juin): 104701. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2025.104701>.
- Cabidoche, Y. M., R. Achard, P. Cattán, C. Clermont-Dauphin, F. Massat, et J. Sansoulet. 2009. « Long-Term Pollution by Chlordecone of Tropical Volcanic Soils in the French West Indies: A Simple Leaching Model Accounts for Current Residue ». *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)* 157 (5): 1697-705. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.12.015>.
- Castetbon, Katia, Lauriane Ramalli, Amandine Vaidie, et al. 2016. « Consommations alimentaires et biomarqueurs nutritionnels chez les adultes de 16 ans et plus en Guadeloupe et Martinique. Enquête Kannari 2013-2014. » *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire* 4: 52-62.
- Castetbon, Katia, Amandine Vaidie, Lauriane Ramalli, et al. 2016. « Consommations alimentaires des enfants de 11-15 ans en Guadeloupe et Martinique. Enquête Kannari 2013-2014. » *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire* 4: 42-51.
- Cattán, Philippe, Jean-Baptiste Charlier, Florence Clostre, et al. 2019. « A Conceptual Model of Organochlorine Fate from a Combined Analysis of Spatial and Mid- to Long-Term Trends of Surface and Ground Water Contamination in Tropical Areas (FWI) ». *Hydrology and Earth System Sciences* 23 (2): 691-709. <https://doi.org/10.5194/hess-23-691-2019>.
- Charlier, Jean-Baptiste, Luc Arnaud, Laure Ducreux, Bernard Ladouche, et Benoit Dewandel. 2015. CHLOR-EAU-SOL - Caractérisation de la contamination par la chlordécone des eaux et des sols des bassins versants pilotes guadeloupéen et martiniquais. Rapport final. BRGM/RP-64142-FR.
- Chaussonnerie, Sébastien, Pierre-Loïc Saaidi, Edgardo Ugarte, et al. 2016. « Microbial Degradation of a Recalcitrant Pesticide: Chlordecone ». *Frontiers in Microbiology* 7: 2025. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02025>.
- Chevallier, Marion L., Oriane Della-Negra, Sébastien Chaussonnerie, et al. 2019. « Natural Chlordecone Degradation Revealed by Numerous Transformation Products Characterized in Key French West Indies Environmental Compartments ». *Environmental Science & Technology* 53 (11): 6133-43. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b06305>.
- Clostre, Florence, Philippe Letourmy, et Magalie Lesueur-Jannoyer. 2017. « Soil Thresholds and a Decision Tool to Manage Food Safety of Crops Grown in Chlordecone Polluted Soil in the French West Indies ». *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)* 223 (avril): 357-66. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.032>.
- Clostre, Florence, Philippe Letourmy, Laurent Thuriès, et Magalie Lesueur-Jannoyer. 2014. « Effect of Home Food Processing on Chlordecone (Organochlorine) Content in Vegetables ». *The Science of the Total Environment* 490 (août): 1044-50. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.05.082>.
- Coat, Sophie, Dominique Monti, Pierre Legendre, Claude Bouchon, Félix Massat, et Gilles Lepoint. 2011. « Organochlorine Pollution in Tropical Rivers (Guadeloupe): Role of

- Ecological Factors in Food Web Bioaccumulation ». *Environmental Pollution* (Barking, Essex: 1987) 159 (6): 1692-701. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.02.036>.
- Colombet, Zoé, Marlène Perignon, Benoît Salanave, et al. 2018. « Identification des caractéristiques individuelles associées à la sous-déclaration dans les Antilles françaises ». *JFN 2018 - Livre des résumés*. novembre. <https://hal.science/hal-01947492>.
- Colombet, Zoé, Michel Simioni, Sophie Drogue, et al. 2021. « Demographic and Socioeconomic Shifts Partly Explain the Martinican Nutrition Transition: An Analysis of 10-Year Health and Dietary Changes ». Article de colloque presented sur 15. *Journées de Recherches en Sciences Sociales (JRSS)*. décembre 9. <https://hal.inrae.fr/hal-03477759>.
- Coulis, Mathieu, Julie Senecal, Yoann Devriendt-Renault, Thierry Guerin, Julien Parinet, et Lai Ting Pak. 2024. « Fate of chlordecone in soil food webs in a banana agroecosystem in Martinique ». *Environmental Pollution* 362 (décembre): 124874. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124874>.
- CPSN. 2023. Chlordécone, connaître pour agir-Point de situation 2022 sur les connaissances scientifiques. <https://www.chlordecone-infos.fr/sites/default/files/documents/LivretCPSN.pdf>.
- DAAF. 2016. « Arrêté DAAF/Direction du 29 juillet 2016 réglementant la pêche des poissons, crustacés et mollusques dans certains cours d'eau permanents de Guadeloupe ». juillet 29.
- Devriendt-Renault, Yoann, Florian Dubocq, Félix Massat, Thierry Guérin, et Julien Parinet. 2024. « Fate of Chlordecone during Home Cooking Processes - Transfer into the Liquid and Aerial Phases by Conventional Thermal Processes ». *Food Chemistry* 440 (mai): 138255. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.138255>.
- Devriendt-Renault, Yoann, Félix Massat, Thierry Guérin, et Julien Parinet. 2023. « Impact of classical home cooking processes on chlordecone and chlordecol concentrations in animal products originated from French West Indies ». *Food Control* 152 (octobre): 109871. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109871>.
- DM. 2019. « Arrêté portant réglementation de l'exercice de la pêche maritime de loisir en Guadeloupe et à Saint-Martin ». août 20.
- Dromard, Charlotte R., Mathilde Guéné, Yolande Bouchon-Navaro, Soazig Lemoine, Sébastien Cordonnier, et Claude Bouchon. 2018. « Contamination of Marine Fauna by Chlordecone in Guadeloupe: Evidence of a Seaward Decreasing Gradient ». *Environmental Science and Pollution Research International* 25 (15): 14294-301. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8924-6>.
- EFSA. 2009. « General Principles for the Collection of National Food Consumption Data in the View of a Pan-European Dietary Survey ». *EFSA Journal* 7 (12): 1435. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1435>.
- EFSA et FAO. 2011. « Towards a Harmonised Total Diet Study Approach: A Guidance Document ». *EFSA Journal* 9 (11): 2450. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2450>.
- Ferdinand, Malcom. 2015. « De l'usage du chlordécone en Martinique et en Guadeloupe : l'égalité en question ». *Revue française des affaires sociales*, 163-83. <https://doi.org/10.3917/rfas.151.0163>.
- Ferdinand, Malcom. 2023. « Le scandale du chlordécone ». In *Colonisations. Notre histoire. L'univers historique*. Seuil.
- Houston, Mutter, Blanke, et Guzelian. 1981. Chlordecone Alcohol Formation in the Mongolian Gerbil (*Meriones unguiculatus*): A Model for Human Metabolism of Chlordecone (Kepone).
- IARC. 1979. Chlordecone. IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Hum.

- Lamani, Viola, Sophie Drogué, Alexandre Ducrot, Philippe Terrieux, Zoé Colombet, et Caroline Méjean. 2024. « Nutritional Quality of Food Imports in Caribbean Small Islands. Evidence from the French West Indies ». Review of Agricultural, Food and Environmental Studies on-line first (juillet): 1. <https://doi.org/10.1007/s41130-024-00214-z>.
- Lambe, Joyce, et John Kearney. 1999. « The Influence of Survey Duration on Estimates of Food Intakes – Relevance for Food-Based Dietary Guidelines ». British Journal of Nutrition 81 (S1): S139-42. <https://doi.org/10.1017/S0007114599000999>.
- Martin, Deborah, Fiona Lobo, Gwenaëlle Lavison-Bompard, Thierry Guérin, et Julien Parinet. 2020. « Effect of Home Cooking Processes on Chlordecone Content in Beef and Investigation of Its By-Products and Metabolites by HPLC-HRMS/MS ». Environment International 144 (novembre): 106077. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106077>.
- Multigner, Luc, Florence Rouget, Nathalie Costet, et al. 2018. « Chlordécone : un perturbateur endocrinien emblématique affectant les Antilles françaises ». Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire 22-23: 480-85.
- Saint-Hilaire, Maïlie, Thomas Bertin, Chanthadary Inthavong, et al. 2018. « Validation of Analytical Methods for Chlordecone and Its Metabolites in the Urine and Feces of Ewes ». Journal of Chromatography. B, Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences 1093-1094 (septembre): 66-76. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2018.06.058>.
- Soine, P. J., R. V. Blanke, et C. C. Schwartz. 1983. « Chlordecone Metabolism in the Pig ». Toxicology Letters 17 (1-2): 35-41. [https://doi.org/10.1016/0378-4274\(83\)90032-2](https://doi.org/10.1016/0378-4274(83)90032-2).
- Tete, Etienne. 2019. « L'affaire du chlordécone ». Droit, Déontologie & Soin 19 (4): 441-83. <https://doi.org/10.1016/j.ddes.2019.10.022>.

ANNEXES

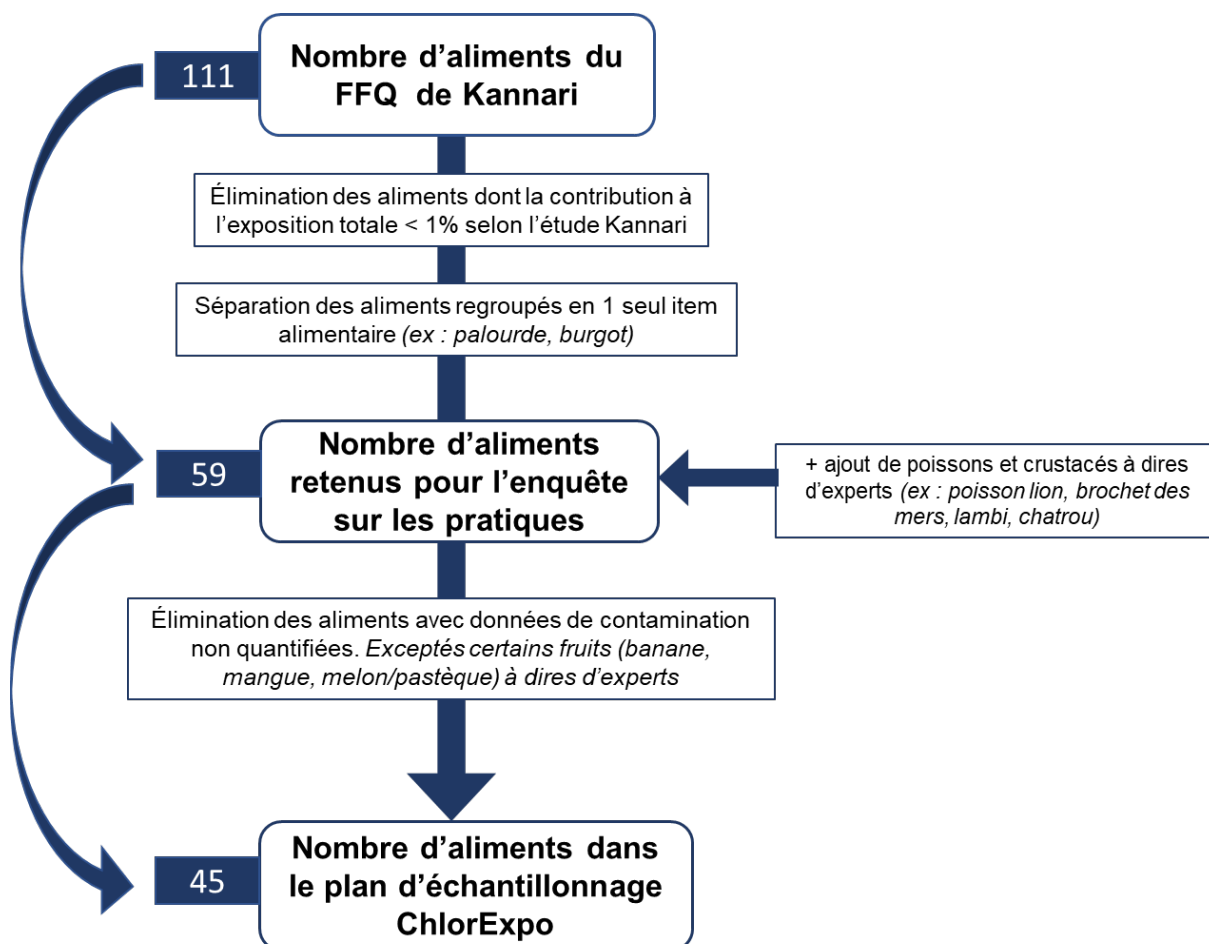
Annexe 1

Suivi des actualisations du rapport

Date	Page	Description de la modification
28/05/26		Correction de la numérotation des annexes et actualisation du sommaire et de la table des annexes
28/05/26	39	Modification du nom du groupe « Viandes et œufs » en « Viandes, volailles et abats »
28/05/26	81	Ajustement de la phrase suivante pour correspondre au tableau 22 : « les intervalles de confiance sont disjoints pour la moyenne et le P90 »

Annexe 2

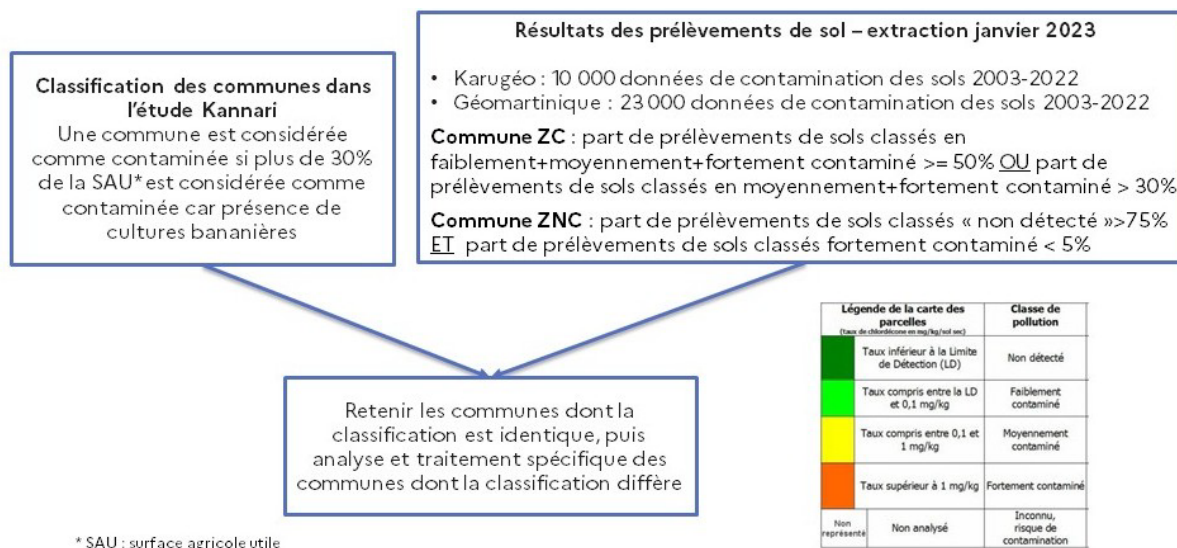
Processus de sélection des aliments du plan d'échantillonnage de l'étude ChlorExpo à partir de la liste des aliments du questionnaire de FFQ de l'étude Kannari



Annexe 3

Classification des communes de Guadeloupe et Martinique en zone contaminée (ZC) ou en zone non contaminée (ZNC) pour la collecte des aliments terrestres en circuit informel

Méthode :



Dans l'étude Kannari, une commune est classée en ZC si plus de 30% de la Surface Agricole Utile (SAU) est contaminée. Si ce taux est inférieur à 30%, la commune est classée en ZNC.

Pour établir le plan d'échantillonnage de ChlorExpo, les communes sont d'abord classées selon les données des plateformes KaruGéo et de GéoMartinique qui définissent quatre classes de pollution en fonction de la teneur en chlrodécone dans les prélèvements de sol : non détecté (teneur $< LOD$), faiblement contaminé ($LOD < \text{teneur} < 0,1 \text{ mg/kg}$), moyennement contaminé ($0,1 \text{ mg/kg} < \text{teneur} < 1 \text{ mg/kg}$) et fortement contaminés (teneur $> 1 \text{ mg/kg}$). Les communes sont classées de la façon suivante :

- une commune est classée en ZC si au moins 50% des prélèvements de sol sont faiblement, moyennement ou fortement contaminés, ou si plus de 30% des prélèvements de sol sont moyennement ou fortement contaminés ;
- une commune est classée en ZNC si plus de 75% des prélèvements présentent des teneurs inférieures à la LOD et que moins de 5% des prélèvements sont fortement contaminés ;
- une commune dont les prélèvements de sol ne respectent pas ces seuils reste non-classée.

Les communes dont la classification basée sur les données de contamination des sols est identique à celle de Kannari sont retenues pour le plan d'échantillonnage de ChlorExpo. Les communes dont la classification basée sur les données de contamination des sols diffère de celle de Kannari sont expertisées par le GT pour inclusion ou non dans le plan d'échantillonnage de ChlorExpo. Les communes non-classées ne sont pas retenues pour le plan d'échantillonnage de ChlorExpo. Ce processus a été appliqué en 2022 pour préparer le plan d'échantillonnage, puis actualisé début 2023 en cours de l'échantillonnage.

Résultats

Au final, sur les 26 communes de Guadeloupe, 18 (6 en ZC et 12 en ZNC) étaient classées de façon identique dans l'étude Kannari et selon les données de contamination des sols. D'après les résultats de la plateforme KaruGéo, 4 communes n'étaient pas classées et 4 autres présentaient des classements divergents entre les deux sources de données. Au vu des résultats du classement basé sur les données de contaminations des sols (et notamment au vu du nombre très limité de prélèvements de sols dans certaines communes), il a été décidé de limiter le plan d'échantillonnage pour la Guadeloupe aux 18 communes ayant le même classement avec les deux sources de données. La Figure 24 présente la classification des 18 communes de Guadeloupe retenue pour le plan d'échantillonnage de ChlorExpo.

Sur les 34 communes de Martinique, 22 étaient classées de façon identique dans l'étude Kannari et selon les données de contamination des sols. D'après les résultats de la plateforme GéoMartinique, 3 communes n'étaient pas classées et 9 présentaient des classements divergents. Il a été décidé à dire d'experts de retenir l'ensemble des communes classées selon les données de contamination des sols pour inclusion dans le plan d'échantillonnage de ChlorExpo, à savoir 31 communes, dont 16 communes classées en ZC et 15 en ZNC. La Figure 25 présente la classification des 31 communes de Martinique retenue pour le plan d'échantillonnage de ChlorExpo.

