

Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de la Nouvelle-Calédonie
Service des actions sanitaires

**Etude de l'imprégnation au mercure
chez les parturientes
en Nouvelle-Calédonie**

Août 2011
MAJ 2013

Etude et rapport rédigés par

Ludovic FLOURY (coordinateur et enquêteur)
Dr Sylvie LAUMOND (médecin épidémiologiste)
Delphine Tranap (Stagiaire)

1	Introduction :	5
2	Position du problème :	7
3	Objectifs de l'étude	9
3.1	Objectif principal	9
3.2	Objectifs secondaires.....	10
4	Population de l'étude et type d'enquête	10
4.1	Méthode	10
4.1.1	Démarche globale :.....	10
4.1.2	Méthode de recueil des données :	11
4.2	Echantillonnage	11
4.2.1	Taille de l'échantillon :.....	11
4.2.2	Composition de l'échantillon :.....	12
4.3	Réalisation du recueil des données	14
4.3.1	Dosage du mercure dans les cheveux.....	14
4.3.2	Questionnaire.....	15
4.3.3	Organisation du recueil des données	15
4.3.3.1	Mode de recrutement :	15
4.3.3.2	Traitement des données :.....	16
4.3.3.3	Définition des variables :	16
5	Résultats	18
5.1	Caractéristiques générales de l'échantillon :	18
5.1.1	Vérification des quotas.....	18
5.1.1.1	Selon la zone géographique :.....	18
5.1.1.2	Selon la communauté d'appartenance :.....	18
5.1.1.3	Selon la zone géographique et la communauté (ISEE) :	19
5.1.1.4	Selon les classes d'âges :	19
5.1.1.5	Selon les catégories socioprofessionnelles (CSP) :.....	21
5.1.2	Variables socio-administratives :.....	22
5.1.2.1	Age :	22
5.1.2.2	Nationalités :.....	22
5.1.2.3	Lieu de naissance :	22
5.1.2.4	Présence en Calédonie :	23
5.1.2.5	Etablissements :	23
5.1.2.6	Profession :	24
5.1.3	Etude de la perception du risque lié au mercure :	24
5.1.4	Description du mode alimentaire.....	25
5.1.4.1	Nombre de repas et lieux :	25
5.1.4.2	Consommation de poissons	26
5.1.4.3	La consommation de gibier :.....	29
5.1.4.4	Relation entre communauté et type de poisson, lieu d'approvisionnement, traitements sur les cheveux	30
5.1.4.5	Relation entre catégorie de poissons consommés et lieu d'approvisionnement.....	31
5.1.4.6	Relation entre consommation de poisson lagonaire et pélagique.....	32
5.1.4.7	Relation entre le type de poissons consommés et l'âge de la mère.....	32
5.1.5	« Plombages » dentaires, crèmes éclaircissantes et allaitement	33
5.1.6	Les traitements sur les cheveux :	34
5.2	Etude de l'imprégnation au mercure :	34
5.2.1	Distribution des dosages de mercure	34
5.2.2	Etude détaillée des caractéristiques de l'imprégnation au mercure	37
5.2.2.1	Caractéristiques socio-administratives :.....	37
5.2.2.2	Caractéristiques d'ordre général en rapport avec l'imprégnation.....	38

5.2.2.3	Caractéristiques alimentaires : consommation de poisson	39
5.2.2.4	Caractéristiques alimentaires : mode d’approvisionnement en poisson.....	40
5.2.2.5	Caractéristiques alimentaires : poissons de mer	41
5.2.2.6	Caractéristiques alimentaires : consommation de gibier.....	42
5.2.3	Caractéristiques générales et alimentaires des mères dépassant le seuil de 2.5 µg/g (OMS)	42
5.2.4	Analyse multivariée des valeurs de l’imprégnation au mercure.....	44
5.2.4.1	Modèle expliquant la variabilité du taux de mercure.....	44
5.2.4.2	La consommation en poissons pélagiques et lagonaires	49
5.2.4.3	Mise en évidence de deux profils opposés en Nouvelle-Calédonie.....	52
6	Discussion.....	55
6.1	Caractéristiques de la population étudiée :	55
6.2	Les valeurs toxicologiques de référence relatives au mercure alimentaire :.....	56
6.3	Le niveau de mercure dans la population des parturientes :	58
7	Conclusions :.....	59
8	Bibliographie :.....	61
9	ANNEXES	62
9.1	Questionnaire alimentaire.....	63
9.2	Protocole cheveux	68
9.3	Fiche cheveux	69
9.4	Listes des variables socio-démographiques	70
9.5	Liste des variables alimentaires	71
9.6	Liste des variables créées	72
9.7	Résultats du test de normalité de la distribution logarithmique du taux de mercure (logiciel Tanagra)	73
9.8	Taux de mercure par espèce de poisson (source SIVAP, 2011)	74
9.9	Recommandations hebdomadaires par portion et par espèce de poisson pour les populations sensibles.	75
9.10	Recommandations hebdomadaires par portion et par espèce de poisson pour la population générale	75

1 Introduction :

Le mercure est un métal dit « lourd », d'aspect brillant argenté, de symbole Hg et de numéro atomique 80. Sous les conditions normales de température et de pression, il est le seul métal à l'état liquide.

Le mercure existe sous forme élémentaire dite métallique ou sous forme de dérivés tels les sels, les oxydes et les sulfures, lorsqu'il est associé à des éléments non métalliques. Le mercure se combine facilement avec beaucoup d'éléments et de molécules : métaux, soufre, molécules inorganiques ou organiques.

Il peut se présenter sous trois espèces chimiques :

- Sous forme liquide (formule chimique Hg^0), le mercure élémentaire se vaporise facilement.
- Sous forme ionique : la forme métallique peut être oxydée en ion mercurieux (Hg^+) puis en ion mercurique (Hg^{2+}). Exemples de dérivés du mercure : HgS , HgO , Hg_2Cl_2 , $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$.
- Sous forme de composés organomercuriques, exemples : le cation méthylmercure $\text{CH}_3\text{-Hg}^+$ et le diméthylmercure $\text{CH}_3\text{-Hg-CH}_3$. Ces composés organomercuriques sont plus toxiques que les composés minéraux, car beaucoup plus solubles dans les graisses, ils passent facilement les barrières membranaires et se diffusent dans l'organisme.

Contrairement à beaucoup d'autres éléments minéraux, le mercure est toxique sous presque toutes ses formes.

L'inhalation et l'ingestion sont les principales voies de pénétration du mercure dans l'organisme.

- Les cibles principales du mercure métallique sont le cerveau (encéphalite), les nerfs longs (polynévrite) mais aussi l'embryon et le fœtus au travers de ces organes.
- Les ions mercuriques attaquent prioritairement les reins (néphrites) mais aussi le système nerveux.
- La neurotoxicité est une pathologie des composés organiques, qui ont également une activité génotoxique (malformation embryonnaire).

	Mercure inorganique			Mercure organique
Forme chimique	Mercure sous forme liquide (Hg ⁰)	Mercure sous forme gazeuse (vapeur) (Hg ⁰)	Ions mercuriques (Hg ²⁺)	Cation méthylmercurique
Mode de pénétration	Ingestion (rare), contact direct	Inhalation	Ingestion/ contact cutané	Ingestion (via l'alimentation)
Principales cibles	Peau (contact direct)	Cerveau, reins, poumons	Reins, cerveau, peau, sang, foie	Cerveau, nerfs, périphériques, embryon, fœtus
Voies d'élimination	Selles/urines	Urines	Urines	Selles
Intoxication (signes)	Faible	Diarrhées, vomissements, toux	Inflammation, salivation, défaillance rénale	Troubles sensoriels, troubles nerveux, malformations

Le mercure est naturellement présent dans l'environnement, mais essentiellement dans les roches du sous-sol. Les principales sources naturelles d'émission dans l'environnement sont les volcans. L'activité humaine participe à l'augmentation de la concentration du mercure dans l'environnement. Les sources avérées de pollution mercurielle sont le raffinage et la combustion d'hydrocarbures fossiles, notamment le charbon, les activités minières, les incinérateurs, certains processus industriels, notamment liés à la production de soude et de chlore, des séquelles de guerre comme le mercure issu de la fabrication de munitions. Malgré une baisse continue de sa consommation globale, le mercure et ses dérivés restent couramment utilisés dans de nombreuses activités industrielles. Certains secteurs d'activités ne sont cependant plus autorisés à les utiliser : industrie phytosanitaire, industrie papetière et peintures antisalissure pour bateaux.

Le mercure pose en tous cas un problème environnemental global : sa concentration moyenne augmente chez les poissons de tous les océans et certains mammifères marins atteignent des taux préoccupants.

2 Position du problème :

Des traces de mercure peuvent être présentes dans les produits laitiers, les viandes, les volailles, les œufs, les fruits et légumes, mais la source la plus courante de l'exposition au mercure d'origine alimentaire reste le poisson. En effet, en s'alimentant de plantes et d'autres organismes contenant du méthylmercure, les poissons bioaccumulent ce composant dans leurs tissus musculaires. Par la suite, sa concentration est bioamplifiée tout au long de la chaîne alimentaire lorsque les prédateurs (poissons carnivores) consomment des organismes qui ont déjà bioaccumulé du méthylmercure. Les poissons qui contiennent des concentrations élevées sont le requin, l'espadon, le thon, le marlin, le saumon des dieux, ... Les mollusques et crustacés, d'autres poissons comme le saumon, la truite, le hareng, la sole, le maquereau sont connus pour contenir de très faibles concentrations de mercure. A noter qu'aucune méthode de cuisson ne réduit la concentration de mercure.

D'autre part, les premiers effets visibles d'une intoxication au mercure apparaissent à partir d'une concentration de 100 microgrammes/L de sang (25 µg/g de cheveux), avec des symptômes neurologiques à partir de 200 à 500 microgrammes/L de sang (50 à 125 µg/g de cheveux¹).

D'autre part, à partir des différentes analyses et études publiées sur ce sujet, la FAO et l'OMS ont émis des recommandations en matière alimentaire, sur la dose maximale de mercure admissible dans l'alimentation, avec des mises en garde pour la femme enceinte ou allaitante et le jeune enfant. Le Canada, qui a effectué des dosages dans la plupart des poissons consommés dans le pays, a également établi des recommandations alimentaires selon les types de concentrations des poissons, avec des doses tolérables quotidiennes ou hebdomadaires.

En octobre 2010, un médecin généraliste signalait au service des actions sanitaires de la DASS-NC le cas d'une patiente présentant une concentration anormale de mercure dans les cheveux et le sang, évoquant une imprégnation au mercure. Suite à cette alerte, une investigation a été réalisée par le Service des Actions Sanitaires de la DASS.

Il s'agissait d'une femme âgée de 70 ans ayant effectué un dosage de mercure dans les cheveux suite aux recommandations d'une esthéticienne. Sa cliente se plaignait en effet d'avoir des ongles cassants. Ce symptôme faisant partie des signes pouvant être retrouvés en cas d'une imprégnation élevée au mercure, celle-ci lui avait donc conseillé d'effectuer ce dosage. Le médecin traitant, au vu des résultats de l'analyse avait alors demandé des analyses sanguines complémentaires.

Ces résultats sanguins complémentaires ont confirmé un taux supérieur à la normale mais bien en deçà des doses toxiques. Le mari de cette patiente a également fait l'objet du même dosage sanguin, en raison du mode de vie et d'alimentation comparable à celui de son épouse. Ces résultats se sont également révélés élevés tout en restant inférieurs au seuil toxique reconnu. La femme présentait donc une imprégnation au mercure avec 26,5 microgrammes par litre de sang ce qui représentait 6,6 microgrammes par gramme de

cheveux. Le résultat du dosage du mercure chez son mari était quant à lui, moins élevé et égal à 17 µg/L de sang soit 4,2 µg/g de cheveux. Ces deux personnes âgées et retraitées ne présentaient pas d'autres facteurs de risque d'exposition en dehors d'une alimentation très riche en poissons, faible en produits carnés. Pas de profession à risque, pas de plombage dans la bouche ne pouvaient expliquer ces résultats en dehors de l'alimentation. A noter, que depuis le rendu des résultats des premiers dosages effectués fin septembre 2010, cette femme avait arrêté de consommer du poisson et son taux sanguin avait alors nettement diminué, pour atteindre en un peu plus d'un mois la valeur de 20 microgrammes par litre soit 5 µg/g de cheveux.