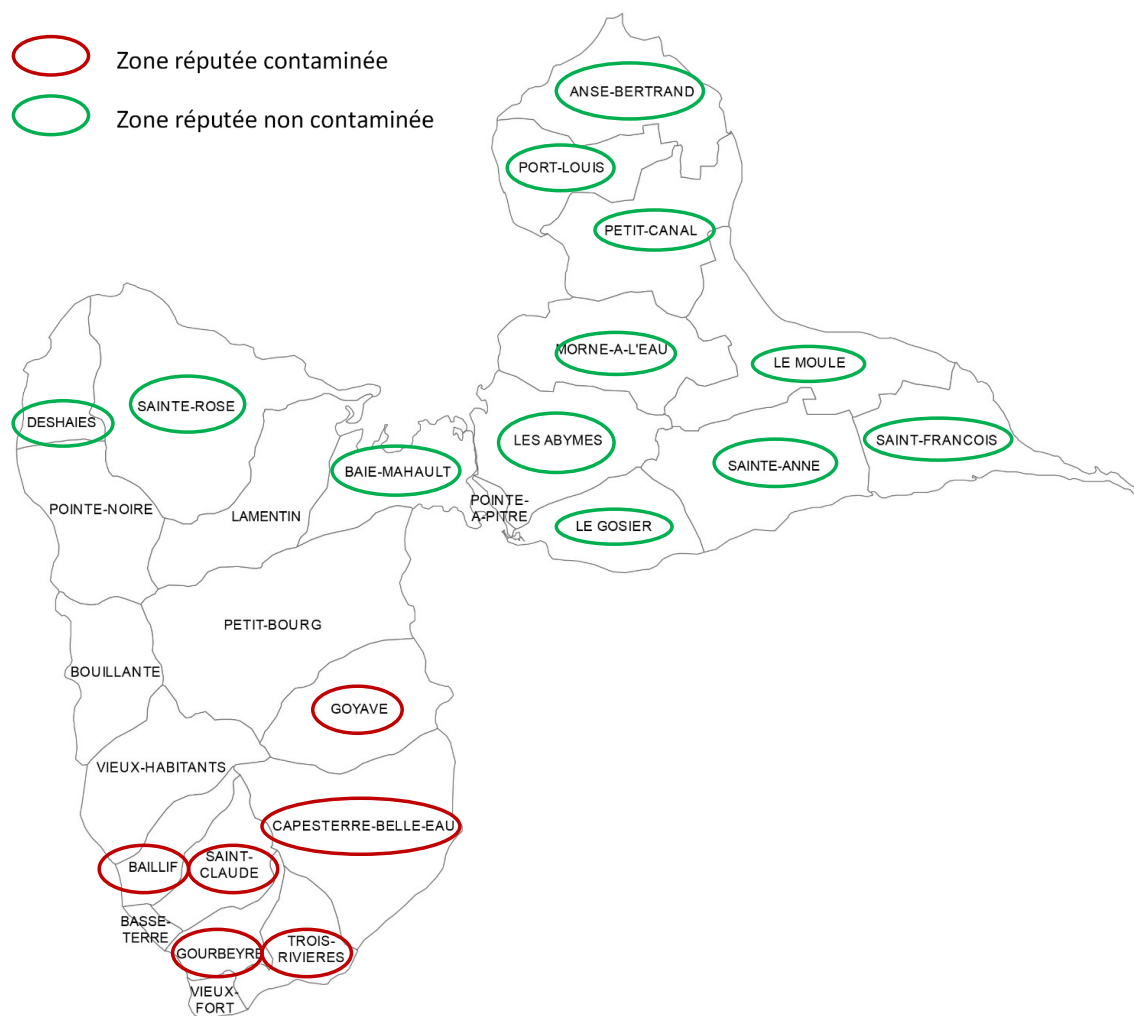


Figure 24 : Classement des communes de Guadeloupe en ZC et ZNC pour les aliments terrestres



Figure 25 : Classement des communes de Martinique en ZC et ZNC pour les aliments terrestres

Annexe 4 : Modes de préparation/cuisson appliqués par item alimentaire en Guadeloupe et Martinique

Groupe d'aliments	Item alimentaire	GUADELOUPE					MARTINIQUE				
		cru1	cru2	cuit1	cuit2	cuit3	cru1	cru2	cuit1	cuit2	cuit3
FRUITS	Citron vert, citron jaune, lime	épluché					épluché				
	Orange, clémentine, mandarine	épluché					épluché				
	Banane fruit	épluché					épluché				
	Melon, pastèque	épluché					épluché				
	Mangue	épluché					épluché				
LEGUMES ET LEGUMES RACINE	Aubergine, tomate, poivron	lavé					lavé				
	Courgette	épluché	non épluché	bouilli	vapeur		épluché	non épluché	bouilli	vapeur	
	Giraumon	épluché		bouilli	vapeur		épluché		bouilli	vapeur	
	Betterave	épluché	non épluché	bouilli	vapeur		épluché	non épluché	bouilli	vapeur	
	Carotte	épluché	non épluché	bouilli	vapeur		épluché	non épluché	bouilli	vapeur	
	Navet	épluché	non épluché	bouilli	vapeur		épluché	non épluché	bouilli		
	Radis	épluché	non épluché				épluché	non épluché			
	Concombre	épluché	non épluché				épluché	non épluché			
	Salade	lavé					lavé				
	Epinard	lavé		bouilli	vapeur		lavé		bouilli	vapeur	
	Poireau	lavé		bouilli	vapeur		lavé		bouilli		
	Cive, oignons pays	lavé		bouilli	sauté		lavé		bouilli	sauté	
TUBERCULES	Couscouche, igname	épluché		bouilli			épluché		bouilli		
	Madère/dachine	épluché		bouilli			épluché		bouilli		
	Malanga/chou caraïbe	épluché		bouilli			épluché	non épluché	bouilli		
	Manioc	épluché		bouilli			épluché		bouilli		
	Patate douce	épluché		bouilli	vapeur		épluché		bouilli		
VIANDES ET ŒUFS	Volaille entière	cru		au four			cru		au four		
	Volaille en morceau	cru		grillé	sauté	mijoté	cru		grillé	sauté	
	Viande de bœuf et de veau (steak/steak haché)	cru		sauté			cru		sauté	grillé	
	Viande de bœuf et de veau (collier/paleron)	cru		sauté	mijoté		cru		sauté	mijoté	
	Abats (foie de bœuf, queue de porc)	cru		sauté	mijoté		cru		sauté	mijoté	
	Abats (foie de bœuf, rognon de bœuf)	cru					cru		grillé	mijoté	
	Œufs	cru		omelette	œuf dur	œufs brouillés	cru		omelette	œuf dur	œufs au plat
POISSONS	Thazard	cru		grillé	court bouillon	frit	cru		grillé	court bouillon	frit
	Tarpon/grand écaille*, bécune/barracuda*	cru		grillé	court bouillon	frit	cru		grillé	court bouillon	
	Brochet des mers	cru		court bouillon	frit	grillé	cru		court bouillon	grillé	
	Thon, dorade, marlin	cru		frit	court bouillon		cru		frit	court bouillon	grillé
	Poisson perroquet/chat, marignan, poisson coffre, poisson chirurgien	cru		court bouillon	frit		cru		court bouillon	frit	grillé
	Poisson volant/poule des mers, balaou/demi-bec, coulirou	cru		frit	court bouillon		cru		frit	court bouillon	
	Vivaneau, golette, mérrou/courronné rouge / grande gueule	cru		court bouillon			cru		court bouillon	grillé	
	Poisson lion	cru		court bouillon			cru		court bouillon	grillé	
	Poisson d'eau douce : tilapia/saint Pierre, mulet	cru		frit	court bouillon		cru		frit	court bouillon	
CRUSTACES ET MOLLUSQUES	Crabe cirique	cru		sauté	court bouillon		cru		sauté	court bouillon	
	Langouste/homa blanc*	cru		grillé	sauté	court bouillon	cru		grillé		
	Crevette de mer profonde	cru		sauté	court bouillon		cru		sauté	court bouillon	grillé
	Crevette d'eau douce (cacador*)	cru		sauté	court bouillon		cru		sauté	court bouillon	grillé
	Ecrevisse (ouassou*)	cru		sauté	court bouillon		cru		sauté	court bouillon	
	Lambi	cru		sauté	court bouillon		cru		sauté	grillé	
	Chatrou	cru		sauté	court bouillon		cru		sauté	grillé	
	Palourde	cru		court bouillon			cru		court bouillon	grillé	
	Burgot	cru		court bouillon			cru		court bouillon		

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

Annexe 5 : Résultats exhaustifs de l'enquête sur les pratiques d'approvisionnement, préparation et cuisson des aliments aux Antilles

Tableau 29 : Mode d'approvisionnement, origine, lieu d'approvisionnement, méthode de conservation pour les denrées végétales⁴⁵ en Guadeloupe

Groupe	Aliment	Mode d'approvisionnement				Origine (pour les achats)			Lieu d'approvisionnement (pour les achats)						Méthode de conservation (pour les achats)				
		Achat	Autoproduction/don	Pas de conso à domicile	NSP	Locale	Importée	NSP	Supermarché/hypermarché	Petit commerce	Vente directe	Marché / Foire	Bord de route /marchand ambulant	NSP	Frais vrac	Frais préemballé	Conserve /bocal	Surgelé	NSP
Fruits	Citron vert, citron jaune, lime	71%	26%	3%	0%	78%	21%	1%	38%	40%	4%	15%	2%	1%	98%	2%	0%	0%	0%
	Orange, clémentine, mandarine	77%	11%	12%	0%	48%	51%	1%	46%	34%	4%	13%	2%	1%	98%	2%	0%	0%	0%
	Banane fruit	53%	35%	12%	0%	90%	10%	0%	26%	49%	5%	16%	4%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
	Melon, pastèque	78%	13%	9%	0%	94%	6%	1%	21%	45%	6%	17%	11%	1%	99%	1%	0%	0%	0%
	Mangue	17%	76%	7%	1%	95%	5%	0%	25%	37%	6%	24%	7%	2%	98%	2%	0%	0%	0%
Légumes et légumes racine	Aubergine	58%	13%	28%	1%	83%	15%	1%	33%	40%	5%	18%	3%	0%	98%	1%	0%	0%	0%
	Tomate	82%	13%	5%	0%	85%	14%	1%	33%	43%	5%	16%	2%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
	Poivron	70%	7%	22%	0%	61%	38%	1%	42%	38%	4%	14%	2%	0%	86%	5%	0%	9%	0%
	Courgette	66%	7%	27%	1%	74%	24%	1%	34%	42%	5%	16%	3%	0%	91%	1%	0%	7%	0%
	Giraumon	45%	33%	22%	1%	95%	5%	0%	23%	43%	6%	24%	4%	0%	96%	4%	0%	0%	0%
	Betterave	68%	4%	28%	1%	43%	57%	0%	60%	23%	4%	12%	1%	0%	44%	19%	36%	1%	0%
	Carotte	85%	6%	8%	0%	60%	38%	1%	44%	36%	5%	14%	2%	0%	80%	13%	1%	6%	0%
	Navet	46%	5%	48%	1%	71%	28%	1%	38%	35%	6%	19%	3%	0%	94%	5%	0%	0%	0%
	Radis	31%	6%	61%	1%	51%	48%	1%	49%	28%	5%	17%	1%	0%	80%	18%	0%	1%	1%
	Concombre	76%	15%	8%	1%	90%	9%	0%	31%	45%	4%	17%	3%	0%	98%	1%	0%	0%	0%
	Salade, pourpier	75%	13%	11%	0%	90%	10%	0%	35%	43%	4%	16%	2%	0%	85%	15%	0%	0%	0%
	Épinard	56%	12%	31%	1%	58%	41%	1%	52%	25%	4%	16%	2%	1%	56%	9%	6%	28%	0%
	Poireaux	63%	4%	32%	1%	58%	41%	1%	47%	31%	4%	16%	2%	0%	90%	3%	1%	5%	0%
	Cive, oignons pays	76%	18%	6%	0%	92%	8%	0%	28%	49%	5%	16%	2%	0%	90%	8%	0%	1%	0%
Tubercules	Couscouche, igname	68%	16%	15%	1%	90%	9%	0%	20%	46%	9%	21%	4%	0%	99%	0%	0%	0%	0%
	Madère/dachine	63%	14%	21%	1%	94%	6%	0%	15%	47%	9%	22%	6%	1%	98%	0%	0%	1%	1%
	Malanga/chou caraïbe	44%	15%	40%	1%	94%	5%	1%	15%	44%	11%	26%	4%	0%	97%	3%	0%	1%	0%
	Manioc	36%	18%	45%	1%	95%	5%	1%	16%	46%	10%	23%	5%	0%	97%	2%	0%	0%	0%
	Patate douce	69%	18%	12%	0%	95%	5%	1%	22%	47%	8%	20%	4%	0%	99%	1%	0%	0%	0%

NSP : ne sait pas

Exemple de lecture (valable pour les tableaux 29 à 34 de l'annexe 5) : pour la mangue, 76% des foyers enquêtés déclarent s'approvisionner habituellement pour ce fruit via l'autoproduction ou le don.

⁴⁵ Ne figurent dans ce tableau que les 24 items de denrées végétales utilisés dans l'échantillonnage ChlorExpo sur les 36 items présents dans l'enquête sur les pratiques

Tableau 30 : Mode d'approvisionnement, origine, lieu d'approvisionnement, méthode de conservation pour les viandes-volailles-abats-œufs en Guadeloupe

Groupe	Aliment	Mode d'approvisionnement				Origine (pour les achats)			Lieu d'approvisionnement (pour les achats)						Méthode de conservation (pour les achats)			
		Achat	Autoproduction/don	Pas de conso à domicile	NSP	Locale	Importée	NSP	Supermarché/hypermarché	Petit commerce	Vente directe	Marché / Foire	Bord de route /marchand ambulant	NSP	Frais non conditionné	Conditionné sous plastique	Surgelé	NSP
Viandes	De la Volaille entière	59%	16%	24%	0%	71%	28%	0%	45%	25%	27%	2%	1%	1%	64%	9%	26%	0%
	De la Volaille en morceau (pilon, escalope ...)	87%	5%	7%	0%	33%	67%	0%	76%	18%	5%	0%	0%	0%	27%	12%	61%	0%
	De la Viande de bœuf et veau	83%	5%	12%	0%	71%	28%	1%	39%	48%	11%	0%	1%	0%	65%	11%	24%	0%
	Des Abats	42%	3%	54%	1%	72%	26%	2%	46%	43%	9%	1%	1%	0%	58%	19%	22%	1%
Œufs	Des Œufs	80%	15%	5%	0%	85%	15%	0%	55%	20%	18%	4%	4%	0%				

NSP : ne sait pas

Tableau 31 : Mode d'approvisionnement, origine, lieu d'approvisionnement, méthode de conservation pour les produits de la pêche en Guadeloupe

Groupe	Aliment	Mode d'approvisionnement				Origine (pour les achats)			Lieu d'approvisionnement (pour les achats)						Méthode de conservation (pour les achats)		
		Achat	Autoproduction/don	Pas de conso à domicile	NSP	Locale	Importée	NSP	Supermarché/hypermarché	Petit commerce	Vente directe	Marché / Foire	Bord de route /marchand ambulant	NSP	Frais	Surgelé	NSP
Poissons	Thazard	28%	7%	64%	1%	84%	15%	1%	19%	22%	56%	1%	2%	0%	85%	15%	0%
	Tarpon/grand'écaille, bécune/barracuda	8%	6%	85%	1%	88%	10%	2%	17%	25%	42%	8%	5%	2%	88%	12%	0%
	Brochet des mers	13%	5%	81%	1%	85%	13%	2%	18%	21%	56%	2%	3%	0%	86%	11%	2%
	Thon, dorade, marlin	78%	6%	16%	0%	75%	24%	1%	32%	18%	45%	4%	3%	0%	76%	23%	1%
	Poisson perroquet/chat, marignan, poisson coffré	56%	8%	35%	1%	87%	12%	0%	18%	17%	58%	4%	3%	0%	87%	13%	0%
	Poisson volant/poule des mers, balaou/demi-bec	47%	7%	46%	1%	91%	9%	0%	13%	15%	64%	4%	5%	0%	90%	10%	0%
	Vivaneau, goquette, mérout/courronné rouge /grand	74%	6%	19%	0%	74%	26%	0%	33%	15%	46%	3%	2%	1%	72%	28%	0%
	Poisson lion	10%	7%	82%	1%	93%	5%	1%	7%	17%	71%	3%	1%	1%	92%	8%	0%
	Poisson d'eau douce : tilapia/Saint Pierre, mulot	11%	8%	81%	1%	74%	23%	2%	32%	22%	35%	6%	2%	2%	73%	25%	2%
Crustacés	Crabe cirque	23%	11%	66%	1%	82%	18%	0%	24%	16%	42%	1%	17%	0%	81%	18%	1%
	Langouste/homa blanc	46%	10%	44%	0%	85%	14%	1%	18%	16%	57%	3%	5%	0%	85%	15%	0%
	Crevette de mer profonde	44%	4%	52%	0%	30%	69%	1%	75%	9%	13%	2%	1%	0%	31%	69%	0%
	Crevette d'eau douce (cacador)	38%	5%	57%	0%	36%	63%	1%	76%	10%	10%	2%	1%	0%	30%	70%	0%
	Ecrevisse (ouassou)	62%	4%	33%	0%	31%	68%	1%	73%	11%	13%	1%	1%	0%	28%	71%	0%
Mollusques	Lambi	56%	7%	36%	0%	87%	13%	0%	17%	16%	58%	4%	4%	0%	85%	15%	0%
	Chatrou	49%	5%	45%	1%	76%	24%	1%	34%	16%	45%	3%	1%	1%	72%	27%	1%
	Palourde	26%	8%	66%	1%	65%	35%	0%	41%	10%	35%	4%	10%	0%	64%	36%	1%
	Burgot	20%	12%	67%	1%	89%	11%	1%	15%	13%	62%	3%	7%	1%	89%	11%	1%

NSP : ne sait pas

Tableau 32 : Mode d'approvisionnement, origine, lieu d'approvisionnement, méthode de conservation pour les denrées végétales⁴⁶ en Martinique

		Mode d'approvisionnement				Origine (pour les achats)			Lieu d'approvisionnement (pour les achats)							Méthode de conservation (pour les achats)				
Groupe	Aliment	Achat	Autoprodu ction/don	Pas de conso à domicile	NSP	Locale	Importée	NSP	Supermarché/ hypermarché	Petit commerce	Vente directe	Marché / Foire	Bord de route /marchand ambulant	NSP	Frais vrac	Frais préemballé	Conserve / bocal	Surgelé	NSP	
Fruits	Citron vert, citron jaune, lime	59%	37%	3%	0%	77%	13%	10%	68%	6%	8%	15%	3%	1%	99%	1%	0%	0%	0%	
	Orange, clémentine, mandarine	54%	36%	10%	0%	62%	28%	11%	69%	4%	5%	16%	3%	2%	98%	1%	0%	0%	0%	
	Banane fruit	45%	46%	9%	0%	86%	13%	1%	62%	7%	6%	21%	3%	1%	99%	1%	0%	0%	0%	
	Melon, pastèque	82%	8%	10%	1%	87%	12%	2%	52%	5%	6%	22%	14%	1%	99%	0%	0%	0%	0%	
	Mangue	15%	71%	13%	0%	94%	5%	1%	40%	8%	19%	25%	3%	4%	96%	3%	0%	1%	1%	
Légumes et légumes racine	Aubergine	38%	15%	47%	0%	72%	25%	3%	63%	8%	11%	15%	2%	2%	96%	1%	1%	2%	1%	
	Tomate	81%	13%	6%	1%	69%	27%	4%	68%	6%	6%	14%	3%	3%	98%	1%	0%	0%	0%	
	Poivron	54%	8%	37%	1%	39%	56%	4%	83%	3%	4%	7%	1%	1%	87%	8%	0%	4%	0%	
	Courgette	50%	7%	42%	1%	53%	44%	3%	74%	5%	7%	12%	1%	2%	86%	2%	1%	11%	0%	
	Giraumon	52%	39%	9%	0%	93%	6%	1%	45%	4%	14%	33%	3%	1%	93%	6%	0%	0%	1%	
	Betterave	69%	4%	27%	0%	20%	79%	1%	91%	4%	2%	3%	0%	0%	26%	25%	47%	1%	2%	
	Carotte	90%	6%	4%	0%	44%	53%	3%	83%	4%	4%	8%	0%	1%	85%	13%	1%	1%	0%	
	Navet	43%	9%	48%	1%	68%	28%	5%	65%	6%	8%	19%	1%	2%	91%	6%	1%	1%	1%	
	Radis	25%	6%	69%	0%	45%	49%	6%	71%	6%	7%	13%	0%	2%	86%	11%	2%	1%	1%	
	Concombre	74%	20%	6%	1%	89%	10%	1%	62%	5%	9%	21%	3%	1%	98%	2%	0%	0%	0%	
	Salade, pourpier	74%	16%	9%	0%	89%	9%	2%	78%	2%	6%	12%	1%	1%	90%	9%	0%	0%	1%	
	Épinard	44%	12%	43%	0%	44%	52%	4%	77%	5%	6%	11%	0%	1%	46%	4%	7%	41%	3%	
	Poireaux	55%	7%	38%	0%	47%	51%	2%	75%	6%	7%	10%	0%	1%	87%	4%	1%	7%	1%	
	Cive, oignons pays	66%	26%	7%	0%	90%	9%	1%	65%	5%	7%	19%	1%	1%	95%	3%	0%	1%	0%	
Tubercules	Couscouche, igname	67%	25%	7%	0%	82%	11%	6%	50%	9%	10%	27%	3%	1%	98%	1%	0%	1%	0%	
	Madère/dachine	64%	26%	10%	0%	97%	3%	0%	44%	8%	12%	30%	5%	1%	99%	0%	0%	0%	0%	
	Malanga/chou caraïbe	48%	13%	38%	1%	86%	12%	2%	56%	4%	9%	27%	3%	2%	98%	2%	0%	0%	0%	
	Manioc	29%	11%	59%	1%	87%	9%	4%	46%	6%	12%	30%	4%	3%	90%	5%	2%	1%	1%	
	Patate douce	63%	24%	12%	1%	91%	8%	1%	46%	7%	11%	30%	4%	1%	99%	0%	0%	0%	0%	