D'autre part, dans la mesure où ce dosage n'est pas effectué en Nouvelle Calédonie et afin de connaître le nombre de dosages prescrits par les médecins calédoniens et leurs résultats, une demande a été faite au laboratoire CERBA (France) qui est le correspondant habituel des biologistes calédoniens pour cette analyse. Ce laboratoire a dénombré qu'en 2010, 18 dosages sanguins de mercure avaient été effectués. 66,7 % des résultats se sont révélés supérieurs au seuil de référence du laboratoire (traduisant une imprégnation dans les cheveux supérieure ou égale à 2,5 µg/g de cheveux).

Par ailleurs, au cours d'une réunion menée avec le SIVAP pour faire le point sur ce sujet, ce service a mentionné que dans le cadre du plan de surveillance des denrées animales destinées à l'exportation dans l'union européenne, des dosages de mercure ont été effectués depuis 2008, en particulier dans les poissons destinés à l'exportation. Des concentrations élevées et au dessus des normes européennes ont été relevées dans la plupart des gros poissons pélagiques du lagon (espadon, marlin, saumon des dieux, ..) mais pas dans les thons (teneur en mercure inférieures à la norme européenne de 1 mg/kg de chair), ce qui a permis d'autoriser uniquement l'exportation du thon. Tous les ans des campagnes de dosages sont réalisées dans ce contexte économique. A noter, qu'une importation de thon en provenance du Viêt-Nam, n'a pas été autorisée par le gouvernement, en raison de la teneur élevée en mercure des poissons dans ce pays.

D'autre part, le SIVAP a transmis une copie du courrier en date du 6 décembre 2010 qui lui a été adressé par la DPASS Sud, qui s'interrogeait également sur l'augmentation du nombre d'enfants atteints de troubles du développement, et la consommation de mercure au travers des poissons pélagiques par les femmes enceintes.

Dans un contexte plus général le SIVAP a mentionné que la contamination par le mercure des poissons pélagiques est une problématique internationale connue de longue date à laquelle la Nouvelle Calédonie est obligatoirement confrontée. Les plans de surveillance annuels réalisés dans le cadre du maintien de l'inscription de la Nouvelle Calédonie sur la liste des pays tiers autorisés à exporter des produits de la pêche et d'aquaculture vers l'union Européenne ont d'ailleurs permis de constater à plusieurs reprises chez certains super-prédateurs (marlin et espadon) des teneurs en mercure dépassant le seuil recommandé pour l'importation dans l'Union Européenne (1 mg/kg).

3 Objectifs de l'étude

3.1 Objectif principal

Il s'agit d'une première enquête exploratoire menée par le service des actions sanitaires de la DASS-NC, afin de décrire l'imprégnation et l'exposition au Mercure de la population dite « sensible » des parturientes calédoniennes au travers, en particulier de leur alimentation.

Le choix de cette population d'étude (parturientes) a été déterminé en raison des risques connus de toxicité de ce métal chez le fœtus et le jeune enfant, en particulier sur le système nerveux. Population pour laquelle des recommandations en matière alimentaire sont particulièrement pertinentes, en raison de ce risque.

Il reposait sur les résultats des études menées dans divers pays qui ont mis en évidence les liens entre l'imprégnation de la mère et le développement psychomoteur ou neurologique de l'enfant pour de faibles niveaux d'imprégnation (<50ppm). Des effets infra-cliniques ont été décrits chez les enfants : baisse des capacités visio-spatiales, de l'audition, de la coordination musculaire, des facultés intellectuelles. Le lait maternel pouvant être la source d'exposition pour le jeune enfant. Dans le cas d'une exposition prénatale, des troubles du développement du système nerveux central du fœtus et des retards de développement ont été parfois observés (INVS, « Exposition de la population française aux substances chimiques de l'environnement » mars 2011).

Le Canada qui a déjà étudié cette problématique, a émis en 2007 des recommandations en matière alimentaire, en particulier chez les femmes enceintes et les jeunes enfants. D'autres études menées sur des couples mères-enfants ont également été réalisées par divers pays et ont amené l'OMS à revoir les seuils acceptables pour les femmes enceintes et les jeunes enfants.

3.2 Objectifs secondaires

1. Décrire l'imprégnation et l'exposition au mercure de la population de l'étude selon le mode de vie et la zone géographique de résidence,
2. Déterminer la fréquence des femmes dépassant les valeurs seuils recommandées en métropole (2.5 µg/g de cheveux), décrire leurs caractéristiques et leurs habitudes alimentaires.
3. Confirmer ou non l'existence d'un lien entre les habitudes de consommation de poissons et l'imprégnation mercurielle, identifier des populations plus à risque où des mesures de réduction de risque devraient être mises en œuvre en priorité (via la sensibilisation des professionnels de santé, le dépistage, des mesures d'information et d'éducation sanitaire des populations).
4. Etablir des recommandations en matière de consommation de poissons, en particulier pour ceux consommés en Nouvelle-Calédonie.

4 Population de l'étude et type d'enquête

Il s'agit d'une enquête transversale menée dans un échantillon proportionnel sur les caractéristiques géographiques et les communautés d'appartenance des parturientes calédoniennes ayant accouché et résidant au moment de l'enquête depuis au moins les 6 mois dans les communes de Nouvelle-Calédonie .

4.1 Méthode

4.1.1 Démarche globale :

QUESTION : mesurer la valeur moyenne de l'imprégnation au mercure dans une des populations sensibles de Nouvelle-Calédonie, décrire cette imprégnation selon les caractéristiques de cette population (communautés, zones de résidence, alimentation en poisson).

OUTILS POUR REpondre A CETTE PROBLEMATIQUE : dosage du mercure dans les cheveux, questionnaire comprenant des variables socio-culturelles et alimentaires comprenant notamment la quantité, le type et le lieu d'approvisionnement des poissons consommés.

RESULTATS : valeur moyenne du mercure dans les cheveux en fonction de la communauté, de la zone de résidence, de l'alimentation, et ensuite valeur moyenne ajustée de cette valeur au moyen d'un modèle d'analyse multivariée (régression).

4.1.2 Méthode de recueil des données :

Cette étude transversale comportait une mesure de l'imprégnation au mercure au travers de l'analyse d'une mèche de cheveux prélevée chez la mère à la maternité après l'accouchement, et une enquête sur les habitudes alimentaires portant sur les 4 derniers mois précédant l'accouchement.

Cette étude comportait donc deux éléments : le recueil des données à partir d'un questionnaire portant sur l'alimentation et les habitudes de vie, et le prélèvement d'une mèche de cheveux. Les femmes ont été incluses dans l'enquête dans les suites de leur accouchement dans les principales maternités de Nouméa avant leur sorties de la maternité entre les mois de mars et de juillet 2011. Elles ont été préalablement informées au moyen d'une lettre d'information remise par les sages-femmes, précisant les objectifs et modalités de cette étude et ont donné leur consentement éclairé pour participer à cette étude (questionnaire et prélèvement d'une mèche de cheveux).

Ont été exclues :

- les femmes qui refusaient soit le questionnaire, soit le prélèvement de cheveux, soit les deux simultanément,
- les femmes résidant depuis moins de 6 mois en Nouvelle-Calédonie.

4.2 Echantillonnage

4.2.1 Taille de l'échantillon :

Ne disposant d'aucune donnée de référence sur ce sujet en Nouvelle-Calédonie, il a été choisi de déterminer le nombre de sujets nécessaires en prenant en compte les conditions les plus contraignantes. En effet, dans la mesure où aucune estimation de la fréquence des femmes susceptibles de dépasser les seuils OMS n'est connue et vu les modes alimentaires suspectés, on a choisi l'option la plus défavorable où l'on obtiendrait une fréquence de 50 % (p) de patients dépassant ce seuil. La taille de l'échantillon a été calculée en fonction du p égal à 50 % avec un risque alpha de première espèce à 5 % et une précision égale à 5,7 %, ce qui conduisait en conséquence à un échantillon de 300 personnes.

4.2.2 Composition de l'échantillon :

L'échantillon proportionnel a été constitué selon la méthode des quotas, à partir des critères de zones géographiques et de communautés fournis par l'ISEE.

La répartition par communautés de notre échantillon a été établie selon les résultats du recensement de la population de Nouvelle-Calédonie en 2009 par l'INSEE-ISEE et publiés en 2011 qui donnait la répartition suivante :

Communauté	Effectifs	%
Mélanésienne	99 078	40,3
Européenne	71 721	29,2
Métisse et autres	48 534	19,8
Polynésienne	26 247	10,7
Total	245 580	100

La répartition selon les communautés d'appartenance de notre échantillon était donc la suivante :

	Effectifs	%	% cumulés
Mélanésienne	121	40,3	40,3
Européenne	88	29,3	69,7
Métisse et autres	59	19,7	89,3
Polynésienne	32	10,7	100
Total	300	100	

La répartition par zones géographiques a été déterminée à partir de la répartition des naissances selon la commune de domicile de la mère d'après les statistiques des naissances en Nouvelle-Calédonie (**ISEE 2007**).

Zone géographique	Effectif	%
Iles loyautés	387	9,5
Nord ouest	351	8,6
Nord est	350	8,6
Sud ouest	191	4,7
Sud est	113	2,8
Nouméa, grand Nouméa	2678	65,8
Total	4070	100

La répartition de notre échantillon selon les zones géographiques était donc la suivante :

Zone géographique	Effectif	%
Nouméa	116	38,7
Grand Nouméa <i>(Dumbéa, Mont-Dore, Païta,)</i>	81	27
Ouest Nord <i>(Belep, Poum, Ouégoa, de Koumac à Poya-Nepoui)</i>	26	8,7
Est Nord <i>(de Pouébo à Canala)</i>	26	8,7
Ouest Sud <i>(de Bourail à Païta)</i>	14	4,7
Est Sud <i>(Thio, Yaté, île des Pins)</i>	8	2,7
Iles Loyautés <i>(Ouvéa, Lifou, Maré)</i>	29	9,7
Total	300	100

4.3 Réalisation du recueil des données

4.3.1 Dosage du mercure dans les cheveux

Les prélèvements de cheveux ont été effectués par le coordonnateur de l'enquête M. Flourey, après accord de la mère. Ils ont été réalisés selon le protocole établi par le Dr Barguil, pharmacien biologiste au CHT (cf annexes) après validation par le biologiste du laboratoire de référence métropolitain ayant effectué des analyses.

La technique était la suivante : la mèche de cheveux était prélevée en vortex postérieur. La superficie de la mèche au niveau du cuir chevelu faisait au moins la taille d'un crayon à papier. Un lacet placé à un cm du cuir chevelu permettait d'orienter la mèche afin de repérer le côté proximal et le côté distal. La coupe était faite au ras du cuir chevelu avec des ciseaux. Enfin, les deux bouts de fils tenant la mèche étaient scotchés sur la feuille de prélèvements qui contenaient toutes les informations nécessaires à la gestion de l'échantillon : le nom de la mère, le nom de l'établissement, la date du prélèvement et le numéro de la fiche attribué à ce prélèvement. Le tout était inséré dans une enveloppe et conservé à température ambiante avant expédition au laboratoire.