NSP : ne sait pas

⁴⁶ Ne figurent dans ce tableau que les 24 items de denrées végétales utilisés dans l'échantillonnage ChlorExpo sur les 36 items présents dans l'enquête sur les pratiques

Tableau 33 : Mode d'approvisionnement, origine, lieu d'approvisionnement, méthode de conservation pour les viandes-volailles-abats-œufs en Martinique

Groupe	Aliment	Mode d'approvisionnement				Origine (pour les achats)			Lieu d'approvisionnement (pour les achats)						Méthode de conservation (pour les achats)			
		Achat	Autoproduction/don	Pas de conso à domicile	NSP	Locale	Importée	NSP	Supermarché/hypermarché	Petit commerce	Vente directe	Marché / Foire	Bord de route /marchand ambulant	NSP	Frais non conditionné	Conditionné sous plastique	Surgelé	NSP
Viandes	De la Volaille entière	47%	12%	40%	0%	70%	28%	2%	74%	8%	12%	1%	2%	2%	52%	21%	24%	3%
	De la Volaille en morceau (pilon, escalope ...)	83%	3%	14%	0%	42%	56%	2%	91%	6%	2%	1%	0%	0%	16%	25%	56%	3%
	De la Viande de bœuf et veau	72%	3%	24%	0%	70%	24%	6%	61%	24%	12%	2%	0%	1%	50%	30%	16%	4%
	Des Abats	36%	3%	61%	0%	69%	28%	3%	70%	17%	10%	3%	0%	0%	52%	22%	23%	3%
Œufs	Des Œufs	84%	11%	5%	0%	86%	12%	3%	80%	7%	10%	2%	0%	1%				

NSP : ne sait pas

Tableau 34 : Mode d'approvisionnement, origine, lieu d'approvisionnement, méthode de conservation pour les produits de la pêche en Martinique

Groupe	Aliment	Mode d'approvisionnement				Origine (pour les achats)			Lieu d'approvisionnement (pour les achats)						Méthode de conservation (pour les achats)		
		Achat	Autoproduction/don	Pas de conso à domicile	NSP	Locale	Importée	NSP	Supermarché/hypermarché	Petit commerce	Vente directe	Marché / Foire	Bord de route /marchand ambulant	NSP	Frais	Surgelé	NSP
Poissons	Thazard	33%	8%	58%	1%	82%	14%	4%	38%	13%	42%	3%	2%	2%	73%	23%	4%
	Tarpon/grand'écaille, bécune/barracuda	16%	7%	76%	1%	76%	21%	3%	50%	8%	34%	3%	2%	3%	68%	28%	4%
	Brochet des mers	16%	8%	75%	1%	74%	23%	3%	58%	8%	29%	2%	1%	2%	64%	32%	4%
	Thon, dorade, marlin	80%	8%	11%	0%	69%	26%	6%	41%	10%	40%	3%	3%	3%	64%	29%	7%
	Poisson perroquet/chat, marignan, poisson coffre	44%	10%	45%	1%	61%	27%	12%	40%	12%	39%	3%	2%	5%	61%	26%	13%
	Poisson volant/poule des mers, balaou/demi-bec	60%	12%	28%	1%	89%	10%	1%	19%	9%	55%	3%	13%	1%	85%	13%	2%
	Vivaneau, goquette, mérou/courronné rouge /gran	80%	7%	13%	1%	67%	27%	6%	41%	10%	42%	2%	2%	3%	61%	32%	7%
	Poisson lion	9%	9%	81%	1%	77%	19%	4%	44%	10%	37%	6%	1%	1%	70%	26%	4%
Crustacés	Poisson d'eau douce : tilapia/Saint Pierre, mullet	12%	8%	80%	1%	66%	24%	10%	64%	6%	22%	5%	1%	3%	50%	41%	9%
	Crabe cirique	36%	15%	49%	1%	82%	17%	1%	45%	4%	46%	2%	3%	0%	67%	32%	1%
	Langouste/homa blanc	51%	8%	41%	0%	85%	12%	3%	30%	6%	59%	1%	2%	2%	80%	17%	3%
	Crevette de mer profonde	42%	6%	52%	1%	30%	68%	1%	85%	3%	11%	1%	0%	0%	22%	75%	2%
	Crevette d'eau douce (cacador)	35%	6%	59%	1%	37%	62%	1%	79%	6%	14%	1%	0%	0%	31%	67%	2%
Mollusques	Ecrevisse (ouassou)	56%	5%	38%	1%	31%	68%	1%	83%	4%	12%	0%	0%	0%	23%	75%	1%
	Lambi	60%	6%	34%	0%	76%	19%	5%	30%	7%	57%	1%	1%	4%	73%	24%	4%
	Chatrou	48%	7%	45%	0%	63%	34%	3%	53%	5%	37%	2%	1%	2%	51%	46%	3%
	Palourde	20%	9%	70%	1%	80%	18%	2%	38%	7%	48%	2%	3%	2%	74%	25%	1%
	Burgot	21%	8%	71%	0%	81%	16%	3%	32%	12%	51%	1%	1%	3%	81%	17%	2%

NSP : ne sait pas

Tableau 35 : Préparation et cuisson des denrées végétales en Guadeloupe

		PRÉPARATION AVANT CONSOMMATION CRU						PRÉPARATION AVANT CONSOMMATION CUIT						MODE DE CUISSON							MG DE CUISSON						
Groupe	Item alimentaire	Consommé sans préparation	Essuyage	Lavage	Epluchage	Non consommé cru	NSP	Cuit sans préparation	Essuyage	Lavage	Epluchage avant cuisson	Epluchage après cuisson	Non cuit	NSP	Bouilli	Vapeur	Sauté	Frit	Au four	Au micro ondes	NSP	Huile	Beurre	Margarine	Autre	Aucun	NSP
Fruits	Banane fruit							2%	0%	2%	8%	1%	87%	0%			63%		13%	2%	21%	46%	11%	3%	0%	39%	1%
Légumes et légumes racine	Aubergine							6%	2%	58%	28%	4%	1%	0%	46%	19%	19%	6%	9%	0%	1%	74%	11%	1%	0%	13%	1%
	Tomate	10%	2%	78%	7%	2%	0%	6%	1%	34%	9%	2%	48%	0%	35%	10%	39%	0%	8%	0%	7%						
	Poivron	5%	3%	49%	7%	35%	0%	9%	2%	64%	18%	2%	4%	0%	31%	14%	48%	1%	5%	0%	1%						
	Courgette	4%	2%	34%	32%	29%	0%	5%	2%	46%	33%	3%	12%	0%	43%	33%	13%	2%	8%	0%	1%						
	Giraumon							4%	0%	10%	77%	7%	2%	1%	69%	21%	5%	0%	4%	0%	1%						
	Betterave	16%	2%	38%	34%	9%	0%	6%	1%	12%	30%	7%	44%	0%	62%	24%	4%		1%	0%	9%						
	Carotte	7%	1%	19%	66%	7%	1%	4%	0%	8%	64%	4%	19%	0%	59%	24%	12%	1%	2%	0%	3%						
	Navet	3%	2%	24%	33%	37%	0%	5%	1%	17%	66%	5%	6%	1%	66%	25%	6%	1%	1%	0%	1%						
	Radis	8%	1%	61%	23%	8%	0%																				
	Concombre	7%	1%	17%	73%	1%	0%																				
	Salade/ pourpier	10%	2%	82%	3%	3%	0%																				
Tubercules	Épinard	6%	3%	47%	7%	38%	0%	11%	1%	65%	19%	1%	2%	0%	65%	27%	6%	0%	1%	1%	0%	61%	10%	0%	1%	27%	1%
	Poireau							7%	3%	52%	34%	3%	1%	0%	62%	24%	8%	1%	3%	0%	1%						
	Cive, oignons pays	6%	2%	36%	22%	34%	0%	7%	2%	34%	50%	2%	6%	1%	37%	6%	51%	4%	0%	0%	2%						
	Couscouche, igname							1%	0%	6%	89%	2%	1%	0%	87%	12%	0%	0%	0%	0%	0%						
	Madère/dachine							2%	0%	7%	87%	3%	1%	0%	86%	13%	1%	0%	0%	0%	0%						
Tubercules	Malanga/chou caraïbe							2%	0%	7%	84%	2%	3%	0%	80%	12%	2%	6%	0%	0%	0%	61%	10%	0%	1%	27%	1%
	Manioc							2%	0%	9%	82%	4%	2%	0%	87%	12%	0%	0%	0%	0%	1%						
	Patate douce							2%	0%	10%	61%	26%	2%	0%	77%	16%	2%	3%	2%	0%	0%						

NSP : ne sait pas

MG : matières grasses

Exemple de lecture (valable pour les tableaux 35 à 38 de l'annexe 5) : pour la tomate, 10% des foyers enquêtés déclarent la consommer crue habituellement sans préparation préalable

Tableau 36 : Préparation et cuisson des denrées végétales en Martinique

		PRÉPARATION AVANT CONSOMMATION CRU						PRÉPARATION AVANT CONSOMMATION CUIT						MODE DE CUISSON							MG DE CUISSON							
Groupe	Item alimentaire	Consommé sans préparation	Essuyage	Lavage	Epluchage	Non consommé cru	NSP	Cuit sans préparation	Essuyage	Lavage	Epluchage avant cuisson	Epluchage après cuisson	Non cuit	NSP	Bouilli	Vapeur	Sauté	Frit	Au four	Au micro ondes	NSP	Huile	Beurre	Margarine	Autre	Aucun	NSP	
Fruits	Banane fruit							4%	1%	10%	5%	2%	76%	2%			29%		12%	4%	55%	30%	9%	1%	0%	52%	8%	
Légumes et légumes racine	Aubergine							10%	4%	52%	25%	4%	2%	3%	59%	21%	8%	1%	7%	0%	3%	49%	4%	0%	0%	43%	4%	
	Tomate	11%	4%	72%	12%	1%	0%	8%	3%	41%	7%	2%	38%	1%	32%	18%	24%	1%	3%	1%	21%							
	Poivron	8%	7%	66%	9%	10%	0%	10%	3%	68%	13%	2%	4%	0%	56%	7%	27%	1%	4%	0%	4%							
	Courgette	7%	6%	46%	24%	15%	2%	11%	4%	45%	32%	3%	3%	2%	58%	26%	7%	1%	3%	0%	5%							
	Giraumon							5%	1%	13%	74%	5%	1%	1%	82%	11%	2%	0%	1%	0%	3%							
	Betterave	32%	6%	43%	15%	3%	1%	23%	3%	27%	6%	2%	37%	1%	41%	21%	4%		0%	0%	33%							
	Carotte	6%	4%	25%	63%	1%	0%	4%	2%	14%	52%	2%	26%	0%	53%	33%	4%	0%	1%	0%	10%							
	Navet	9%	8%	37%	26%	19%	0%	9%	3%	28%	55%		1%	3%	1%	84%	12%	2%	1%	0%	0%							2%
	Radis	14%	9%	45%	23%	5%	4%																					
	Concombre	5%	3%	25%	66%	0%	0%																					
	Salade/ pourpier	11%	7%	79%	3%	0%	0%																					
Épinard	13%	9%	54%	5%	18%	2%	22%	6%	59%	6%	2%	3%	2%	62%	28%	7%	0%	0%	0%	3%								
	Poireau							10%	3%	58%	22%	1%	3%	2%	77%	12%	8%	0%	0%	0%	2%							
	Cive, oignons pays	16%	5%	47%	25%	7%	0%	17%	4%	48%	26%	1%	4%	0%	66%	5%	22%	1%	0%	0%	5%							
Tubercules	Couscouche, igname							4%	0%	7%	86%	1%	1%	0%	93%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	54%	6%	0%	0%	40%	0%	
	Madère/dachine							4%	1%	6%	88%	1%	0%	0%	93%	6%	1%	0%	0%	0%	0%							
	Malanga/chou caraïbe							8%	2%	14%	69%	2%	4%	1%	88%	8%	0%	0%	0%	0%	2%							
	Manioc							4%	1%	7%	71%	1%	11%	4%	86%	4%	0%	1%	1%	0%	7%							
	Patate douce							4%	1%	8%	74%	12%	1%	0%	88%	10%	0%	0%	1%	1%	0%							

MG : matières grasses

Tableau 37 : Cuisson des denrées animales en Guadeloupe

Groupe	Item alimentaire	MODE DE CUISSON									MG DE CUISSON					
		Grillé/ boucané	Sauté/ Fricassé	Frit	Mijoté (viandes) Court bouillon/blaff (poissons)	Au four	Au Micro- ondes	Vapeur	Cru	NSP	Huile	Beurre	Margarine	Autre	Aucun	NSP
Viandes	Volaille entière	17%	36%	4%	24%	19%	0%		0%	1%	81%	6%	1%	0%	12%	0%
	Volaille en morceau (pilon, escalope ...)	25%	24%	12%	19%	20%	0%		0%	0%						
	Viande de bœuf et veau	8%	38%	3%	48%	3%	0%		0%	0%						
	Abats	9%	35%	4%	47%	2%	0%		0%	3%						
Poissons	Thazard	21%	7%	19%	38%	8%	0%	0%	3%	4%	80%	11%	3%	0%	6%	0%
	Tarpon/Grand'écaille ; Bécune/ Barracuda	21%	10%	16%	39%	5%	0%	1%	0%	8%						
	Brochet des mers	18%	9%	17%	42%	6%	0%	1%	1%	6%						
	Thon, dorade, marlin	13%	9%	29%	42%	4%	0%	1%	2%	1%						
	Poisson perroquet/chat, marignan, poisson coffre,	9%	3%	18%	65%	3%	0%	0%	1%	0%						
	Poisson volant/poule des mers, balaou/demi-bec,	5%	4%	67%	21%	2%	0%	0%	0%	1%						
	Vivaneau, gorette, mérou/couronné rouge/grande	10%	5%	13%	67%	4%	0%	0%	0%	1%						
	Poisson lion	14%	7%	13%	53%	3%	0%	1%	0%	7%						
Crustacés et mollusques	Poisson d'eau douce (Tilapia/Saint-Pierre, mullet)	11%	8%	22%	44%	8%	0%	1%	0%	6%	75%	9%	1%	0%	15%	0%
	Crabe cirique	7%	31%	3%	55%	2%	0%	0%	0%	2%						
	Langouste/homa blanc	59%	17%	2%	16%	5%	0%	0%	0%	1%						
	Crevette de mer profonde	11%	40%	4%	40%	0%	0%	0%	4%	1%						
	Crevette d'eau douce (cacador)	6%	40%	2%	46%	1%	0%	0%	4%	2%						
	Écrevisse (ouassou)	8%	42%	1%	47%	1%	0%	0%	0%	1%						
	Lambi	10%	65%	2%	21%	1%	0%	0%	0%	1%						
	Chatrou	9%	63%	3%	23%	1%	0%	0%	0%	1%						
	Palourde	4%	12%	4%	76%	2%	0%	1%	0%	2%						
	Burgot	2%	7%	1%	83%	3%	0%	0%	0%	4%						

MG : matières grasses

Tableau 38 : Cuisson des denrées animales en Martinique

Groupe	Item alimentaire	MODE DE CUISSON									MG DE CUISSON					
		Grillé/ boucané	Sauté/ Fricassé	Frit	Mijoté (viandes) Court bouillon/blaff (poissons)	Au four	Au Micro- ondes	Vapeur	Cru	NSP	Huile	Beurre	Margarine	Autre	Aucun	NSP
Viandes	Volaille entière	26%	36%	3%	11%	21%	0%		0%	3%	74%	5%	0%	0%	19%	1%
	Volaille en morceau (pilon, escalope ...)	46%	26%	3%	6%	14%	0%		0%	4%						
	Viande de bœuf et veau	33%	39%	3%	19%	3%	0%		0%	3%						
	Abats	26%	26%	4%	37%	3%	0%		0%	4%						
Poissons	Thazard	32%	7%	20%	33%	4%	0%	0%	0%	4%	80%	7%	1%	0%	10%	2%
	Tarpon/Grand'écaille ; Bécune/ Barracuda	32%	8%	14%	33%	5%	0%	2%	1%	6%						
	Brochet des mers	37%	11%	11%	29%	4%	1%	1%	1%	6%						
	Thon, dorade, marlin	18%	6%	36%	30%	2%	0%	1%	2%	6%						
	Poisson perroquet/chat, marignan, poisson coffre	19%	6%	20%	48%	3%	0%	0%	0%	4%						
	Poisson volant/poule des mers, balaou/demi-bec	11%	4%	65%	17%	1%	0%	0%	0%	1%						
	Vivaneau, gorette, mérou/couronné rouge/grande	29%	4%	14%	40%	7%	0%	0%	0%	5%						
	Poisson lion	30%	9%	10%	30%	5%	1%	1%	1%	13%						
	Poisson d'eau douce (Tilapia/Saint-Pierre, mulet)	33%	8%	11%	26%	3%	1%	1%	1%	16%						
Crustacés et mollusques	Crabe cirique	18%	51%	3%	25%	1%	0%	1%	0%	2%	60%	4%	1%	0%	33%	2%
	Langouste/homa blanc	73%	15%	1%	7%	2%	0%	1%	0%	2%						
	Crevette de mer profonde	18%	49%	3%	26%	2%	0%	1%	0%	2%						
	Crevette d'eau douce (cacador)	19%	45%	5%	25%	2%	0%	1%	0%	3%						
	Écrevisse (ouassou)	14%	58%	4%	22%	1%	0%	0%	0%	1%						
	Lambi	50%	41%	1%	4%	1%	0%	0%	0%	3%						
	Chatrou	17%	65%	2%	13%	0%	0%	0%	1%	1%						
	Palourde	24%	11%	5%	47%	4%	1%	3%	1%	4%						
	Burgot	21%	9%	6%	54%	1%	2%	1%	0%	5%						

MG : matières grasses

Annexe 6 : Plan d'échantillonnage initial et plan d'échantillonnage réalisé

Tableau 39 : Nombre d'échantillons prélevés par item alimentaire et par circuit en Guadeloupe