Cette méthode de dosage du mercure dans les cheveux a été choisie en raison de son excellente adéquation à la mesure de l'imprégnation chronique aux métaux. La trace des métaux étudiés persiste plusieurs mois dans les cheveux et, est moins sujette à des pics « d'intoxication » comme peut l'être une analyse de sang. De plus, cette analyse présente l'avantage d'être non invasive et le prélèvement est facilement conservable.

Les dosages de mercure ont été effectués par le Dr Pascal Kintz de X-Pertise Consulting à Auberhausbergen (67205). La méthode physique d'analyse chimique est la spectrométrie de masse à torche à plasma appelée ICP-MS. Cette technique permet de mesurer des concentrations d'éléments chimiques dans les cheveux à des taux extrêmement faibles. La limite de quantification donnée par le laboratoire est de 0.022 µg/g.

4.3.2 Questionnaire

Le questionnaire a été établi à partir de celui utilisé par l'INVS pour l'étude d'imprégnation au mercure dans la population de Guyane française. Il est composé de 7 groupes : les critères d'inclusion, les caractéristiques socio-démographiques, les connaissances sur le mercure, les habitudes alimentaires, la profession, les plombages dentaires et les traitements sur les cheveux.

4.3.3 Organisation du recueil des données

4.3.3.1 Mode de recrutement :

Le recrutement des parturientes a été effectué au sein des trois maternités de Nouméa : le CHT de Magenta, la clinique Magnin et la polyclinique de l'Anse Vata. Ces trois établissements concentrent 95 % des accouchements de Nouvelle-Calédonie. Toutes les zones géographiques et les communautés d'appartenance sont représentées. Peu d'accouchements ont lieu hors structure médicale et 5% (200) des enfants naissent au CHN de Koumac (Nord de la Nouvelle-Calédonie).

Le recrutement a été effectué au fur et à mesure des accouchements après information et obtention du consentement éclairé des patientes éligibles. Il a été dépendant de la charge de travail de la maternité et de la motivation des équipes en place. Les propositions de participation à l'enquête variaient donc en fonction des contraintes de logistique d'enquête et étaient indépendantes des caractéristiques de la mère. On peut estimer qu'il n'y a pas de défaut de couverture de la population, la barrière de la langue et la communauté n'étaient pas des facteurs de refus, en particulier pour la communauté mélanésienne.

L'enquête s'est déroulée en plusieurs étapes : les sages-femmes présentaient dans un premier temps les objectifs de l'étude aux mères répondant aux critères d'inclusion (> 6 mois sur le territoire et quotas) ; en cas d'acceptation, le questionnaire était remis à celle-ci afin de commencer à le compléter et à réfléchir sur ses habitudes alimentaires ; les sages-femmes communiquaient ensuite le numéro de la chambre au coordonnateur, qui se chargeait de la numérotation du prélèvement et du questionnaire, de la réalisation du prélèvement, du contrôle du remplissage du questionnaire, en particulier sur les items alimentaires afin de vérifier qu'ils ont été correctement complétés. Le questionnaire était complètement anonyme.

La maternité, le numéro de la fiche et la date d'accouchement sont reportés sur la fiche papier accompagnant la mèche de cheveux. Le numéro de la fiche et le nom de la maternité sont reportés également sur l'enveloppe individuelle où est placée la mèche, ainsi que sur le questionnaire. Une liste de correspondance entre l'identité de la mère et le numéro de la fiche a été établie et conservée par la maternité afin de pouvoir par la suite rendre les résultats de dosage individuellement à chaque femme.

Le recrutement de la population ainsi que le recueil des données a été effectué entre le 24 mars 2011 et le 1 juillet 2011. On a considéré que le mode alimentaire ne variait pas au cours de l'année puisque la majorité des produits de la pêche restent disponibles quelque soit la saison, en particulier les pélagiques à forte teneur en mercure et les poissons côtiers ou lagunaires. On peut donc estimer qu'il n'y a pas de biais de ce fait sur la consommation en poissons. L'accessibilité et la disponibilité des poissons à risque reste stable dans le temps.

4.3.3.2 Traitement des données :

Les données ont été saisies au moyen du module de saisie du logiciel Epi info version 6 et analysées dans un premier temps au moyen du module d'analyse du logiciel Epi2000 (analyse descriptive, comparaison des moyennes entre les groupes selon le test T de Student, et des variables qualitatives par le test du Khi de Pearson après vérification de la représentativité de l'échantillon)

L'analyse multivariée a été effectuée avec les commandes de régression linéaire et logistique d'epi info version 2000 et du logiciel R.

Le taux de mercure a été analysé selon la moyenne arithmétique ainsi que selon la moyenne géométrique (par transformation en logarithme népérien du dosage de mercure).

4.3.3.3 Définition des variables :

Les réponses libres aux items alimentaires concernant les types de poissons ont été reclassées dans des catégories afin de faciliter leur exploitation.

Les poissons ont été classés suivant les catégories proposées par le SIVAP (Service d'inspection vétérinaire, alimentaire et phytosanitaire). Ces catégories tiennent compte de la concentration moyenne en mercure des poissons calculée lors de la dernière enquête de 2011 (annexe 5), mais également des précédentes enquêtes et des possibilités de valeurs élevées suivant les différentes espèces.

La catégorie 1 correspond à la variable « friture » et rassemble tous les petits poissons du lagon, dont la teneur en mercure est très peu élevée ($< 0,2\text{mg/Kg}$). Sous cette appellation, on retrouve donc le picot, le mullet, le rouget, le dawa et le perroquet. Dans le langage commun, en Nouvelle-Calédonie, « friture » se définit comme un poisson du lagon pouvant tenir dans une poêle à frire.

La catégorie 2 correspond à l'appellation « lagunaire » et rassemble les poissons avec une teneur en mercure moyennement élevée ($< 0,6\text{ mg/Kg}$). Le vivanneau, le voilier, le thon blanc, le thon jaune et le wahoo appartiennent à cette catégorie. Il s'agit d'une appellation mise en place pour les besoins de l'étude, en effet l'appellation « lagunaire » peut prêter à confusion car les poissons de la variable « friture » sont également

des poissons du lagon. En réalité, la friture rassemble surtout des poissons pêchés au bord de plage (par exemple avec une senne) et les « lagonaires » sont plus spécifiquement des poissons pêchés en bateau mais dans le lagon ou proche du lagon.

La catégorie 3 : correspond à la variable « pélagique » et rassemble les poissons avec une teneur en mercure élevée (>0,6 mg/Kg). Marlin, espadon, requin, saumon des dieux, thon bacchi font partie de cette catégorie.

Les principales sources ou lieux d'approvisionnement ont également été reclassés en quatre grandes catégories :

- l'item « pêche » correspond à l'approvisionnement en poissons par le fruit de la pêche ;
- l'item « marché » se définit comme l'approvisionnement sur le marché municipal où les pêcheurs vendent en direct le produit de leur pêche. En Nouvelle-Calédonie, le marché de Port Moselle à Nouméa est le seul à proposer du poisson ;
- l'item « magasin » correspond à l'épicerie, souvent l'unique source d'achat en « brousse » ;
- l'item « supermarché » correspond aux magasins de la grande distribution, supermarchés et hypermarchés ;

5 Résultats

5.1 Caractéristiques générales de l'échantillon :

299 femmes ont été recrutées et ont fait l'objet des analyses suivantes. Toutes les femmes ayant accouché entre le 24 mars 2011 et le 1^{er} juillet 2011 n'ont pu participer à l'enquête.

Fraction de sondage : 1/3 des accouchements recensés sur la période de l'étude.

Les motifs de refus de participation formulés concernaient les craintes de répercussion esthétique du prélèvement d'une mèche de cheveux.

5.1.1 Vérification des quotas

5.1.1.1 Selon la zone géographique :

Dans un premier temps, la répartition par zones géographiques constituées selon la répartition de l'ISEE a été validée et est présentée dans le tableau suivant :

Zone géographique	Effectif	%	% théorique (ISEE)
NOUMEA	117	39,1	38,8
GRAND NOUMEA	80	26,8	27
NORD OUEST	23	7,7	8,6
NORD EST	27	9	8,6
SUD OUEST	14	4,7	4,7
SUD EST	9	3	2,8
ILES LOYAUTE	29	9,7	9,5
TOTAL	299	100	100

5.1.1.2 Selon la communauté d'appartenance :

La répartition par communautés de l'échantillon a également été comparée à celle de la population des femmes calédonienne et est présentée dans le tableau suivant.

Communauté	Effectif	%	% théorique (ISEE)
EUROPEENNES	87	29,1	29,2
MELANESIENNE	123	41,1	40,3
METISSE	57	19,1	19,8
POLYNESIENNE	32	10,7	10,7

5.1.1.3 Selon la zone géographique et la communauté (ISEE) :

Zone Communauté	Nouméa	Grand Nouméa	Iles Loyautés	Nord Est	Nord Ouest	Sud Ouest	Sud Est	Total
EUROPEENNE	49	27	0	4	3	3	1	87
MELANESIENNE	37	17	27	16	13	5	8	123
METISSE	20	18	2	6	7	4	0	57
POLYNESIENNE	11	18	0	1	0	2	0	32
Total	117	80	29	27	23	14	9	299

Le croisement entre la zone géographique et la communauté décrit les différentes répartitions des communautés selon les zones géographiques en Nouvelle-Calédonie. On constate ainsi que 87,2% des européennes, 90,7% des polynésiens et 68% des métisses vivent dans les zones de Nouméa et du Grand Nouméa. On note également que les femmes mélanésiennes représentent 93,1% de la population des Iles Loyautés, 61,5% du Nord Est, 59,1% du Nord Ouest et 87,5% du Sud Est. L'ensemble des communautés est bien représenté sur les zones de Nouméa, du Grand Nouméa et du Sud Ouest. Par contre, les Iles Loyautés et le Sud Est comportent essentiellement des femmes mélanésiennes et les zones Nord Est et le Nord Ouest comprennent en majorité des femmes mélanésiennes. Ces répartitions sont comparables à celles observées lors du dernier recensement de 2009.

5.1.1.4 Selon les classes d'âges :

Répartition théorique par classe d'âge de la mère (ISEE)							
-<20 ans	20 à 24	25 à 29	30 à 34	35 à 39	40 à 44	45 à 49	TOTAL
236	949	1142	1046	641	159	5	4178
17	68	82	75	46	11	0,4	299
Répartition observée par classe d'âge de la mère (échantillon)							
15	72	85	75	41	9	2	299
(observé – théorique)²/théorique							KHI 2 *
0,2	0,2	0,1	0,0	0,5	0,5	7,5	9,1

* Pour alpha=0,05 et 6 ddl, le Khi2=12,6

Hypothèse nulle : la distribution par âge observée à la maternité est conforme à la distribution territoriale. Le Khi2 calculé est inférieur à la valeur lue dans la table, on n'est pas en mesure de rejeter l'hypothèse nulle. On conclura donc que la distribution observée est statistiquement comparable à la répartition territoriale par classe d'âge de la mère.

Répartition théorique par classe d'âge de la mère (ISEE)						
<20 ans	20 à 24	25 à 29	30 à 34	35 à 39	40 à 49	TOTAL
236	949	1142	1046	641	164	4178
17	68	82	75	46	12	299
Répartition observée par classe d'âge de la mère (échantillon)						
15	72	85	75	41	11	299
(observé – théorique)²/théorique						KHI2 * 1,2
0,2	0,2	0,1	0,0	0,5	0,0	

* Pour $\alpha=0,05$ et 5 ddl, le $Khi2=11,1$

Hypothèse nulle : la distribution par âge observée à la maternité est conforme à la distribution territoriale.

Le $Khi2$ calculé est inférieur à la valeur lue dans la table, on n'est pas en mesure de rejeter l'hypothèse nulle.

On conclura donc que la distribution observée est statistiquement comparable à la répartition territoriale des âges de la mère.