Groupe alimentaire	n°	Item alimentaire	PLAN D'ECHANTILLONNAGE INITIAL				PLAN D'ECHANTILLONNAGE REALISE			
			Circuit formel	Circuit informel ZC	Circuit informel ZNC	TOTAL	Circuit formel	Circuit informel ZC	Circuit informel ZNC	TOTAL
FRUITS	1	Citron vert, citron jaune, lime	6	4	4	14	6	4	4	14
	2	Orange, clémentine, mandarine	6	4	4	14	6	4	4	14
	3	Banane fruit	4	4	4	12	4	4	4	12
	4	Melon, pastèque	6	4	4	14	6	4	4	14
	5	Mangue	4	4	4	12	4	4	4	12
LEGUMES ET LEGUMES RACINES	6	Tomate, aubergine, poivron	8	6	6	20	8	6	6	20
	7	Courgette	4	6	6	16	4	6	6	16
	8	Giraumon	4	6	6	16	4	6	6	16
	9	Betterave	4	6	6	16	4	4	6	14
	10	Carotte	4	6	6	16	4	6	4	14
	11	Navet	4	6	6	16	4	6	6	16
	12	Radis	4	4	4	12	4	4	4	12
	13	Concombre	4	4	4	12	4	4	4	12
	14	Salade	6	4	4	14	6	4	4	14
	15	Épinard	4	6	6	16	4	6	6	16
	16	Poireau	4	6	6	16	4	2	2	8
	17	Cive, oignons pays	4	6	6	16	4	6	6	16
TUBERCULES	18	Couscouche, igname	7	8	8	23	6	8	6	20
	19	Madère/dachine	7	6	6	19	7	6	6	19
	20	Malanga/chou caraïbe	7	6	6	19	7	6	6	19
	21	Manioc	6	6	6	18	6	6	6	18
	22	Patate douce	6	6	6	18	6	6	6	18
VIANDES, VOLAILLES ET ABATS	23	Volaille entière	7	6	6	19	7	6	6	19
	24	Volaille en morceau	6	6	6	18	6	6	6	18
	25a	Viande de bœuf et de veau (steak/steak haché)	4	4	4	12	4	0	0	4
	25b	Viande de bœuf et de veau (collier/paleron)	4	4	4	12	4	0	2	6
	26	Abats	7	8	7	22	7	0	1	8
ŒUFS	27	Œufs	4	8	8	20	4	8	8	20
	27a	Œufs		8	8	8		8		8
	27b	Œufs		8	8	8		8		8
	27c	Œufs		8	8	8		8		8
	27d	Œufs		8	8	8		8		8
	27e	Œufs		8	8	8		8		8
	27f	Œufs		8	8	8		8		8
	27g	Œufs		8	8	8		8		8
POISSONS	28	Thazard	4	8	8	20	4	8	8	20
	29	Tarpon/grandes écailles, bécune/barracuda	6	8	8	22	3	4	7	14
	30	Brochet des mers	4	8	8	20	0	0	3	3
	31	Thon, dorade, marlin	6	8	8	22	6	4	8	18
	32	Poisson perroquet/chat, marignan, poisson coffre, poisson chirurgical	6	8	8	22	6	8	8	22
	33	Poisson volant/poule des mers/grondin, balaou/demi-bec, coulirou	6	2	8	16	6	2	2	10
	34	Vivaneau, golette, mérou/couronné rouge/grande gueule	6	8	8	22	6	8	8	22
	35	Poisson lion	4	8	8	20	4	8	8	20
	36	Poisson d'eau douce : tilapia/saint-pierre, mullet	6	8	8	22	6	8	8	22
CRUSTACES ET MOLLUSQUES	37	Crabe cirique	4	8	8	20	4	8	8	20
	38	Langouste (oma blan)	6	6	6	18	6	6	6	18
	39	Crevette de mer profonde	6			6	6			6
	40	Crevette d'eau douce (cacador)		8	8	16		8	8	16
	41	Écrevisse (ouassou)	6	8	8	22	6	8	8	22
	42	Lambi	6	8	8	22	6	0	0	6
	43	Chatrou	6	8	8	22	6	8	8	22
	44	Palourde	5	8	8	21	5	6	8	19
	45	Burgot	5	8	8	21	5	8	6	19
			237	338	287	862	229	290	245	764

Cases grisées : pas de prélèvement à faire

Tableau 40 : Nombre d'échantillons prélevés par item alimentaire et par circuit en Martinique

Groupe alimentaire	n°	Item alimentaire	PLAN D'ECHANTILLONNAGE INITIAL				PLAN D'ECHANTILLONNAGE REALISE			
			Circuit formel	Circuit informel ZC	Circuit informel ZNC	TOTAL	Circuit formel	Circuit informel ZC	Circuit informel ZNC	TOTAL
FRUITS	1	Citron vert, citron jaune, lime	6	4	4	14	6	4	4	14
	2	Orange, clémentine, mandarine	6	4	4	14	6	4	4	14
	3	Banane fruit	4	4	4	12	4	4	4	12
	4	Melon, pastèque	6	4	4	14	6	4	4	14
	5	Mangue	4	4	4	12	4	4	4	12
LEGUMES ET LEGUMES RACINES	6	Aubergine, tomate, poivron	7	4	4	15	7	4	4	15
	7	Courgette	4	6	6	16	4	6	6	16
	8	Giraumon	4	4	4	12	4	4	4	12
	9	Betterave	4	6	6	16	4	6	6	16
	10	Carotte	4	6	6	16	4	6	6	16
	11	Navet	4	6	6	16	4	6	6	16
	12	Radis	4	4	4	12	4	4	4	12
	13	Concombre	4	4	4	12	4	4	4	12
	14	Salade	4	4	4	12	4	4	4	12
	15	Épinard	4	6	6	16	4	6	6	16
	16	Poireau	4	4	4	12	4	4	4	12
	17	Cive, oignons pays	4	6	6	16	4	6	6	16
TUBERCULES	18	Couscouche, igname	7	8	8	23	7	8	8	23
	19	Madère/dachine	7	6	6	19	7	6	6	19
	20	Malanga/chou caraïbe	6	6	6	18	6	6	6	18
	21	Manioc	4	6	6	16	4	6	6	16
	22	Patate douce	7	6	6	19	7	6	6	19
VIANDES, VOLAILLES, ABATS	23	Volaille entière	7	6	6	19	7	6	6	19
	24	Volaille en morceau	6	6	6	18	6	6	6	18
	25a	Viande de bœuf et de veau (steak/steak haché)	6	6	6	18	6	6	6	18
	25b	Viande de bœuf et de veau (collier/paleron)	4	4	4	12	4	4	4	12
	26a	Abats (foie de bœuf, queue de porc)	4	4	4	12	4	4	4	12
	26b	Abats (foie de bœuf, rognon de bœuf)	4	4	4	12	4	4	4	12
	27	Œufs	8	8	8	24	8	8	8	24
ŒUFS	27a	Œufs		8	8	8		8	8	8
	27b	Œufs		8	8	8		8	8	8
	27c	Œufs		8	8	8		8	8	8
	27d	Œufs		8	8	8		8	8	8
	27e	Œufs		8	8	8		8	8	8
	27f	Œufs		8	8	8		8	8	8
	27g	Œufs		8	8	8		8	8	8
POISSONS	28	Thazard	5	8	8	21	5	8	8	21
	29	Tarpon/grandes écailles, bécune/barracuda	6	8	8	22	6	8	8	22
	30	Brochet des mers	4	8	8	20	0	6	6	12
	31	Thon, dorade, marlin	6	8	8	22	6	8	8	22
	32	poisson chirurgical	6	8	8	22	6	8	8	22
		Poisson volant/poule des mers/grondin, balaou/demi-bec, couliou	6	8	8	22	6	8	8	22
	33	Vivaneau, gorette, mérou/couronné rouge/grande gueule	6	8	8	22	6	8	8	22
	34	Poisson lion	5	8	8	21	5	8	8	21
	36	Poisson d'eau douce : tilapia/saint-pierre, mulot	6	8	8	22	0	8	8	16
CRUSTACES ET MOLLUSQUES	37	Crabe cirique	4	8	7	19	4	8	7	19
	38	Langouste (homa blanc)	6	6	6	18	6	6	6	18
	39	Crevette de mer profonde	4		4	4	4			4
	40	Crevette d'eau douce (cacador)		8	8	16		8	6	14
	41	Écrevisse (ouassou)	4	8	8	20	4	8	0	12
	42	Lambi	7	8	8	23	7	0	0	7
	43	Chatrou	6	8	8	22	6	8	2	16
	44	Palourde	6	8	8	22	6	8	8	22
	45	Burgot	4	8	8	20	4	4	4	12
			238	340	283	861	228	326	253	807

Cases grisées : pas de prélèvement à faire

Tableau 41 : Nombre d'échantillons finaux par item alimentaire et par circuit en Guadeloupe

Groupe alimentaire	n°	Item alimentaire	PLAN D'ECHANTILLONNAGE INITIAL				PLAN D'ECHANTILLONNAGE REALISE			
			Circuit formel	Circuit informel ZC	Circuit informel ZNC	TOTAL	Circuit formel	Circuit informel ZC	Circuit informel ZNC	TOTAL
FRUITS	1	Citron vert, citron jaune, lime	1	1	1	3	1	1	1	3
	2	Orange, clémentine, mandarine	1	1	1	3	1	1	1	3
	3	Banane fruit	1	1	1	3	1	1	1	3
	4	Melon, pastèque	1	1	1	3	1	1	1	3
	5	Mangue	1	1	1	3	1	1	1	3
LEGUMES ET LEGUMES RACINES	6	Tomate, aubergine, poivron	1	1	1	3	1	1	1	3
	7	Courgette	4	4	4	12	4	4	4	12
	8	Giraumon	3	3	3	9	3	3	3	9
	9	Betterave	4	4	4	12	4	4	4	12
	10	Carotte	4	4	4	12	4	4	4	12
	11	Navet	4	4	4	12	4	4	4	12
	12	Radis	2	2	2	6	2	2	2	6
	13	Concombre	2	2	2	6	2	2	2	6
	14	Salade	1	1	1	3	1	1	1	3
	15	Épinard	3	3	3	9	3	3	3	9
	16	Poireau	3	3	3	9	3	3	3	9
	17	Cive, oignons pays	3	3	3	9	3	3	3	9
TUBERCULES	18	Couscouche, igname	2	2	2	6	2	2	2	6
	19	Madère/dachine	2	2	2	6	2	2	2	6
	20	Malanga/chou caraïbe	2	2	2	6	2	2	2	6
	21	Manioc	2	2	2	6	2	2	2	6
	22	Patate douce	3	3	3	9	3	0	3	6
VIANDES, VOLAILLES ET ABATS	23	Volaille entière	2	2	2	6	2	2	2	6
	24	Volaille en morceau	4	4	4	12	4	4	4	12
	25a	Viande de bœuf et de veau (steak/steak haché)	2	2	2	6	2	0	0	2
	25b	Viande de bœuf et de veau (collier/paleron)	3	3	3	9	3	0	3	6
	26	Abats	3	3	3	9	3	0	1	4
ŒUFS	27	Œufs	4	4	4	12	4	4	4	12
	27a	Œufs		4		4		4		4
	27b	Œufs		4		4		4		4
	27c	Œufs		4		4		4		4
	27d	Œufs		4		4		4		4
	27e	Œufs		4		4		4		4
	27f	Œufs		4		4		4		4
	27g	Œufs		4		4		4		4
POISSONS	28	Thazard	4	4	4	12	4	4	4	12
	29	Tarpon/grandes écailles, bécune/barracuda	4	4	4	12	3	4	4	11
	30	Brochet des mers	4	4	4	12	0	0	4	4
	31	Thon, dorade, marlin	3	3	3	9	3	3	3	9
	32	Poisson perroquet/chat, marignan, poisson coffre, poisson chirurgical	3	3	3	9	3	3	3	9
	33	Poisson volant/poule des mers/grondin, balaou/demi-bec, coulirou	3	3	3	9	3	0	0	3
	34	Vivaneau, goquette, mérout/couronné rouge/grande gueule	2	2	2	6	2	2	2	6
	35	Poisson lion	2	2	2	6	2	2	2	6
	36	Poisson d'eau douce : tilapia/saint-pierre, mulot	3	3	3	9	3	3	3	9
CRUSTACES ET MOLLUSQUES	37	Crabe cirique	3	3	3	9	3	3	3	9
	38	Langouste (oma blan)	4	4	4	12	4	4	4	12
	39	Crevette de mer profonde	3			3	3			3
	40	Crevette d'eau douce (cacador)		3	3	6		3	3	6
	41	Écrevisse (ouassou)	3	3	3	9	3	3	3	9
	42	Lambi	3	3	3	9	3	0	0	3
	43	Chatrou	3	3	3	9	3	3	3	9
	44	Palourde	2	2	2	6	2	2	2	6
	45	Burgot	2	2	2	6	2	2	2	6
			119	147	119	385	114	126	109	349

Cases grisées : pas d'échantillons finaux à constituer

Tableau 42 : Nombre d'échantillons finaux par item alimentaire et par circuit en Martinique

Groupe alimentaire	n°	Item alimentaire	PLAN D'ECHANTILLONNAGE INITIAL				PLAN D'ECHANTILLONNAGE REALISE			
			Circuit formel	Circuit informel ZC	Circuit informel ZNC	TOTAL	Circuit formel	Circuit informel ZC	Circuit informel ZNC	TOTAL
FRUITS	1	Citron vert, citron jaune, lime	1	1	1	3	1	1	1	3
	2	Orange, clémentine, mandarine	1	1	1	3	1	1	1	3
	3	Banane fruit	1	1	1	3	1	1	1	3
	4	Melon, pastèque	1	1	1	3	1	1	1	3
	5	Mangue	1	1	1	3	1	1	1	3
LEGUMES ET LEGUMES RACINES	6	Aubergine, tomate, poivron	1	1	1	3	1	1	1	3
	7	Courgette	4	4	4	12	4	4	4	12
	8	Giraumon	2	2	2	6	2	2	2	6
	9	Betterave	4	4	4	12	4	4	4	12
	10	Carotte	4	4	4	12	4	4	4	12
	11	Navet	3	3	3	9	3	3	3	9
	12	Radis	2	2	2	6	2	2	2	6
	13	Concombre	2	2	2	6	2	2	2	6
	14	Salade	1	1	1	3	1	1	1	3
	15	Épinard	3	3	3	9	3	3	3	9
	16	Poireau	2	2	2	6	2	2	2	6
	17	Cive, oignons pays	3	3	3	9	3	3	3	9
TUBERCULES	18	Couscouche, igname	2	2	2	6	2	2	2	6
	19	Madère/dachine	2	2	2	6	2	2	2	6
	20	Malanga/chou caraïbe	3	3	3	9	3	3	3	9
	21	Manioc	2	2	2	6	2	2	2	6
VIANDES, VOLAILLES, ABATS	22	Patate douce	2	2	2	6	2	2	2	6
	23	Volaille entière	2	2	2	6	2	2	2	6
	24	Volaille en morceau	3	3	3	9	3	3	3	9
	25a	Viande de bœuf et de veau (steak/steak haché)	3	3	3	9	3	3	3	9
	25b	Viande de bœuf et de veau (collier/paleron)	3	3	3	9	3	3	3	9
	26a	Abats (foie de bœuf, queue de porc)	3	3	3	9	3	3	3	9
ŒUFS	26b	Abats (foie de bœuf, rognon de bœuf)	3	2	2	7	3	2	2	7
	27	Œufs	4	4	4	12	4	4	4	12
	27a	Œufs		4		4		4		4
	27b	Œufs		4		4		4		4
	27c	Œufs		4		4		4		4
	27d	Œufs		4		4		4		4
	27e	Œufs		4		4		4		4
	27f	Œufs		4		4		4		4
POISSONS	27g	Œufs		4		4		4		4
	28	Thazard	4	4	4	12	4	4	4	12
	29	Tarpon/grandes écailles, bécune/barracuda	3	3	3	9	3	3	3	9
	30	Brochet des mers	3	3	3	9	0	3	3	6
	31	Thon, dorade, marlin	4	4	4	12	4	4	4	12
	32	Poisson perroquet/chat, marignan, poisson coffre, poisson chirurgical	4	4	4	12	4	4	4	12
	33	Poisson volant/poule des mers/grondin, balaou/demi-bec, coulirou	3	3	3	9	3	3	3	9
	34	Vivaneau, gorette, mérou/couronné rouge/grande gueule	3	3	3	9	3	3	3	9
	35	Poisson lion	3	3	3	9	3	3	3	9
	36	Poisson d'eau douce : tilapia/saint-pierre, mulot	3	3	3	9	0	3	3	6
CRUSTACES ET MOLLUSQUES	37	Crabe cirique	4	4	4	12	3	3	3	9
	38	Langouste (homa blanc)	2	2	2	6	2	2	2	6
	39	Crevette de mer profonde	4			4	4			4
	40	Crevette d'eau douce (cacador)		4	4	8		4	4	8
	41	Écrevisse (ouassou)	3	3	3	9	3	3	0	6
	42	Lambi	3	3	3	9	3	0	0	3
	43	Chatrou	3	3	3	9	3	3	3	9
	44	Palourde	3	3	3	9	3	3	3	9
	45	Burgot	3	3	3	9	2	2	2	6
			123	150	122	395	115	145	114	374

Cases grisées : pas d'échantillons finaux à constituer

Annexe 7 : Niveaux de contamination en chlordécone dans les échantillons finaux

Tableau 43 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les denrées végétales selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe

Groupe d'aliments	Item alimentaire	Circuit Formel					Circuit Informel ZC					Circuit Informel ZNC				
		cru épluché ou lavé	cru non épluché	bouilli	vapeur	sauté	cru épluché ou lavé	cru non épluché	bouilli	vapeur	sauté	cru épluché ou lavé	cru non épluché	bouilli	vapeur	sauté
FRUITS	Citron vert, citron jaune, lime	<LOD					<LOD					<LOD				
	Orange, clémentine, mandarine	<LOD					<LOD					<LOD				
	Banane fruit	<LOD					<LOD					<LOD				
	Melon, pastèque	<LOD					<LOD					<LOD				
	Mangue	<LOD					<LOD					<LOD				
LEGUMES ET LEGUMES RACINES	Aubergine, tomate, poivron	<LOD					<LOD					<LOD				
	Courgette	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Giraumon	1,1		3,8	1,9		<LOD		<LOQ	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD	
	Betterave	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Carotte	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Navet	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOQ	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Radis	<LOD	<LOD				1,3	1,6				<LOQ	<LOQ			
	Concombre	0,79	<LOD				<LOD	0,69				<LOD	2,5			
	Salade	<LOD					<LOD					1,6				
	Epinard	<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD	
	Poireau	<LOD		<LOD	<LOD		0,7		0,48	<LOQ		1		0,84	0,7	
	Cive, oignons pays	<LOD		<LOD		<LOD	<LOQ		<LOQ		0,58	<LOD		<LOD		<LOD
TUBERCULES	Couscouche, igname	<LOD		<LOD			0,71		0,48			<LOD		<LOD		
	Madère/dachine*	2,5		11			3,7		4,8			<LOD		<LOD		
	Malanga/chou caraïbe*	0,98		1,6			<LOD		<LOD			1,3		0,7		
	Manioc	<LOD		<LOD			<LOD		9,5			<LOQ		<LOQ		
	Patate douce	<LOD		<LOD	<LOD		0,5 ¹		1,77 ¹			<LOD		<LOD	<LOD	

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

¹ : donnée imputée - case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 44 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les denrées végétales selon le circuit et le type de cuisson en Martinique

Groupe d'aliments	Item alimentaire	Circuit Formel					Circuit Informel ZC					Circuit Informel ZNC				
		cru épluché ou lavé	cru non épluché	bouilli	vapeur	sauté	cru épluché ou lavé	cru non épluché	bouilli	vapeur	sauté	cru épluché ou lavé	cru non épluché	bouilli	vapeur	sauté
FRUITS	Citron vert, citron jaune, lime	<LOD					<LOD					<LOD				
	Orange, clémentine, mandarine	<LOD					<LOD					<LOD				
	Banane fruit	<LOD					<LOD					<LOD				
	Melon, pastèque	<LOD					<LOD					<LOD				
	Mangue	<LOD					<LOD					<LOD				
LEGUMES ET LEGUMES RACINES	Aubergine, tomate, poivron	<LOD					<LOD					<LOD				
	Courgette	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		3,6	5,5	4,2	4,9		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Giraumon	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOD		<LOD		
	Betterave	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Carotte	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOQ		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Navet	<LOD	<LOD	<LOD			<LOD	<LOQ	<LOD			<LOD	<LOD	<LOD		
	Radis	<LOD	<LOD				<LOD	<LOD				<LOD	<LOD			
	Concombre	<LOQ	0,53				0,87	0,78				<LOD	0,44			
	Salade	<LOD					<LOD					<LOD				
	Epinard	<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD	
	Poireau	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOQ		<LOD		
	Cive, oignons pays	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD
TUBERCULES	Couscouche, igname	<LOD		<LOD			<LOQ		<LOQ			<LOD		<LOD		
	Madère/dachine*	0,68		1,5			<LOD		<LOQ			<LOD		0,43		
	Malanga/chou caraïbe*	<LOD	<LOD	<LOD			0,53	1,9	<LOD			<LOQ	<LOD	<LOD		
	Manioc	<LOD		<LOD			6,4		1,3			<LOD		<LOD		
	Patate douce	<LOQ		<LOQ			0,79		<LOQ			<LOD		<LOD		

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 45 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les viandes, volailles et abats selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe

Item alimentaire	Circuit Formel					Circuit Informel ZC					Circuit Informel ZNC				
	cru	sauté	mijoté	grillé	au four	cru	sauté	mijoté	grillé	au four	cru	sauté	mijoté	grillé	au four
Volaille entière	<LOD				<LOD	<LOD				<LOD	<LOD				0,3
Volaille en morceau	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		0,21	0,46	0,77	0,23		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Viande de bœuf et de veau (steak/steak haché)	<LOD	<LOD				0,23 ¹	0,44 ¹				<LOD ¹	<LOD ¹			
Viande de bœuf et de veau (collier/paleron)	<LOD	<LOD	<LOD			<LOD ¹	<LOQ ¹	0,66 ¹			<LOQ	0,19	<LOQ		
Abats	<LOD	<LOD	<LOD			<LOQ ¹	0,31 ¹	0,88 ¹			<LOD	<LOQ ¹	<LOD ¹		

¹ : donnée imputée - case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 46 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les viandes, volailles et abats selon le circuit et le type de cuisson en Martinique

Item alimentaire	Circuit Formel					Circuit Informel ZC					Circuit Informel ZNC				
	cru	sauté	mijoté	grillé	au four	cru	sauté	mijoté	grillé	au four	cru	sauté	mijoté	grillé	au four
Volaille entière	<LOD				<LOD	1,9				2,6	<LOD				<LOD
Volaille en morceau	<LOD	<LOD		<LOD		2,8	2,4		3		<LOD	<LOD		<LOD	
Viande de bœuf et de veau (steak/steak haché)	<LOD	<LOD		<LOD		3	2,3		4,1		<LOD	<LOD		<LOD	
Viande de bœuf et de veau (collier/paleron)	<LOD	<LOD	<LOD			0,67	0,71	0,35			1,1	1,6	0,86		
Abats (foie de bœuf, queue de porc)	2,7	2	1,5			1,4	1,6	0,47			0,23	0,45	<LOQ		
Abats (foie de bœuf, rognon de bœuf)	<LOD		<LOD	<LOD		<LOD			<LOD		<LOQ			<LOQ	

case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 47 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les œufs selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe

	Circuit Formel				Circuit Informel ZC				Circuit Informel ZNC			
	cru	omelette	œuf dur	œufs brouillés	cru	omelette	œuf dur	œufs brouillés	cru	omelette	œuf dur	œufs brouillés
ech. 1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	2,1	2,2	1,6	1,3	34	29	0,89	19
ech. 2					24	3	28	5,2				
ech. 3					7,6	46,9	7,3	56				
ech. 4					2	2,5	2,6	20				
ech. 5					11	49	2	36				
ech. 6					0,27	1	1,1	4,2				
ech. 7					1,4	3,6	<LOQ	6,4				
ech. 8					1,4	<LOD	<LOD	<LOD				

case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 48 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les œufs selon le circuit et le type de cuisson en Martinique

	Circuit Formel				Circuit Informel ZC				Circuit Informel ZNC			
	cru	omelette	œuf dur	œufs au plat	cru	omelette	œuf dur	œufs au plat	cru	omelette	œuf dur	œufs au plat
ech. 1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	10	10	11	14	1,4	1,3	<LOQ	2,1
ech. 2					43	34	103	29				
ech. 3					11	6,5	7,3	9,6				
ech. 4					4,1	2,8	3,5	2,2				
ech. 5					0,11	<LOD	<LOD	<LOD				
ech. 6					2,2	1,3	1,8	1,4				
ech. 7					87	62	156	23				
ech. 8					106 ²	97	132	60				

² donnée ayant fait l'objet d'une 2ème analyse car dépasse le domaine de validité du laboratoire - case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 49 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les poissons selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe

	Circuit Formel				Circuit Informel ZC				Circuit Informel ZNC			
	cru	court bouillon	grillé	frit	cru	court bouillon	grillé	frit	cru	court bouillon	grillé	frit
Thazard	<LOQ	<LOQ	0,49	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOQ	<LOD	<LOD	<LOQ
Tarpon/grandes écailles*, bécune/barracuda*	24	14	9,6		358 ²	232 ²	279 ²	318 ²	320 ²	348 ²	331 ²	177 ²
Brochet des mers**									22	19	17	19
Thon, dorade, marlin	<LOD	<LOD		<LOD	0,69	<LOQ		<LOQ	<LOD	<LOQ		<LOQ
Poisson perroquet/chat*, marignan, poisson coffre, poisson chirurgien	<LOD	<LOD		<LOD	7,3	7,2		28	<LOD	<LOQ		<LOQ
Poisson volant/poule des mers/grondin*, balaou/demi-bec*, coulirou	<LOQ	<LOQ		<LOQ	0,91 ¹	1,82 ¹		83,84 ¹	23,6 ¹	6,8 ¹		11 ¹
Vivaneau, gorette, mérrou/courronné rouge/grande gueule*	1,5	0,46			9,7	5			33	33		
Poisson lion**	28	<LOQ			12	18			0,86	13		
Poisson d'eau douce : tilapia/saint Pierre, mullet	1,4	1,4		1,8	5,3	70		31	596 ²	13		16

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment - ** poisson avec données de contamination, mais non pris en compte dans les calculs d'exposition

¹ : donnée imputée - ² : donnée ayant fait l'objet d'une 2ème analyse car dépasse le domaine de validité du laboratoire - case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 50 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les poissons selon le circuit et le type de cuisson en Martinique

	Circuit Formel				Circuit Informel ZC				Circuit Informel ZNC			
	cru	court bouillon	grillé	frit	cru	court bouillon	grillé	frit	cru	court bouillon	grillé	frit
Thazard	2,1	1,6	1,7	1,5	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	7	11	12	9,7
Tarpon/grandes écailles*, bécune/barracuda*	2,8	4,9	2,5		7,5	8,4	7,1		5,1	6	7,5	
Brochet des mers**					5,8	78	45		20	103	72	
Thon, dorade, marlin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOD
Poisson perroquet/chat*, marignan, poisson coffre, poisson chirurgien	<LOD	<LOD	<LOD	<LOQ	2,4	1,2	5,1	3,1	<LOQ	0,47	0,45	0,75
Poisson volant/poule des mers/grondin*, balaou/demi-bec*, coulirou	1,7	1,5		2,1	1,1	0,96		1,2	0,55	0,51		1
Vivaneau, gorette, mérrou/courronné rouge/grande gueule*	<LOD	<LOD	<LOD		3,9	5,9	4,6		4,5	6,9	12	
Poisson lion**	0,82	1,9	3,6		0,98	5,4	9		1	1,1	0,97	
Poisson d'eau douce : tilapia/saint Pierre, mullet	<LOD ¹	0,76 ¹		16,45 ¹	445 ²	150		344 ²	5,1	5,2		5,1

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment - ** poisson avec données de contamination, mais non pris en compte dans les calculs d'exposition

¹ : donnée imputée - ² : donnée ayant fait l'objet d'une 2ème analyse car dépasse le domaine de validité du laboratoire - case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 51 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les crustacés et mollusques selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe

	Circuit Formel				Circuit Informel ZC				Circuit Informel ZNC			
	cru	court bouillon	sauté	grillé	cru	court bouillon	sauté	grillé	cru	court bouillon	sauté	grillé
Crabe cirique	<LOD ²	<LOD ²	<LOD ²		13 ²	3,2 ²	6,2 ²		6,4 ²	<LOQ ²	<LOQ ²	
Langouste (oma blanc*)	<LOQ	14	23	74	151	5,7	1,2	10	1,2	2,4	1,5	<LOQ
Crevette de mer profonde	<LOD	<LOD	<LOD									
Crevette d'eau douce (cacador*)					99	32	49		9,8	17	11	
Écrevisse (ouassou*)	<LOQ	<LOQ	<LOD		63	21	38		15	18	22	
Lambi	<LOD	<LOD	<LOD		13,3 ¹	19,9 ¹	13 ¹		12,4 ¹	25,43 ¹	<LOD ¹	
Chatrou	<LOD	<LOD	<LOD		6	24	13		<LOD	<LOD	<LOD	
Palourde	30	29			22	34			37	76		
Burgot	7,3	11			12	1,8			<LOD	<LOQ		

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

¹ : donnée imputée - ² : donnée indicative - case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 52 : Niveaux de contamination en chlordécone (µg/kg PF) dans les crustacés et mollusques selon le circuit et le type de cuisson en Martinique

	Circuit Formel				Circuit Informel ZC				Circuit Informel ZNC			
	cru	court bouillon	sauté	grillé	cru	court bouillon	sauté	grillé	cru	court bouillon	sauté	grillé
Crabe cirique	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		1,7	1	<LOQ	
Langouste (oma blanc*)	0,98			1,2	30			84	3			7,7
Crevette de mer profonde	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,63								
Crevette d'eau douce (cacador*)					980 ²	637 ²	1088 ²	997 ²	2,1	3,1	3	3,5
Écrevisse (ouassou*)	1,1	1	1,8		583 ²	479 ²	903 ²		2,2 ¹	0,77 ¹	8,8 ¹	
Lambi	<LOD		<LOD	<LOD	1,36 ¹		2,5 ¹	2,15 ¹	<LOQ ¹		0,6 ¹	0,83 ¹
Chatrou	<LOD		<LOD	<LOD	2,5		2,5	2,5	0,57		0,6	0,79
Palourde	<LOD	<LOD		<LOD	1,1	1,7		1,8	0,63	0,87		0,87
Burgot	<LOD	<LOD			0,49	0,54			<LOD	<LOD		

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

¹ : donnée imputée - ² : donnée ayant fait l'objet d'une 2ème analyse car dépasse le domaine de validité du laboratoire - case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Annexe 8 : Résultats des tests statistiques de l'effet région et l'effet circuit réalisés sur les niveaux de contamination en chlordécone par groupe d'aliments

La méthode des tests réalisés est décrite au paragraphe 2.5.2.1.

Tableau 53 : Résultats des tests de l'« effet région » sur les niveaux de contamination en chlordécone, par groupe d'aliments

Groupe d'aliments	Test de Wilcoxon		Test de GLM	
	N	p-value	N	p-value
Fruits	0	NA	30	NA
Légumes et légumes racines	25	0,367	195	0,090
Tubercules	18	0,127	63	0,490
Viandes, volailles et abats	9	0,039**	79	0,004**
Œufs	26	0,143	80	0,320
Poissons	54	0,333	153	0,303
Crustacés et mollusques	45	0,089	123	0,140

N : effectif, L'effectif du test Wilcoxon correspond au nombre de couples région dont les données ne sont pas censurées de la même manière (les deux <LOD ou <LOQ), L'effectif des tests GLM correspond à l'ensemble des données unitaires censurées ou non censurées

** $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$*

L'hypothèse MB de traitement de la censure est appliquée aux données censurées retenues lors des tests

NA : non applicable car toutes les données censurées ou test incapable de faire converger les données (valable pour test GLM)

Tableau 54 : Résultats des tests de l'« effet circuit » sur les niveaux de contamination en chlordécone, par groupe d'aliments et par région

Groupe d'aliments	Circuits	GUADELOUPE				MARTINIQUE			
		Test de Wilcoxon		Test de GLM		Test de Wilcoxon		Test de GLM	
		N	p-value	N	p-value	N	p-value	N	p-value
Fruits	Formel vs Informel ZC	0	NA	10	NA	0	NA	10	NA
	Formel vs Informel ZNC	0	NA	10	NA	0	NA	10	NA
	Informel ZNC vs Informel ZC	0	NA	10	NA	0	NA	10	NA
Légumes et légumes racines	Formel vs Informel ZC	14	0,615	68	0,146	8	0,014*	62	0,032*
	Formel vs Informel ZNC	11	0,894	68	0,444	3	0,990	62	0,988
	Informel ZNC vs Informel ZC	12	0,194	68	0,450	9	0,024*	62	0,031*
Tubercules	Formel vs Informel ZC	7	0,938	19	0,282	9	0,155	22	0,031*
	Formel vs Informel ZNC	6	0,674	22	0,510	5	0,272	22	0,248
	Informel ZNC vs Informel ZC	8	0,250	19	0,092	9	0,013*	22	0,003**
Viandes, volailles et abats	Formel vs Informel ZC	4	0,125	20	0,000***	14	0,004**	33	0,000***
	Formel vs Informel ZNC	4	0,096	24	NA	8	0,441	33	0,180
	Informel ZNC vs Informel ZC	5	0,313	16	0,083	16	0,009**	32	0,001**
Œufs	Formel vs Informel ZC	4	0,027*	36	0,000***	4	0,026*	36	0,997
	Formel vs Informel ZNC	4	0,143	8	NA	4	0,125	8	0,998
	Informel ZNC vs Informel ZC	4	0,250	36	0,149	4	0,125	36	0,075
Poissons	Formel vs Informel ZC	19	0,002**	45	0,006**	20	0,012*	54	0,007**
	Formel vs Informel ZNC	17	0,013*	48	0,008**	22	0,003*	54	0,004**
	Informel ZNC vs Informel ZC	17	0,394	47	0,851	28	0,759	60	0,848
Crustacés et mollusques	Formel vs Informel ZC	17	0,017*	43	0,000***	13	0,002**	43	0,000***
	Formel vs Informel ZNC	14	0,802	43	0,024*	11	0,004**	40	0,004**
	Informel ZNC vs Informel ZC	20	0,000***	40	0,007**	17	0,027*	37	0,006**

N : effectif. L'effectif du test Wilcoxon correspond au nombre de couples région/circuit dont les données ne sont pas censurées de la même manière (les deux <LOD ou <LOQ).

L'effectif des tests GLM correspond à l'ensemble des données unitaires censurées ou non censurées

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

L'hypothèse MB de traitement de la censure est appliquée aux données censurées retenues lors des tests

NA : non applicable car toutes les données censurées ou test incapable de faire converger les données (valable pour test GLM)

Annexe 9 : Niveaux de contamination en chlordécol dans les échantillons finaux

Tableau 55 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les denrées végétales selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe

Groupe d'aliments	Item alimentaire	Circuit Formel					Circuit Informel ZC					Circuit Informel ZNC				
		cru épluché ou lavé	cru non épluché	bouilli	vapeur	sauté	cru épluché ou lavé	cru non épluché	bouilli	vapeur	sauté	cru épluché ou lavé	cru non épluché	bouilli	vapeur	sauté
FRUITS	Citron vert, citron jaune, lime	<LOD					<LOD					<LOD				
	Orange, clémentine, mandarine	<LOD					<LOD					<LOD				
	Banane fruit	<LOD					<LOD					<LOD				
	Melon, pastèque	<LOD					<LOD					<LOD				
	Mangue	<LOD					<LOD					<LOD				
LEGUMES ET LEGUMES RACINES	Tomate, aubergine, poivron	<LOD					<LOD					<LOD				
	Courgette	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Giraumon	<LOQ		1,9	<LOQ		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD	
	Betterave	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Carotte	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Navet	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Radis	<LOD	<LOD				<LOD	<LOD				<LOD	<LOD			
	Concombre	<LOD	<LOD				<LOD	<LOD				<LOD	<LOQ			
	Salade	<LOD					<LOD					<LOD				
	Epinard	<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD	
	Poireau	<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD	
	Cive, oignons pays	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD
TUBERCULES	Couscouche, igname	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOD		<LOD		
	Madère/dachine*	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOD		<LOD		
	Malanga/chou caraïbe*	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOD		<LOD		
	Manioc	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOD		<LOD		
	Patate douce	<LOD		<LOD	<LOD		<LOD ¹		<LOD ¹	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD	

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

¹ : donnée imputée - case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 56 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les denrées végétales selon le circuit et le type de cuisson en Martinique

Groupe d'aliments	Item alimentaire	Circuit Formel					Circuit Informel ZC					Circuit Informel ZNC				
		cru épluché ou lavé	cru non épluché	bouilli	vapeur	sauté	cru épluché ou lavé	cru non épluché	bouilli	vapeur	sauté	cru épluché ou lavé	cru non épluché	bouilli	vapeur	sauté
FRUITS	Citron vert, citron jaune, lime	<LOD					<LOD					<LOD				
	Orange, clémentine, mandarine	<LOD					<LOD					<LOD				
	Banane fruit	<LOD					<LOD					<LOD				
	Melon, pastèque	<LOD					<LOD					<LOD				
	Mangue	<LOD					<LOD					<LOD				
LEGUMES ET LEGUMES RACINES	Tomate, aubergine, poivron	<LOD					<LOD					<LOD				
	Courgette	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Giraumon	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOD		<LOD		
	Betterave	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Carotte	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Navet	<LOD	<LOD	<LOD			<LOD	<LOD	<LOD			<LOD	<LOD	<LOD		
	Radis	<LOD	<LOD				<LOD	<LOD				<LOD	<LOD			
	Concombre	<LOD	<LOD				<LOD	<LOD				<LOD	<LOD			
	Salade	<LOD					<LOD					<LOD				
	Epinard	<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD	
	Poireau	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOD		<LOD		
	Cive, oignons pays	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD
TUBERCULES	Couscouche, igname	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOD		<LOD		
	Madère/dachine*	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOD		<LOD		
	Malanga/chou caraïbe*	<LOD	<LOD	<LOD			<LOD	<LOD	<LOD			<LOD	<LOD	<LOD		
	Manioc	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOD		<LOD		
	Patate douce	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOD		<LOD		

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 57 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les viandes, volailles et abats selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe

	Item alimentaire	Circuit Formel					Circuit Informel ZC					Circuit Informel ZNC				
		cru	sauté	mijoté	grillé	au four	cru	sauté	mijoté	grillé	au four	cru	sauté	mijoté	grillé	au four
23	Volaille entière	<LOD				<LOD	<LOD				<LOD	<LOD				<LOD
24	Volaille en morceau	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
25a	Viande de bœuf et de veau (steak/steak haché)	<LOD	<LOD				<LOD ¹	<LOD ¹				<LOD ¹	<LOD ¹			
25b	Viande de bœuf et de veau (collier/paleron)	<LOD	<LOD	<LOD			<LOD ¹	<LOD ¹	<LOD ¹			<LOD	<LOD	<LOD		
26	Abats	<LOD	<LOD	<LOD			<LOD ¹	<LOD ¹	<LOD ¹			<LOD	<LOD ¹	<LOD ¹		

¹ : donnée imputée - case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 58 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les viandes, volailles et abats selon le circuit et le type de cuisson en Martinique

	Item alimentaire	Circuit Formel					Circuit Informel ZC					Circuit Informel ZNC				
		cru	sauté	mijoté	grillé	au four	cru	sauté	mijoté	grillé	au four	cru	sauté	mijoté	grillé	au four
23	Volaille entière	<LOD				<LOD	<LOD				<LOD	<LOD				<LOD
24	Volaille en morceau	<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD	
25a	Viande de bœuf et de veau (steak/steak haché)	<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD		<LOD	<LOD		<LOD	
25b	Viande de bœuf et de veau (collier/paleron)	<LOD	<LOD	<LOD			<LOD	<LOD	<LOD			<LOD	<LOD	<LOD		
26a	Abats (foie de bœuf, queue de porc)	<LOD	<LOD	<LOD			<LOD	<LOD	<LOD			<LOD	<LOD	<LOD		
26b	Abats (foie de bœuf, rognon de bœuf)	<LOD		<LOD	<LOD		<LOD			<LOD		<LOD			<LOD	

case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 59 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les œufs selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe

	Circuit Formel				Circuit Informel ZC				Circuit Informel ZNC			
	cru	omelette	œuf dur	œufs brouillés	cru	omelette	œuf dur	œufs brouillés	cru	omelette	œuf dur	œufs brouillés
ech. 1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
ech. 2					<LOD	<LOD	<LOD	<LOD				
ech. 3					<LOD	<LOD	<LOD	<LOD				
ech. 4					<LOD	<LOD	<LOD	<LOD				
ech. 5					<LOD	<LOD	<LOD	<LOD				
ech. 6					<LOD	<LOD	<LOD	<LOD				
ech. 7					<LOD	<LOD	<LOD	<LOD				
ech. 8					<LOD	<LOD	<LOD	<LOD				

case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 60 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les œufs selon le circuit et le type de cuisson en Martinique

	Circuit Formel				Circuit Informel ZC				Circuit Informel ZNC			
	cru	omelette	œuf dur	œufs au plat	cru	omelette	œuf dur	œufs au plat	cru	omelette	œuf dur	œufs au plat
ech. 1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
ech. 2					<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOD				
ech. 3					<LOD	<LOD	<LOD	<LOD				
ech. 4					<LOD	<LOD	<LOD	<LOD				
ech. 5					<LOD	<LOD	<LOD	<LOD				
ech. 6					<LOD	<LOD	<LOD	<LOD				
ech. 7					<LOQ	<LOD	<LOD	<LOD				
ech. 8					0,44	<LOQ	<LOD	<LOD				

case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 61 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les poissons selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe

	Circuit Formel				Circuit Informel ZC				Circuit Informel ZNC			
	cru	court bouillon	grillé	frit	cru	court bouillon	grillé	frit	cru	court bouillon	grillé	frit
Thazard	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tarpon/grandes écailles*, bécune/barracuda*	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD ¹	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Brochet des mers**												
Thon, dorade, marlin	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD
Poisson perroquet/chat*, marignan, poisson coffre, poisson chirurgien	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOQ	<LOD	<LOD		<LOD
Poisson volant/poule des mers/grondin*, balaou/demi-bec*, coulirou	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD ¹	<LOD ¹		<LOD ¹	<LOD ¹	<LOD ¹		<LOD ¹
Vivaneau, goquette, mérout/courronné rouge/grande gueule*	<LOD	<LOD			<LOD	<LOD			<LOD	<LOD		
Poisson lion**	<LOD	<LOD			<LOD	<LOD			<LOD	<LOD		
Poisson d'eau douce : tilapia/saint Pierre, mulot	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment - ** poisson avec données de contamination, mais non pris en compte dans les calculs d'exposition

¹ : donnée imputée - case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 62 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les poissons selon le circuit et le type de cuisson en Martinique

	Circuit Formel				Circuit Informel ZC				Circuit Informel ZNC			
	cru	court bouillon	grillé	frit	cru	court bouillon	grillé	frit	cru	court bouillon	grillé	frit
Thazard	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tarpon/grandes écailles*, bécune/barracuda*	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	
Brochet des mers**												
Thon, dorade, marlin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Poisson perroquet/chat*, marignan, poisson coffre, poisson chirurgien	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Poisson volant/poule des mers/grondin*, balaou/demi-bec*, coulirou	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD
Vivaneau, goquette, mérout/courronné rouge/grande gueule*	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	
Poisson lion**	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	
Poisson d'eau douce : tilapia/saint Pierre, mulot	<LOD ¹	<LOD ¹		<LOD ¹	<LOD	<LOD		1,0	<LOD	<LOD		<LOD

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment - ** poisson avec données de contamination, mais non pris en compte dans les calculs d'exposition

¹ : donnée imputée - cases grisées : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 63: Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les crustacés et mollusques selon le circuit et le type de cuisson en Guadeloupe

	Circuit Formel				Circuit Informel ZC				Circuit Informel ZNC			
	cru	court bouillon	sauté	grillé	cru	court bouillon	sauté	grillé	cru	court bouillon	sauté	grillé
Crabe cirique	<LOD**	<LOD**	<LOD**		<LOD**	<LOD**	<LOQ**		<LOQ**	<LOD**	<LOD**	
Langouste (oma blanc*)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Crevette de mer profonde	<LOD	<LOD	<LOD									
Crevette d'eau douce (cacador*)					<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	
Écrevisse (ouassou*)	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	
Lambi	<LOD	<LOD	<LOD		1,28 ¹	2,02 ¹	0,22 ¹		2,8 ¹	5,1 ¹	<LOD ¹	
Chatrou	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	0,88	<LOQ		<LOD	<LOD	<LOD	
Palourde	5,8	7,1			3,7	5,1			6,7	15		
Burgot	<LOD	<LOD			<LOD	<LOD			<LOD	<LOD		

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

¹ : donnée imputée -case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Tableau 64 : Niveaux de contamination en chlordécol (µg/kg PF) dans les crustacés et mollusques selon le circuit et le type de cuisson en Martinique

	Circuit Formel				Circuit Informel ZC				Circuit Informel ZNC			
	cru	court bouillon	sauté	grillé	cru	court bouillon	sauté	grillé	cru	court bouillon	sauté	grillé
Crabe cirique	<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	
Langouste (oma blanc*)	<LOD			<LOD	<LOD			<LOD	<LOD			<LOD
Crevette de mer profonde	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD								
Crevette d'eau douce (cacador*)					73	30	66	81	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Écrevisse (ouassou*)	<LOD	<LOD	<LOD		97	38	61		<LOD ¹	<LOD ¹	<LOD ¹	
Lambi	<LOD		<LOD	<LOD	0,12 ¹		<LOD ¹	<LOD ¹	<LOD ¹		<LOD ¹	<LOD ¹
Chatrou	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD		<LOD	<LOD
Palourde	<LOD	<LOD		<LOD	<LOQ	<LOQ		<LOQ	<LOD	<LOQ		<LOD
Burgot	<LOD	<LOD			<LOD	<LOD			<LOD	<LOD		

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

¹ : donnée imputée -case grisée : pas d'échantillon à analyser - <LOD : inférieur à la limite de détection - <LOQ : supérieur à la limite de détection, mais inférieur à la limite de quantification

Annexe 10 : Résultats des tests statistiques de l'effet région réalisés sur les niveaux de contamination en chlordécol par groupe d'aliments

La méthode des tests réalisés est décrite au paragraphe 2.5.2.1.

Tableau 65 : Résultats des tests de l'« effet région » sur les niveaux de contamination en chlordécol, par groupe d'aliments

Groupe d'aliments	Test de Wilcoxon		Test de GLM	
	N	p-value	N	p-value
Fruits	0	NA	30	NA
Légumes et légumes racines	3	0,500	195	1,000
Tubercules	0	NA	63	NA
Viandes, volailles et abats	0	NA	79	NA
Œufs	2	0,500	80	1,000
Poissons	2	1,000	153	0,959
Crustacés et mollusques	16	0,437	123	0,380

N : effectif. L'effectif du test Wilcoxon correspond au nombre de couples région dont les données ne sont pas censurées de la même manière (les deux <LOD ou <LOQ). L'effectif des tests GLM correspond à l'ensemble des données unitaires censurées ou non censurées

L'hypothèse MB de traitement de la censure est appliquée aux données censurées retenues lors des tests

NA : non applicable car toutes les données censurées ou test incapable de faire converger les données (valable pour test GLM)

Annexe 11 : Résultats des tests statistiques réalisés sur l'effet de l'approvisionnement en circuit formel ou informel sur l'exposition

Tableau 66 : Résultats détaillés des tests statistiques GLM et Spearman sur l'effet du Circuit Formel sur l'exposition chez les enfants et les adultes en Guadeloupe

	Modèle testé	Coefficient et p-value	Tous groupes d'aliments confondus	Fruits	Légumes lég. Racine	Tubercules	Viande, volailles et abats	Œufs	Poissons	Crustacés et mollusques
ENFANTS	Test paramétrique : GLM	Intercept	-3,47	N/A	-3,98		-3,65	-3,73	3,89	
		coeff de régression (SE)	-1,61 (0,26)	N/A	-0,35 (0,18)	+	-0,98 (0,17)	-0,95 (0,16)	-0,88 (0,21)	+
		p-value	0,000***	N/A	0,049*	ns	0,000***	0,000***	0,000***	ns
	Test non paramétrique : Spearman	coeff de corrélation	-0,35	N/A	-0,132	+	-0,36	-0,35	-0,25	-
		p-value	0,000***	N/A	0,034*	ns	0,000***	0,000***	0,000***	ns
ADULTES	Test paramétrique : GLM	Intercept	-3,84	N/A			-3,94	-3,97	-3,84	-4,04
		coeff de régression (SE)	-0,64 (0,12)	N/A	-	+	-0,35 (0,08)	-0,31 (0,08)	-0,77 (0,09)	-0,28 (0,14)
		p-value	0,000***	N/A	ns	ns	0,000***	0,000***	0,000***	0,043*
	Test non paramétrique : Spearman	coeff de corrélation	-0,17	N/A	-	+	-0,15	-0,12	-0,29	-
		p-value	0,000***	N/A	ns	ns	0,000***	0,000***	0,000***	ns

N/A : tests non appliqués car toutes les valeurs de contamination sont inférieures à la limite de détection (LOD)

cases hachurées : pas d'information sur l'intercept car effet non significatif

- : effet négatif non significatif sur l'exposition

ns : non significatif ; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Tableau 67 : Résultats détaillés des tests statistiques GLM et Spearman sur l'effet du Circuit Formel sur l'exposition chez les enfants et les adultes en Martinique

	Modèle testé	Coefficient et p-value	Tous groupes d'aliments confondus	Fruits	Légumes lég. Racine	Tubercules	Viande, volailles et abats	Œufs	Poissons	Crustacés et mollusques
ENFANTS	Test paramétrique : GLM	Intercept	-3,73	N/A	-4,89		-4,24	-4,69	-4,99	-5,47
		coeff de régression (SE)	-2,55 (0,37)	N/A	-0,81 (0,26)	-	-1,50 (0,27)	-1,01 (0,24)	-0,81 (0,23)	-
		p-value	0,000***	N/A	0,002 *	ns	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***	ns
	Test non paramétrique : Spearman	coeff de corrélation	-0,42	N/A	-0,19	-0,27	-0,37	-0,38	-0,40	-0,40
		p-value	0,000***	N/A	0,007**	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***
ADULTES	Test paramétrique : GLM	Intercept	-3,43	N/A	-4,63	-5,05	-4,64	-4,76	-4,64	-4,89
		coeff de régression (SE)	-2,62 (0,20)	N/A	-0,86 (0,14)	-0,37 (0,12)	-0,75 (0,15)	-0,63 (0,13)	-1,03 (0,11)	-0,54 (0,11)
		p-value	0,000***	N/A	0,000 ***	0,002 **	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***
	Test non paramétrique : Spearman	coeff de corrélation	-0,42	N/A	-0,23	-0,13	-0,22	-0,20	-0,35	-0,29
		p-value	0,000***	N/A	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***

N/A : tests non appliqués car toutes les valeurs de contamination sont inférieures à la limite de détection (LOD)

cases hachurées : pas d'information sur l'intercept car effet non significatif

- : effet négatif non significatif sur l'exposition

ns : non significatif ; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Annexe 12 : Résultats des tests statistiques réalisés sur l'effet de l'approvisionnement en circuit informel zone contaminée par rapport au circuit informel zone non contaminée sur l'exposition

Tableau 68 : Résultats détaillés du test statistique GLM sur l'effet du Circuit Informel Zone Contaminé par rapport au Circuit Informel Zone Non Contaminée sur l'exposition en Guadeloupe

	Modèle testé	Coefficient	Tous groupes d'aliments confondus	Fruits	Légumes lég. Racine	Tubercules	Viande, volailles et abats	Œufs	Poissons	Crustacés et mollusques
ENFANTS	Test paramétrique : GLM	Intercept		N/A						
		coeff de régression (SE)	+	N/A	-	+	-	+	-	+
		p-value	ns	N/A	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ADULTES	Test paramétrique : GLM	Intercept		N/A						
		coeff de régression (SE)	+	N/A	+	+	+	-	+	+
		p-value	ns	N/A	ns	ns	ns	ns	ns	ns

N/A : tests non appliqués car toutes les valeurs de contamination sont inférieures à la limite de détection (LOD)

cases hachurées : pas d'information sur l'intercept car effet non significatif

- : effet négatif non significatif sur l'exposition

+: effet positif non significatif sur l'exposition

ns : non significatif

Tableau 69 : Résultats détaillés du test statistique GLM sur l'effet du Circuit Informel Zone Contaminé par rapport au Circuit Informel Zone Non Contaminée sur l'exposition en Martinique

	Modèle testé	Coefficient	Tous groupes d'aliments confondus	Fruits	Légumes lég. Racine	Tubercules	Viande, volailles et abats	Œufs	Poissons	Crustacés et mollusques
Enfants	Test paramétrique : GLM	Intercept	-6,21	N/A	-5,70	-5,80	-5,42	-5,96		-5,72
		coeff de régression (SE)	1,62 (0,29)	N/A	0,56 (0,24)	0,59 (0,15)	0,38 (0,15)	1,26 (0,21)	+	1,93 (0,39)
		p-value	0,000***	N/A	0,021 *	0,000*	0,000 ***	0,000 ***	ns	0,000 ***
Adultes	Test paramétrique : GLM	Intercept	-6,05	N/A			-5,42	-5,42		-5,74
		coeff de régression (SE)	0,55 (0,17)	N/A	+	+	0,37 (0,15)	0,34 (0,12)	+	1,46 (0,16)
		p-value	0,001***	N/A	ns	ns	0,025*	0,006**	ns	0,000 ***

N/A : tests non appliqués car toutes les valeurs de contamination sont inférieures à la limite de détection (LOD)

cases hachurées : pas d'information sur l'intercept car effet non significatif

- : effet négatif non significatif sur l'exposition

+ : effet positif non significatif sur l'exposition

ns : non significatif ; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Annexe 13 : Contribution des aliments à l'exposition totale pour les enfants et les adultes en Guadeloupe et Martinique

Tableau 70 : Contribution des aliments à l'exposition pour les enfants en Guadeloupe

Groupe d'aliments	Aliments	Ensemble population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
Poissons marins	Vivaneau, gorette, mérou/courronné rouge/grande gueule*	31,5 [23,5 - 40,0]	33,4 [24,3 - 42,8]	35,5 [24,1 - 47,4]	35,9 [19,92 - 53,8]
	Poisson volant/poule des mers/grondin*, balaou/demi-bec*, coulirou	16,6 [9,9 - 26,1]	17,9 [10,5 - 28,7]	20,3 [10,7 - 33,5]	23,8 [8,4 - 42,8]
	Poisson perroquet/chat*, marignan, poisson coffre, poisson chirurgien	5,5 [3,2 - 8,9]	5,8 [3,2 - 9,7]	5,7 [2,6 - 10,9]	4,9 [1,4 - 12,0]
	Thon, dorade, marlin	0,26 [0,20 - 0,34]	0,20 [0,14 - 0,28]	0,17 [0,11 - 0,24]	0,13 [0,07 - 0,23]
	Thazard	0,09 [0,05 - 0,14]	0,07 [0,04 - 0,12]	0,08 [0,04 - 0,14]	0,09 [0,03 - 0,20]
Œufs	Œuf	23,2 [17,9 - 30,8]	23,6 [17,6 - 32,1]	22,3 [14,9 - 33,2]	21,9 [11,2 - 38,7]
Crustacés d'eau douce	Crevettes**	3,4 [2,3 - 5,1]	2,9 [1,8 - 4,7]	2,5 [1,2 - 4,7]	2,2 [0,6 - 4,8]
	Ecrevisse (ouassou*)	3,3 [2,2 - 4,8]	3,0 [1,8 - 4,7]	2,8 [1,4 - 4,7]	2,6 [0,6 - 5,5]
Tubercules	Madère/dachine*	4,0 [3,12 - 5,07]	3,5 [2,58 - 4,67]	2,8 [1,75 - 4,22]	2,2 [0,67 - 4,09]
	Malanga/chou caraïbe*	0,43 [0,31 - 0,62]	0,40 [0,25 - 0,60]	0,44 [0,27 - 0,70]	0,46 [0,09 - 0,97]
	Patate douce	0,30 [0,21 - 0,45]	0,24 [0,15 - 0,41]	0,15 [0,08 - 0,30]	0,10 [0,04 - 0,22]
	Manioc	0,20 [0,11 - 0,34]	0,19 [0,10 - 0,35]	0,12 [0,01 - 0,33]	0,04 [0,0 - 0,3]
	Igname	0,20 [0,15 - 0,26]	0,16 [0,11 - 0,23]	0,12 [0,06 - 0,21]	0,08 [0,03 - 0,19]
	Couscouche	0,01 [0,01 - 0,02]	0,01 [0 - 0,01]	0,01 [0 - 0,01]	0,0 [0 - 0,01]
Crustacés et mollusques marins	Palourde, burgot	1,5 [1,01 - 2,28]	1,4 [0,85 - 2,33]	1,2 [0,58 - 2,26]	0,9 [0,34 - 2,07]
	Lambi	0,83 [0,44 - 1,5]	0,72 [0,31 - 1,5]	0,56 [0,17 - 1,46]	0,28 [0,09 - 0,83]
	Langouste (oma blan*)	0,64 [0,27 - 1,45]	0,60 [0,2 - 1,55]	0,58 [0,11 - 1,8]	0,71 [0,07 - 2,66]
	Chatrou	0,48 [0,21 - 0,94]	0,39 [0,14 - 0,83]	0,33 [0,1 - 0,78]	0,26 [0,05 - 0,71]

Groupe d'aliments	Aliments	Ensemble population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
	Crabes cirriques	0,03 [0,01 - 0,05]	0,02 [0,01 - 0,05]	0,02 [0 - 0,05]	0,01 [0 - 0,03]
Légumes et légumes racines	Giraumon	1,44 [1,08 - 1,91]	1,18 [0,77 - 1,65]	1,03 [0,57 - 1,63]	0,88 [0,27 - 1,64]
	Concombre	0,82 [0,64 - 1,02]	0,58 [0,42 - 0,77]	0,45 [0,27 - 0,67]	0,3 [0,12 - 0,54]
	Salades, épinards	0,48 [0,35 - 0,64]	0,31 [0,2 - 0,45]	0,21 [0,12 - 0,36]	0,17 [0,07 - 0,35]
	Aubergine, tomate, poivron	0,15 [0,12 - 0,19]	0,09 [0,07 - 0,13]	0,08 [0,05 - 0,12]	0,07 [0,04 - 0,13]
	Betterave, carotte, navet, radis	0,1 [0,08 - 0,12]	0,06 [0,05 - 0,08]	0,05 [0,03 - 0,07]	0,03 [0,01 - 0,05]
	Poireaux, cives/oignon pays*	0,09 [0,07 - 0,13]	0,08 [0,05 - 0,11]	0,05 [0,03 - 0,09]	0,03 [0,01 - 0,08]
	Courgette	0,03 [0,02 - 0,05]	0,03 [0,02 - 0,04]	0,02 [0,01 - 0,04]	0,01 [0 - 0,03]
Eaux	Eau du robinet	1,56 [1,31 - 1,8]	0,87 [0,71 - 1,05]	0,53 [0,41 - 0,67]	0,34 [0,23 - 0,47]
	Eau bouteille locale	0,34 [0,29 - 0,39]	0,21 [0,17 - 0,25]	0,14 [0,11 - 0,19]	0,1 [0,06 - 0,14]
	Eau de bord de route	0,15 [0,13 - 0,17]	0,1 [0,02 - 0,16]	0,04 [0,01 - 0,16]	0,02 [0 - 0,09]
Fruits	Banane fruit	0,28 [0,22 - 0,35]	0,18 [0,13 - 0,24]	0,15 [0,1 - 0,22]	0,14 [0,08 - 0,25]
	Agrumes (citron vert/jaune, lime, orange, clémentine, mandarine)	0,26 [0,2 - 0,33]	0,2 [0,15 - 0,27]	0,18 [0,12 - 0,26]	0,17 [0,09 - 0,29]
	Melon, pastèque	0,2 [0,15 - 0,26]	0,15 [0,11 - 0,21]	0,14 [0,09 - 0,21]	0,15 [0,08 - 0,27]
	Mangue	0,16 [0,13 - 0,21]	0,11 [0,08 - 0,15]	0,09 [0,05 - 0,13]	0,07 [0,03 - 0,12]
Poissons d'eau douce	Poisson d'eau douce : tilapia/saint Pierre, mulot	0,6 [0,1 - 1,9]	0,6 [0,1 - 2,1]	0,5 [0,0 - 2,6]	0,2 [0,0 - 1,7]
Viandes, volailles et abats	Volailles	0,23 [0,16 - 0,33]	0,17 [0,11 - 0,26]	0,09 [0,04 - 0,17]	0,05 [0,02 - 0,12]
	Viande de bœuf et de veau	0,21 [0,15 - 0,29]	0,14 [0,1 - 0,21]	0,09 [0,05 - 0,16]	0,06 [0,02 - 0,12]
	Abats	0,03 [0,01 - 0,06]	0,02 [0,01 - 0,06]	0,01 [0 - 0,04]	0,01 [0 - 0,03]

Contribution entre 5% et 10%

Contribution entre 10 et 20%

Contribution entre 20 et 40%

Contribution supérieure à 40%

Groupe d'aliments	Aliments	Ensemble population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
-------------------	----------	---------------------	----------------------	----------------------	----------------------

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

** contribution des crevettes d'eau douce (issues du circuit informel uniquement), augmentée par celle, très minoritaire, des crevettes de mer profonde provenant uniquement du circuit formel

Tableau 71 : Contribution des aliments à l'exposition pour les adultes en Guadeloupe