Ces deux tests concluent à la conformité de la répartition de l'âge entre notre échantillon et la population de référence concernée. Notre échantillon proportionnel de fait en zones géographiques et en communautés est également proportionnel en classes d'âge. Ces deux tests tendent à démontrer la représentativité de l'échantillon et surtout l'absence de biais de sélection.

5.1.1.5 Selon les catégories socioprofessionnelles (CSP) :

CSP théorique de la mère (ISEE)								
Agricultrice	Artisane	Cadre	Prof. Intermédiaires	Employée	Ouvrière	Retraitée	Sans activité professionnelle	TOTAL
14	91	139	585	958	82	1	2308	4178
1,0	6,5	9,9	41,9	68,6	8,9	0,1	165,2	299
CSP observée de la mère								
2	13	23	47	66	12	0	136	
(observée – théorique)²/théorique								Khi2* 37,0
1,0	6,5	17,1	0,6	0,1	6,4	0,1	5,2	

*Pour alpha=0,001 et 7 ddl, le Khi2=24,3

Hypothèse nulle : les CSP observées à la maternité sont conformes à la distribution territoriale des CSP des mères. Le Khi2 calculé est supérieur à la valeur lue dans la table, on rejette l'hypothèse nulle avec un risque de se tromper inférieur à 0,01% (P<0,001).

CSP théorique de la mère (ISEE)				
Agricultrice & artisan	Cadre & prof. Intermédiaires	Employée & ouvrière	Retraitée & sans activité	TOTAL
105	724	1040	2309	4178
7,5	51,8	74,4	165,2	299
CSP observée de la mère				
15	70	78	136	299
(observée-théorique)²/théorique				Khi2* 19,2
7,4	6,4	0,2	5,2	

Pour alpha=0,001 et 3 ddl, le Khi2=16,3

Hypothèse nulle : les CSP observées à la maternité sont conformes à la distribution territoriale des CSP des mères. Le Khi2 calculé est supérieur à la valeur lue dans la table, on rejette l'hypothèse nulle avec un risque de se tromper inférieur à 0,01% (P<0,001).

La répartition par groupe de catégories socioprofessionnelles des mères de l'échantillon est sensiblement différente à celle de la population des femmes. Les cadres et les agricultrices et artisans sont surreprésentés dans l'échantillon au détriment des mères sans activité professionnelle. Ce test ne confirme pas la représentativité de l'échantillon comme la fait la répartition en classes d'âge, mais ne remet pas pour autant en cause les résultats de celle-ci. En effet, la variable catégorie socioprofessionnelle est discutable tant dans la réponse au questionnaire de l'étude, que dans les déclarations de naissance à la mairie auxquelles elles ont été confronté dans ce test. Par exemple, une mère déclarant être coiffeuse ou maçon ne précise pas la plus part du temps si elle est à son propre compte ou salarié d'une entreprise. Suivant son

statut, la catégorie socioprofessionnelle est différente. De même, pour un militaire ou un fonctionnaire, le grade détermine la catégorie socioprofessionnelle. Toutes ces approximations rendent la variable difficilement utilisable et explique la non conformité entre l'échantillon et la population des parturientes en 2010.

5.1.2 Variables socio-administratives :

5.1.2.1 Age :

La moyenne d'âge de la population étudiée est égale à 29,1 ans ($IC_{95\%} = [28,5 ; 29,8]$) avec un minimum de 17 ans et un maximum de 45 ans.

GROUPE D'AGE	Effectifs	%	% ISEE 2007
De 17 à 20 ans	15	5	5,2
De 21 à 25 ans	72	24,1	22,0
De 26 à 30 ans	85	28,4	28,1
De 31 à 35 ans	75	25,1	26,2
De 36 à 40 ans	41	13,7	14,9
Plus de 40 ans	11	3,7	3,6
Total	299	100	100

5.1.2.2 Nationalités :

99,3 % des parturientes sont de nationalité française (99,3% ISEE 2007). Seules une femme de nationalité coréenne et une de nationalité indonésienne ont été incluses dans l'étude en raison de leur durée de résidence supérieure à six mois sur le territoire.

5.1.2.3 Lieu de naissance :

76 % des personnes interrogées sont nées en Nouvelle-Calédonie comme le montre la répartition suivante (77,5% ISEE).

	Effectif	%
Nouvelle-Calédonie	227	75,9
France métropolitaine	57	19,1
Polynésie	9	3,0
Etranger	6	2,0

Total	299	100
--------------	------------	------------

5.1.2.4 Présence en Calédonie :

La durée moyenne de résidence sur le territoire calédonien est égale à 22,5 ans (IC 95% : 21,2 ans- 23,8 ans)..

Durée	Effectif	%	% cumulé
Entre 6 mois et 1 an	10	3,3	3,3
Entre 1 et 5 ans	29	9,7	13
Entre 5 et 10 ans	21	7	20,1
Entre 10 et 15 ans	9	3	23,1
Entre 15 et 20 ans	12	4	27,1
Entre 20 et 25 ans	70	23,4	50,5
Entre 25 et 30 ans	66	22,1	72,6
Entre 30 et 35 ans	47	15,7	88,3
Entre 35 et 40 ans	24	9	97,3
Plus de 40 ans	8	2,7	100
Total	299	100	

5.1.2.5 Etablissements :

Les 3 maternités de Nouméa ont participé à cette étude. Les 299 femmes ayant participé sont réparties selon les 3 établissements comme suit :

Etablissement	Effectif	%	%cumulé
CHT Magenta	150	50,2	50,2
Clinique Magnin	114	38,1	88,3
Polyclinique Anse-Vata	35	11,7	100

La moitié des femmes ont été recrutées à la maternité du CHT Magenta et cette répartition par maternité est relativement comparable à la distribution des accouchements entre ces 3 maternités de Nouméa, qui à elles 3 drainent plus de 90 % des accouchements de la Nouvelle-Calédonie.

Les communautés ne sont pas représentées de la même manière dans les trois établissements en raison de leur mode de recrutement qui diffère. Les quotas ont par contre été respectés sur l'ensemble des établissements.