Groupe d'aliments	Aliments	Ensemble de la population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
Poissons marins	Vivaneau, goquette, mérou/courronné rouge/grande gueule*	20,4 [16,9 - 25,1]	22,2 [18,1 - 27,9]	24,7 [19,1 - 31,9]	28,6 [19,4 - 40,1]
	Poisson volant/poule des mers/grondin*, balaou/demi-bec*, coulirou	11,4 [8,6 - 15,8]	13,1 [9,5 - 18,3]	15,5 [10,5 - 22,6]	18,9 [10,8 - 30,5]
	Poisson perroquet/chat*, marignan, poisson coffre, poisson chirurgical	3,9 [2,8 - 5,5]	4,1 [2,8 - 6,2]	4,1 [2,5 - 6,9]	3,6 [1,5 - 7,9]
	Thon, dorade, marlin	0,30 [0,26 - 0,34]	0,25 [0,21 - 0,29]	0,22 [0,17 - 0,27]	0,19 [0,14 - 0,27]
	Thazard	0,06 [0,05 - 0,07]	0,04 [0,03 - 0,06]	0,04 [0,03 - 0,06]	0,03 [0,02 - 0,06]
Crustacés et mollusques de mer	Langouste (oma blan*)	6,8 [5,36 - 8,58]	6,7 [4,96 - 8,87]	6,1 [3,96 - 8,74]	5,3 [2,44 - 9,5]
	Palourde, burgot	5,4 [4,58 - 6,44]	5,42 [4,46 - 6,73]	5,14 [3,87 - 6,93]	4,9 [3 - 7,48]
	Lambi	3,84 [2,95 - 5,28]	3,84 [2,73 - 5,53]	3,64 [2,2 - 6,13]	3,19 [1,58 - 7,03]
	Chatrou	1,45 [0,96 - 2,09]	1,43 [0,88 - 2,22]	1,38 [0,67 - 2,42]	1,27 [0,4 - 2,92]
	Crabes cirriques	0,08 [0,05 - 0,12]	0,08 [0,05 - 0,12]	0,07 [0,04 - 0,13]	0,06 [0,02 - 0,14]
Crustacés d'eau douce	Crevettes**	8,4 [6,42 - 11,27]	8,7 [6,35 - 12]	8,9 [5,8 - 13,58]	9,5 [4,85 - 16,77]
	Ecrevisse (ouassou*)	7,5 [5,9 - 9,52]	7,6 [5,69 - 10,06]	7,5 [5,07 - 10,95]	7,2 [3,54 - 12,5]
Tubercules	Madère/dachine*	8,2 [6,91 - 9,61]	7,9 [6,4 - 9,66]	7,3 [5,3 - 9,72]	5,9 [2,95 - 10,09]
	Malanga/chou caraïbe*	0,7 [0,59 - 0,83]	0,6 [0,5 - 0,73]	0,53 [0,4 - 0,71]	0,44 [0,25 - 0,68]
	Manioc	0,5 [0,37 - 0,7]	0,46 [0,3 - 0,68]	0,38 [0,2 - 0,66]	0,27 [0,09 - 0,65]
	Patate douce	0,35 [0,27 - 0,44]	0,28 [0,21 - 0,39]	0,24 [0,15 - 0,38]	0,19 [0,09 - 0,38]
	Igname	0,32 [0,26 - 0,41]	0,27 [0,2 - 0,38]	0,22 [0,15 - 0,36]	0,14 [0,07 - 0,31]

Groupe d'aliments	Aliments	Ensemble de la population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
	Couscouche	0,03 [0,02 - 0,04]	0,02 [0,02 - 0,03]	0,02 [0,01 - 0,03]	0,02 [0,01 - 0,03]
Légumes et légumes racines	Giraumon	2,73 [2,37 - 3,11]	2,29 [1,88 - 2,76]	1,95 [1,43 - 2,6]	1,36 [0,7 - 2,32]
	Poireaux, cives/oignon pays*	2,39 [1,98 - 2,88]	2,06 [1,58 - 2,67]	1,56 [1 - 2,39]	0,93 [0,46 - 1,87]
	Concombre	1,73 [1,52 - 1,97]	1,34 [1,11 - 1,63]	1 [0,78 - 1,31]	0,74 [0,44 - 1,09]
	Salades, épinards	0,48 [0,37 - 0,63]	0,32 [0,23 - 0,51]	0,25 [0,15 - 0,45]	0,18 [0,06 - 0,43]
	Aubergine, tomate, poivron	0,16 [0,14 - 0,18]	0,12 [0,1 - 0,14]	0,1 [0,07 - 0,12]	0,07 [0,04 - 0,11]
	Betterave, carotte, navet, radis	0,1 [0,09 - 0,12]	0,08 [0,07 - 0,1]	0,06 [0,05 - 0,09]	0,05 [0,03 - 0,08]
	Courgette	0,08 [0,07 - 0,1]	0,07 [0,06 - 0,09]	0,06 [0,04 - 0,08]	0,04 [0,02 - 0,07]
Œufs	Œuf	7,4 [6,2 - 8,9]	6,8 [5,4 - 8,5]	5,9 [4 - 8,1]	4,6 [2,4 - 8,2]
Eaux	Eau du robinet	2,34 [2,15 - 2,51]	1,52 [1,34 - 1,68]	1,06 [0,9 - 1,22]	0,74 [0,56 - 0,93]
	Eau bouteille locale	0,29 [0,26 - 0,31]	0,17 [0,15 - 0,2]	0,12 [0,09 - 0,14]	0,07 [0,04 - 0,1]
	Eau de bord de route	0,16 [0,14 - 0,17]	0,08 [0,04 - 0,17]	0,05 [0,03 - 0,09]	0,05 [0,01 - 0,1]
Fruits	Banane fruit	0,27 [0,23 - 0,32]	0,18 [0,14 - 0,23]	0,13 [0,1 - 0,17]	0,1 [0,06 - 0,16]
	Agrumes (citron vert/jaune, lime, orange, clémentine, mandarine)	0,43 [0,37 - 0,5]	0,36 [0,29 - 0,44]	0,29 [0,22 - 0,39]	0,21 [0,12 - 0,34]
	Mangue	0,43 [0,38 - 0,49]	0,31 [0,27 - 0,36]	0,23 [0,19 - 0,28]	0,15 [0,1 - 0,21]
	Melon, pastèque	0,2 [0,17 - 0,23]	0,16 [0,13 - 0,2]	0,13 [0,09 - 0,18]	0,11 [0,06 - 0,17]
Poissons d'eau douce	Poisson d'eau douce : tilapia/saint Pierre, mulot	0,8 [0,44 - 1,34]	0,9 [0,42 - 1,54]	0,9 [0,37 - 1,82]	1,0 [0,26 - 2,3]
Viandes, volailles et abats	Volailles	0,3 [0,24 - 0,4]	0,21 [0,15 - 0,31]	0,14 [0,1 - 0,22]	0,09 [0,05 - 0,17]
	Viande de bœuf et de veau	0,16 [0,12 - 0,21]	0,12 [0,08 - 0,16]	0,09 [0,06 - 0,15]	0,07 [0,04 - 0,14]
	Abats	0,03 [0,02 - 0,04]	0,02 [0,02 - 0,03]	0,02 [0,01 - 0,02]	0,02 [0,01 - 0,03]
Contribution entre 5% et 10%					
Contribution entre 10 et 20%					

Groupe d'aliments	Aliments	Ensemble de la population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
	Contribution entre 20 et 40%				
	Contribution supérieure à 40%				

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

** contribution des crevettes d'eau douce (issues du circuit informel uniquement), augmentée par celle, très minoritaire, des crevettes de mer profonde provenant uniquement du circuit formel

Tableau 72 : Contribution des aliments à l'exposition pour les enfants en Martinique

Groupe d'aliments	Aliments	Ensemble de la population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
Crustacés d'eau douce	Crevettes**	36,2 [22,3 - 52,3]	39,1 [24,0 - 55,6]	43,2 [25,9 - 60,9]	49,1 [27,3 - 69,2]
	Ecrevisse (ouassou*)	6,5 [1,4 - 17,1]	6,3 [1,4 - 18,4]	7,4 [1,5 - 20,8]	7,7 [0,6 - 24,4]
Œufs	Œuf	21,3 [12,7 - 33,2]	22,3 [12,9 - 34,9]	23,6 [12,9 - 37,9]	24,2 [10,8 - 43,4]
Poissons marins	Vivaneau, goquette, mérrou/courronné rouge/grande gueule*	10,5 [7,0 - 14,9]	10,7 [6,9 - 15,7]	9,3 [5,2 - 14,9]	6,5 [1,6 - 14,1]
	Poisson volant/poule des mers/grondin*, balaou/demi-bec*, coulirou	3,26 [2,26 - 4,62]	2,49 [1,54 - 3,84]	1,19 [0,53 - 2,59]	0,65 [0,27 - 1,54]
	Thazard	2,18 [1,26 - 3,57]	1,88 [0,95 - 3,35]	1,26 [0,42 - 2,8]	0,57 [0,05 - 2,06]
	Poisson perroquet/chat*, marignan, poisson coffre, poisson chirurgien	1,39 [0,89 - 2,1]	1,33 [0,81 - 2,1]	0,98 [0,52 - 1,72]	0,77 [0,28 - 1,66]
	Thon, dorade, marlins	0,22 [0,15 - 0,3]	0,14 [0,09 - 0,2]	0,07 [0,04 - 0,12]	0,04 [0,02 - 0,08]
Poissons d'eau douce	Poisson d'eau douce : tilapia/saint Pierre, mulot	4,5 [0,5 - 19]	4,8 [0,5 - 20,3]	5,4 [0,4 - 22,8]	6,3 [0 - 28,3]
Tubercules	Madère/dachine*	2,96 [2,07 - 4,08]	2,21 [1,43 - 3,3]	1,13 [0,55 - 2,03]	0,47 [0,2 - 1,03]
	Patate douce	0,48 [0,32 - 0,66]	0,33 [0,21 - 0,51]	0,17 [0,08 - 0,32]	0,09 [0,03 - 0,19]
	Igname	0,42 [0,28 - 0,6]	0,29 [0,19 - 0,46]	0,21 [0,11 - 0,35]	0,14 [0,05 - 0,31]
	Couscouche	0,05 [0,03 - 0,07]	0,04 [0,02 - 0,06]	0,03 [0,01 - 0,05]	0,02 [0 - 0,04]
	Malanga/chou caraïbe*	0,04 [0,02 - 0,05]	0,02 [0,01 - 0,04]	0,01 [0,01 - 0,02]	0,01 [0 - 0,01]
	Manioc	0,02 [0 - 0,12]	0,01 [0 - 0,09]	0 [0 - 0,01]	0 [0 - 0,01]
Légumes et légumes racines	Concombre	1,45 [0,97 - 2,02]	0,97 [0,6 - 1,44]	0,68 [0,37 - 1,11]	0,45 [0,2 - 0,87]

Groupe d'aliments	Aliments	Ensemble de la population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
	Giraumon	0,11 [0,08 - 0,15]	0,08 [0,05 - 0,12]	0,06 [0,03 - 0,09]	0,04 [0,02 - 0,07]
	Courgette	0,45 [0,07 - 1,54]	0,46 [0,06 - 1,64]	0,43 [0,04 - 1,8]	0,36 [0,02 - 2,13]
	Aubergine, tomate, poivron	0,33 [0,23 - 0,45]	0,21 [0,14 - 0,31]	0,13 [0,08 - 0,21]	0,07 [0,03 - 0,13]
	Betterave, carotte, navet, radis	0,30 [0,21 - 0,4]	0,18 [0,12 - 0,26]	0,11 [0,06 - 0,16]	0,07 [0,03 - 0,14]
	Salades, épinards	0,2 [0,14 - 0,28]	0,14 [0,09 - 0,2]	0,08 [0,05 - 0,13]	0,05 [0,03 - 0,09]
	Poireaux, cives/oignons pays*	0,08 [0,06 - 0,12]	0,05 [0,04 - 0,08]	0,03 [0,02 - 0,05]	0,01 [0,01 - 0,03]
Viandes, volailles et abats	Viande de bœuf et de veau	1,5 [0,85 - 2,44]	1,37 [0,74 - 2,37]	1,16 [0,51 - 2,28]	0,92 [0,24 - 2,06]
	Volailles	1,26 [0,73 - 2,15]	1,23 [0,65 - 2,18]	1,11 [0,51 - 2,2]	0,85 [0,3 - 1,83]
	Abats	0,14 [0,09 - 0,2]	0,09 [0,05 - 0,17]	0,06 [0,02 - 0,12]	0,03 [0,01 - 0,1]
Fruits	Banane fruit	0,56 [0,39 - 0,78]	0,33 [0,21 - 0,5]	0,17 [0,09 - 0,28]	0,09 [0,05 - 0,19]
	Agrumes (citron vert/jaune, lime, orange, clémentine, mandarine)	0,56 [0,4 - 0,74]	0,4 [0,27 - 0,56]	0,25 [0,15 - 0,38]	0,13 [0,07 - 0,25]
	Mangue	0,44 [0,3 - 0,62]	0,31 [0,2 - 0,45]	0,2 [0,12 - 0,33]	0,12 [0,06 - 0,24]
	Melon, pastèque	0,31 [0,22 - 0,43]	0,21 [0,13 - 0,32]	0,13 [0,07 - 0,21]	0,08 [0,03 - 0,15]
Eaux	Eau du robinet	1,37 [1 - 1,76]	0,8 [0,58 - 1,06]	0,45 [0,3 - 0,62]	0,23 [0,14 - 0,35]
	Eau bouteille locale	0,22 [0,16 - 0,28]	0,12 [0,08 - 0,16]	0,07 [0,05 - 0,1]	0,05 [0,03 - 0,08]
	Eau de bord de route	0,17 [0,13 - 0,22]	0,15 [0,11 - 0,2]	0,06 [0,01 - 0,18]	0,03 [0 - 0,15]
Crustacés et mollusques marins	Langouste (oma blan*)	1 [0,6 - 1,66]	0,92 [0,53 - 1,62]	0,84 [0,43 - 1,58]	0,75 [0,32 - 1,55]
	Lambi	0,07 [0,04 - 0,11]	0,06 [0,03 - 0,1]	0,05 [0,02 - 0,09]	0,03 [0,01 - 0,07]
	Chatrou	0,05 [0,03 - 0,08]	0,04 [0,03 - 0,07]	0,04 [0,02 - 0,07]	0,02 [0,01 - 0,06]
	Palourde, burgot	0,03 [0,02 - 0,05]	0,03 [0,02 - 0,04]	0,02 [0,01 - 0,03]	0,01 [0 - 0,03]

Groupe d'aliments	Aliments	Ensemble de la population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
	Crabes cirriques	0,01 [0 - 0,01]	0 [0 - 0,01]	0 [0 - 0,01]	0 [0 - 0]
	Contribution entre 5% et 10%				
	Contribution entre 10 et 20%				
	Contribution entre 20 et 40%				
	Contribution supérieure à 40%				

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

** contribution des crevettes d'eau douce (issues du circuit informel uniquement), augmentée par celle, très minoritaire, des crevettes de mer profonde provenant uniquement du circuit formel

Tableau 73 : Contribution des aliments à l'exposition pour les adultes en Martinique

Groupe d'aliments	Aliments	Ensemble de la population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
Crustacés d'eau douce	Crevettes**	47,6 [36,5 - 61,4]	49,9 [38,5 - 64,0]	53,7 [41,6 - 67,9]	59,2 [44,9 - 74,1]
	Ecrevisse (ouassou*)	19,4 [11,3 - 30,9]	20,3 [11,8 - 32,3]	21,9 [12,5 - 34,8]	24,7 [13,7 - 39,6]
Poissons marins	Vivaneau, gorette, mérou/courronné rouge/grande gueule*	4,5 [3,19 - 6,32]	4,4 [3,06 - 6,26]	3,5 [2,24 - 5,42]	1,7 [0,79 - 3,78]
	Poisson volant/poule des mers/grondin*, balaou/demi-bec*, coulirou	1,57 [1,13 - 1,98]	1,23 [0,86 - 1,62]	0,73 [0,48 - 1,06]	0,32 [0,15 - 0,63]
	Poisson perroquet/chat*, marignan, poisson coffre, poisson chirurgien	1,07 [0,75 - 1,47]	0,99 [0,67 - 1,4]	0,76 [0,47 - 1,19]	0,41 [0,21 - 0,78]
	Thazard	0,8 [0,54 - 1,09]	0,67 [0,44 - 0,96]	0,42 [0,23 - 0,68]	0,13 [0,04 - 0,36]
	Thon, dorade, marlins	0,13 [0,09 - 0,16]	0,08 [0,06 - 0,1]	0,05 [0,03 - 0,06]	0,02 [0,01 - 0,03]
Crustacés et mollusques de mer	Langouste (oma blan*)	7,3 [4,9 - 10,4]	7,5 [4,9 - 10,8]	7,6 [4,9 - 11,4]	7,1 [4,3 - 11,4]
	Chatrou	0,15 [0,1 - 0,22]	0,13 [0,09 - 0,21]	0,12 [0,07 - 0,19]	0,10 [0,05 - 0,18]
	Palourde, burgot	0,04 [0,02 - 0,05]	0,03 [0,02 - 0,04]	0,03 [0,02 - 0,04]	0,02 [0,01 - 0,04]
	Lambi	0,2 [0,13 - 0,29]	0,19 [0,12 - 0,28]	0,18 [0,11 - 0,28]	0,13 [0,08 - 0,2]
	Crabes cirriques	0,01 [0,01 - 0,01]	0,01 [0,0 - 0,01]	0,01 [0,0 - 0,01]	0,00 [0,0 - 0,0]
Œufs	Œuf	4,5 [3,1 - 6,7]	4,6 [3,0 - 6,9]	4,3 [2,7 - 6,9]	2,7 [1,0 - 5,5]
Légumes et légumes racines	Concombre	1,28 [0,93 - 1,63]	0,94 [0,67 - 1,25]	0,56 [0,37 - 0,83]	0,22 [0,11 - 0,46]
	Poireaux, cives	0,81 [0,6 - 1,04]	0,52 [0,38 - 0,68]	0,25 [0,17 - 0,34]	0,1 [0,06 - 0,15]
	Courgette	0,69 [0,41 - 1,07]	0,65 [0,37 - 1,05]	0,5 [0,22 - 0,92]	0,17 [0,04 - 0,57]
	Giraumon	0,17 [0,12 - 0,22]	0,11 [0,08 - 0,15]	0,06 [0,04 - 0,1]	0,03 [0,02 - 0,05]
	Aubergine, tomate, poivron	0,2 [0,14 - 0,26]	0,12 [0,09 - 0,17]	0,06 [0,04 - 0,09]	0,03 [0,02 - 0,05]
	Betterave, carotte, navet, radis	0,15 [0,11 - 0,19]	0,1 [0,07 - 0,14]	0,05 [0,03 - 0,07]	0,02 [0,01 - 0,04]
	Salades, épinards	0,09 [0,06 - 0,12]	0,06 [0,04 - 0,08]	0,03 [0,02 - 0,05]	0,01 [0,01 - 0,03]

Groupe d'aliments	Aliments	Ensemble de la population	50% les plus exposés	25% les plus exposés	10% les plus exposés
Tubercules	Madère/dachine*	2,47 [1,8 - 3,19]	1,87 [1,29 - 2,53]	1,06 [0,66 - 1,6]	0,43 [0,2 - 0,88]
	Igname	0,28 [0,2 - 0,35]	0,21 [0,14 - 0,27]	0,12 [0,08 - 0,17]	0,05 [0,03 - 0,08]
	Patate douce	0,28 [0,2 - 0,36]	0,2 [0,14 - 0,27]	0,1 [0,06 - 0,15]	0,03 [0,02 - 0,06]
	Couscouche	0,05 [0,03 - 0,06]	0,03 [0,02 - 0,04]	0,02 [0,01 - 0,02]	0,01 [0 - 0,01]
	Malanga/chou caraïbe*	0,05 [0,03 - 0,06]	0,03 [0,02 - 0,04]	0,02 [0,01 - 0,03]	0,01 [0 - 0,01]
	Manioc	0,03 [0,02 - 0,05]	0,03 [0,01 - 0,05]	0,01 [0 - 0,02]	0 [0 - 0,01]
Poissons d'eau douce	Poisson d'eau douce : tilapia/saint Pierre, mulot	1,8 [0,77 - 4,28]	1,9 [0,77 - 4,5]	1,9 [0,71 - 4,74]	1,5 [0,2 - 4,74]
Fruits	Agrumes (citron vert/jaune, lime, orange, clémentine, mandarine)	0,68 [0,5 - 0,89]	0,47 [0,33 - 0,65]	0,22 [0,14 - 0,33]	0,09 [0,05 - 0,15]
	Mangue	0,67 [0,5 - 0,85]	0,44 [0,32 - 0,58]	0,23 [0,16 - 0,32]	0,1 [0,06 - 0,15]
	Banane fruit	0,31 [0,22 - 0,4]	0,18 [0,12 - 0,25]	0,08 [0,05 - 0,16]	0,03 [0,01 - 0,05]
	Melon, pastèque	0,18 [0,13 - 0,25]	0,13 [0,08 - 0,18]	0,06 [0,03 - 0,11]	0,02 [0,01 - 0,05]
Viandes, volailles et abats	Volailles	0,83 [0,55 - 1,16]	0,76 [0,48 - 1,11]	0,6 [0,35 - 0,93]	0,24 [0,09 - 0,51]
	Viande de bœuf et de veau	0,55 [0,35 - 0,82]	0,51 [0,31 - 0,79]	0,38 [0,2 - 0,66]	0,14 [0,05 - 0,33]
	Abats	0,14 [0,1 - 0,19]	0,09 [0,06 - 0,12]	0,05 [0,03 - 0,08]	0,03 [0,01 - 0,05]
Eaux	Eau du robinet	0,98 [0,72 - 1,22]	0,57 [0,42 - 0,72]	0,31 [0,22 - 0,4]	0,15 [0,1 - 0,21]
	Eau de bord de route	0,1 [0,08 - 0,13]	0,08 [0,06 - 0,11]	0,05 [0,02 - 0,09]	0,02 [0 - 0,07]
	Eau bouteille locale	0,1 [0,07 - 0,12]	0,05 [0,04 - 0,06]	0,03 [0,02 - 0,04]	0,01 [0,01 - 0,02]
	Contribution entre 5% et 10%				
	Contribution entre 10 et 20%				
	Contribution entre 20 et 40%				
	Contribution supérieure à 40%				

* Dénomination différente entre Guadeloupe et Martinique ou nom d'usage de l'aliment

** contribution des crevettes d'eau douce (issues du circuit informel uniquement), augmentée par celle, très minoritaire, des crevettes de mer profonde provenant uniquement du circuit formel

Annexe 14 : Tableau exhaustif des incertitudes

Tableau 74 : Recensement des sources d'incertitude et analyse de leur impact sur l'exposition de la population dans l'étude ChlorExpo

Volet de l'expertise	Description de la source d'incertitude	Modalité de prise en compte	Impact sur le résultat de l'expertise
Population considérée	L'effectif enquêté lors de l'étude Kannari pour les enfants de moins de 15 ans étant limité, la représentativité de ces données peut également être limitée.	Les poids de sondage calculés lors de l'étude Kannari sont utilisés pour l'ensemble des analyses pour compenser un manque éventuel de représentativité	Non caractérisable
	Selon la stratégie d'échantillonnage de l'étude Kannari, il existe une sur-représentation de certains groupes de population (ex. foyers de pêcheurs et forts consommateurs de produits de la pêche) ainsi qu'une surreprésentation des femmes et des personnes âgées.	Les poids de sondage calculés lors de l'étude Kannari sont utilisés pour l'ensemble des analyses pour compenser un manque éventuel de représentativité	Non caractérisable
	Les personnes ayant un intérêt plus fort pour l'alimentation sont plus enclines à répondre aux enquêtes sur ce sujet.	Aucune prise en compte	Non caractérisable
Données de consommation alimentaire	Les comportements de consommation aux Antilles ont évolué depuis la réalisation de l'enquête alimentaire de l'étude Kannari en 2013-14, vers une alimentation plus transformée et moins traditionnelle (Lamani et al. 2024) en fonction également de la transition démographique de la population (Colombet et al. 2021) et de l'évolution de la réglementation (DAAF 2016; DM 2019).	Aucune prise en compte	Non caractérisable
	Les consommations rapportées dans les rappels de 24h (R24) sont globalement sous-déclarées par les participants, selon les apports énergétiques calculés à partir de ces consommations (Colomet Z et al., 2018).	Aucune prise en compte car l'ampleur de l'incertitude dépend des aliments sous-déclarés et notamment de leur niveau de contamination	Sous-estimation non caractérisable
	L'utilisation d'un questionnaire de fréquences alimentaire (FPQ) pour caractériser la fréquence des consommations tend à surestimer les quantités consommées de la population.	Aucune prise en compte	Surestimation non caractérisable

Volet de l'expertise	Description de la source d'incertitude	Modalité de prise en compte	Impact sur le résultat de l'expertise
	Les données recueillies peuvent comporter des biais potentiels de mémoire liés à l'utilisation des outils rétrospectifs, FPQ et les R24.	Aucune prise en compte	Non caractérisable
	Les données recueillies peuvent comporter de biais de déclaration de certains participants vers des réponses socialement désirables.	Aucune prise en compte	Non caractérisable
	Le R24 a été rempli entre décembre et avril par les individus de Kannari. La taille des portions/quantités consommées de certains aliments peut être influencée par la saisonnalité (ex. augmentée pendant la période des fêtes) et la disponibilité plus ou moins importante des aliments saisonniers.	Aucune prise en compte.	Non caractérisable
	Les circuits d'approvisionnement manquent dans les réponses à l'enquête pour certains groupes d'aliments pour certains individus. Cela correspond à 15% des quantités consommées par la population.	L'incertitude est modélisée par tirage aléatoire du circuit manquant selon la proportion de l'approvisionnement observée chez l'individu au niveau du même groupe d'aliments si possible, sinon celle observée au niveau de la population	Intégré dans l'intervalle de confiance à 95% associé à l'estimation de l'exposition
Plan d'échantillonnage des aliments	Les aliments contributeurs à l'exposition servant à l'élaboration du plan d'échantillonnage ont été identifiés selon l'exposition estimée lors de l'étude Kannari, qui dépend des choix méthodologiques de cette étude et les dires d'experts.	Aucune prise en compte car manque de données plus précises	Non caractérisable
	Les aliments contribuant à moins de 1% de l'exposition lors de l'étude Kannari n'ont pas été pris en compte dans le plan d'échantillonnage ChlorExpo.	Aucune prise en compte car déterminé par le budget de l'étude	Sous-estimation faible
	Les données d'approvisionnement et de cuisson utilisées pour élaborer le plan d'échantillonnage sont issues d'une enquête réalisée par quotas (et non pas par tirage aléatoire) et basée sur des questions dont la formulation peut induire des biais de compréhension (ex. l'identification des espèces de poissons).	Aucune prise en compte car les biais ne sont pas caractérisables	Non caractérisable

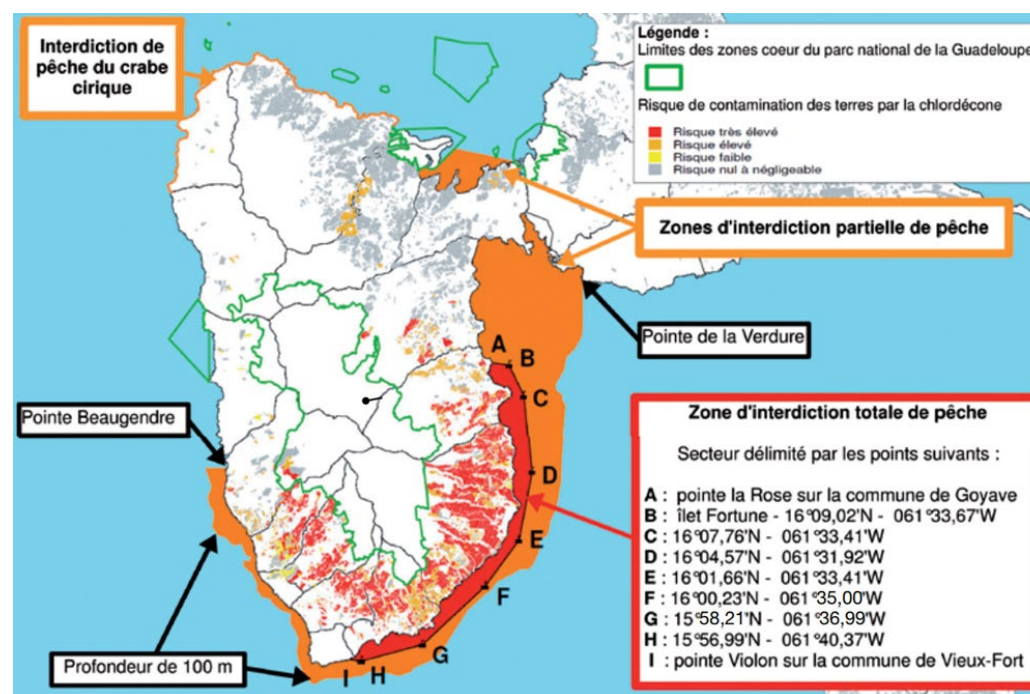
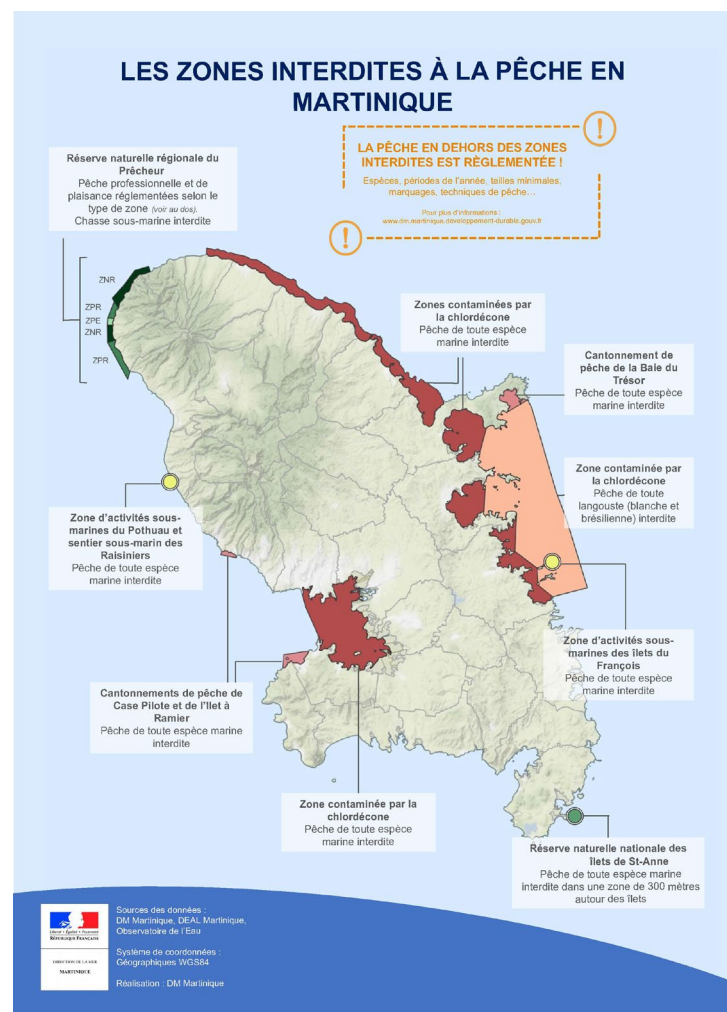
Volet de l'expertise	Description de la source d'incertitude	Modalité de prise en compte	Impact sur le résultat de l'expertise
	Les aliments ont été préparés selon les 2 ou 3 modes de cuisson majeurs observés dans l'enquête, les modes de cuisson les moins pratiqués ne peuvent pas être pris en compte dans le plan d'échantillonnage.	Aucune prise en compte car déterminé par le budget de l'étude	Nulle ou négligeable
	La cuisson des échantillons composites, basée sur une recette « moyenne » de la population de la région selon l'expertise <i>in-situ</i> des prestataires, ne reflète pas toutes les pratiques de la population en termes de durée, température, matériel de cuisson, etc.	Aucune prise en compte car déterminé par le budget de l'étude	Non caractérisable
	Pour les aliments terrestres, les zones à échantillonner pour le circuit informel sont définies en termes de communes entières. Les aliments issus de l'autoproduction peuvent ainsi être produits dans une partie peu ou pas (respectivement modérément ou très) contaminée de la commune, réduisant (respectivement augmentant) ainsi le niveau de contamination du CI-ZC (respectivement CI-ZNC).	Aucune prise en compte car manque de connaissance spatiale plus fine sur la contamination des sols	Sous-estimation (respectivement sur-) non caractérisable de l'exposition liée aux aliments issus de la zone réputée contaminée (respectivement non contaminée)
	Pour les produits de la pêche, les communes sont classées en zone réputée contaminée ou non contaminée dans le circuit informel selon le fait d'être limitrophe ou non à une zone d'interdiction de pêche. Les zones reflètent donc la zone de collecte/achat des produits (auprès des pêcheurs de loisir/vendeurs ambulants) et non de la zone de pêche.	Aucune prise en compte. C'est un choix méthodologique lié aux contraintes d'échantillonnage <i>in-situ</i> .	Sous-estimation (respectivement sur-) non caractérisable de l'exposition liée aux aliments issus de la zone réputée contaminée (respectivement non contaminée)
	Pour un circuit (CF, CI-ZC et CI-ZNC) et un item alimentaire donnés, le nombre d'échantillons combinés pour créer l'échantillon composite est limité entre 4 et 8 en fonction notamment de la variabilité de la contamination. Cela	Aucune prise en compte car déterminé par le budget de l'étude	Partiellement intégré dans l'intervalle de confiance à 95%

Volet de l'expertise	Description de la source d'incertitude	Modalité de prise en compte	Impact sur le résultat de l'expertise
	peut limiter la représentativité de la contamination de l'échantillon final par rapport à la contamination moyenne de ce circuit.		associé à l'estimation de l'exposition (voir infra)
Collecte, préparation et analyse des échantillons	Le choix du lieu précis de prélèvement au sein d'une commune, dépendant également de la volonté de la population à participer à l'étude (et sachant le contexte social tendu du terrain sur la question chlordécone), peut comporter des biais de participation.	Aucune prise en compte car les biais ne sont pas caractérisables	Non caractérisable
	Pour quelques items alimentaires, aucun échantillon prévu dans le plan d'échantillonnage n'a pu être collecté dans un circuit, pour 1) une des deux régions ou 2) les deux régions. Ces items alimentaires ne peuvent donc pas être analysés pour déterminer leur niveau de contamination.	La contamination des items alimentaires manquants est imputée à partir 1) du rapport de contamination entre les deux régions, calculé pour les autres items alimentaires du même groupe et 2) de la moyenne de contamination des autres items alimentaires du même groupe de la région.	Non caractérisable
	Certains échantillons prévus dans le plan d'échantillonnage n'ont pu être collectés dans un circuit pour certains items alimentaires dans la région (ex. 7 sur les 8 prévus). Cela contribue à une représentativité plus limitée de la contamination de l'échantillon final constitué.	Aucune prise en compte car l'incertitude n'est pas caractérisable	Non caractérisable
	Pour un item alimentaire, les N échantillons composites (pour 1 cru et N-1 à cuire selon les modes différents) sont constitués à partir de fractions des M échantillons prélevés, avant cuisson. Cette façon de faire peut conduire à des niveaux de contaminations différents entre les échantillons composites, en raison notamment de la variabilité intra-aliment de la contamination au sein des M échantillons prélevés et/ou de certains aliments non-sécables.	Aucune prise en compte.	L'exposition résultant peut être assimilée à l'exposition prenant en compte les aliments « tels que consommés » mais l'effet de la cuisson des aliments n'a pu être évalué
	Lors de la cuisson des échantillons composites, il est très compliqué de s'assurer de la reproductibilité parfaite du processus et des conditions de cuisson chez les prestataires (ex. phénomènes de transfert de chaleur dans un produit composite ou inertie thermique de certains matériaux comme les plaques de cuisson lors de cuissons successives).		

Volet de l'expertise	Description de la source d'incertitude	Modalité de prise en compte	Impact sur le résultat de l'expertise
	Les performances de la méthode de mesure (ex. augmentation de la LOQ ou de l'incertitude élargie de mesure) sont potentiellement affectées par le caractère composite puis broyé des échantillons finaux (Ratel J et al., 2024).	Aucune prise en compte	Non caractérisable
	L'erreur de mesure non-biaisée du laboratoire, déterminée lors de la validation de la méthode à l'aide un protocole prédéfini, est associée à chaque analyse selon la performance des appareils de mesure.	Aucune prise en compte car le calcul de l'exposition atténue l'erreur de mesure en la moyennant sur l'ensemble des aliments.	Sur- ou sous-estimation faible
Calculs d'exposition	Certains aliments échantillonnés nécessitent d'être regroupés pour correspondre à la nomenclature des items alimentaires retenus du FPQ de Kannari pour déterminer la contamination de l'item alimentaire.	La contamination de l'item alimentaire est calculée à l'aide d'une moyenne de la contamination des aliments individuels, pondérée par leur part de consommation observée dans les R24 de Kannari	Non caractérisable
	Les sources d'approvisionnement renseignées au niveau des groupes d'aliments, sont affectées à tous les items alimentaires du groupe lors du calcul de l'exposition.	Aucune prise en compte.	Non caractérisable
	La quantité consommée par aliment, non demandée lors du FPQ mais demandée lors des R24, manquent pour 1) tous les aliments des enfants de moins de 11 ans (qui ne remplissent pas de R24) et pour 2) des aliments non-consommés par les adultes lors des jours de recueil du R24 mais consommés selon le FPQ.	1) Les quantités consommées sont estimées à partir du ratio enfant/adulte provenant des données de l'étude de consommation INCA2 réalisée en France hexagone. 2) Les quantités consommées ont été estimées à partir des aliments similaires du R24 ou à l'aide de la méthode d'imputation <i>Hot Deck</i> en se basant sur l'individu le plus semblable.	Non caractérisable
	Les quantités consommées recueillies sur 1 ou 2 jours de recueil des R24 de Kannari, sont utilisées pour estimer la quantité consommée long terme par les individus, nécessaire au calcul de l'exposition chronique.	Aucune prise en compte	Non caractérisable

Volet de l'expertise	Description de la source d'incertitude	Modalité de prise en compte	Impact sur le résultat de l'expertise
	La concentration de l'aliment réellement consommé par l'individu n'est pas connue. Elle est estimée par la contamination tirée aléatoirement pour chaque circuit d'approvisionnement. Ce tirage vise à respecter la variabilité de la contamination au sein du circuit.	Aucune prise en compte	Non caractérisable
	Le calcul d'exposition est basé sur l'hypothèse que la contamination des aliments consommés hors du domicile (ex. approvisionnement des restaurants est <i>a priori</i> en circuit formel) est égale à celle des aliments consommés à domicile (ex. mélange d'approvisionnement du circuit formel et informel).	Aucune prise en compte	Surestimation non caractérisable
	La contamination de l'eau de boisson, nécessaire pour le calcul d'exposition, manque (car non incluse dans le plan d'échantillonnage).	La concentration moyenne de l'eau de robinet et de source de la région est imputée à partir des données de la base Sise-Eaux.	Nulle ou négligeable
	La contamination moyenne des aliments dans le circuit considéré n'est pas précisément connue à cause notamment des incertitudes d'échantillonnage (nombre limité d'échantillons prélevés, variabilité spatiale de la contamination, origine précise de l'aliment étant mal connue) et de préparation (dus notamment à la constitution avant cuisson des échantillons composites).	Prise en compte partielle par modélisation de la distribution de la contamination sur la base de tous les échantillons disponibles pour l'aliment dans le circuit (cru et cuits), puis 1000 tirages de la contamination dans cette distribution.	Intégré dans l'intervalle de confiance à 95% associé à l'estimation de l'exposition
	Les résultats de l'analyse descriptive de l'exposition au chlordécone calculée par des sous-populations selon le ratio d'approvisionnement par circuit, est à interpréter avec prudence du fait du choix méthodologique effectué pour définir ces sous-populations.	Aucune prise en compte	Non caractérisable

Annexe 15: Zones d'interdiction de pêche en mer en vigueur en Guadeloupe (depuis 2013) et Martinique (depuis 2012)





AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE
de l'alimentation, de l'environnement et du travail
14 rue Pierre et Marie Curie 94701 Maisons-Alfort Cedex
www.anses.fr