Etablissement/Communauté	Européenne	Mélanésienne	Polynésienne	Métisse&Asiatique	Total
CHT Magenta	33	74	20	23	150
Clinique Magnin	49	24	11	30	114
Polyclinique Vata	5	25	1	4	35

Total	87	123	32	57	299
--------------	-----------	------------	-----------	-----------	------------

Ce tableau croisé entre les établissements et les communautés met bien en évidence les différences significatives de recrutement selon les établissements selon les communautés ($p < 0,01$). 71,4 % des femmes recrutées à la polyclinique de l'Anse Vata sont mélanésiennes. Près de la moitié des femmes ayant accouché à la clinique Magnin sont d'origine européenne. La répartition des femmes recrutées au CHT Magenta est plus diversifiée. Toutefois, ces répartitions sont effectivement influencées par le mode de recrutement des établissements et les quotas.

5.1.2.6 Profession :

163 (55 %) des mères exercent une activité professionnelle.

Agricultrice	Artisan	Cadre	Profession intermédiaire	Employée	Ouvrière	Retraitée	Sans activité professionnelle	Total
2	13	23	47	66	12	0	136	299
0,6 %	4,3 %	7,7 %	15,7 %	22,1 %	4 %	0,0 %	45 %	100%

5.1.3 Etude de la perception du risque lié au mercure :

91,1% des femmes interrogées déclarent n'avoir reçu aucune information sur le mercure. 1% des mères ayant reçu des informations sur le mercure pensent être suffisamment informées.

Concernant la question ouverte : « Dans quoi trouve-t-on du mercure ? » 48,6% des femmes déclarent n'en avoir aucune idée, 16% citent les poissons, 13% les thermomètres et 7% l'alimentation.

Concernant les questions orientées sur les produits pouvant contenir du mercure :

- 66,7% des femmes pensent qu'il y a du mercure dans les poissons,
- 48,6 % dans les plantes,
- 56,2 % dans les plombages,
- 49,7 % dans les crèmes pour éclaircir la peau,
- 48,3 % dans l'eau du robinet,
- 55,5 % dans l'eau de la rivière,
- 83,2 % dans les activités minières,
- 67,1 % dans les thermomètres
- et 52,7 % pensent qu'il n'y a pas de mercure dans les préparations magiques.

A la question ouverte sur les conséquences du mercure sur la santé humaine, 65,4 % des mères n'ont pas d'avis, 7,8 % citent le cancer, 5,1 % citent des effets neurologiques.

Enfin, à la question sur la toxicité du mercure, 95,9 % répondent qu'il est mauvais pour la santé.

	Oui	Non	Sans réponse
Avez déjà reçu une information sur le mercure ?	28 (9%)	271 (91%)	0
Si oui, vous sentez-vous suffisamment informée ?	3 (1%)	25 (7%)	271 (92%)
Pensez-vous qu'il y a du mercure dans ?			
- les poissons	200 (67%)	67 (22%)	32 (11%)
- certaines plantes	145 (49%)	103 (34%)	51 (17%)
- les plombages dentaires	169 (56%)	88 (29%)	42 (14%)
- certaines crèmes pour éclaircir la peau	150 (49%)	100 (34%)	49 (17%)
- l'eau du robinet	146 (48%)	116 (39%)	37 (13%)
- l'eau de la rivière	162 (55%)	95 (32%)	36 (12%)
- les activités minières	244 (83%)	27 (9%)	22 (8%)
- les thermomètres	197 (67%)	69 (23%)	27 (9%)
- les préparations magiques	65 (22%)	155 (53%)	73 (25%)
Pensez-vous que le mercure est mauvais pour la santé ?	287 (96%)	9 (3%)	3 (1%)

	Effectif (%)
Selon vous, dans quoi trouve-t-on du mercure ?	
- aucune idée	147 (49%)
- les poissons	48 (16%)
- les thermomètres	39 (13%)
- l'alimentation	21 (7%)
- Autres	45 (15%)
Total	300 (100%)
Selon vous, quels sont les effets du mercure sur la santé humaine ?	
- aucune idée	195 (65%)
- cancer	24 (8%)
- effets neurologiques	15 (5%)
- Autres	66 (22%)
Total	300 (100%)

5.1.4 Description du mode alimentaire

5.1.4.1 Nombre de repas et lieux :

Le nombre moyen de repas par jour est égal en moyenne à 3,4 repas par jour (IC_{95%}[3,3 ; 3,5]). La majorité des repas sont pris à la maison. 61 % des femmes déclarent manger exclusivement à la maison. Le second lieu de restauration le plus cité est représenté par le lieu de travail, où les repas sont soit issus des produits achetés dans les snacks, soit des gamelles ou préparations maison. Les repas pris dans les établissements de restauration commerciale sont rares et ne peuvent être considérés comme une habitude hebdomadaire. Le questionnaire alimentaire a porté sur les habitudes des 4 mois précédant l'enquête.

5.1.4.2 Consommation de poissons

a) Consommation de poissons selon leur provenance :

99% des personnes interrogées déclarent consommer du poisson, quelle qu'en soit la provenance (mer, de rivière ou en boîte).

Lorsque l'on étudie la fréquence des poissons consommés selon leur origine, on constate que :

- 97,9 % des femmes consomment des poissons de mer,
- 32,2 % consomment des poissons de rivière,
- 84,6 % mangent des poissons en conserve.

b) Les poissons de mer :

Parmi les femmes ayant déclaré consommer des poissons de mer, la moyenne de consommation en poisson de mer s'élève à 1,9 repas par semaine (IC_{95%} [1,7 ; 2,2]).

A noter que 20 % des femmes en consomment au moins 3 fois par semaine, 5,5 % entre 5 et 20 fois par semaine, et seules 6 personnes (2,1 %) ne consomment pas du tout de poissons de mer.

Les principaux poissons cités sont listés dans le tableau suivant. Le thon est le poisson de mer le plus souvent cité (127 fois) et par conséquent 42,8 % des mères déclarent consommer du thon.

Type de poisson de mer	Effectif	%
Thon	128	42,8 %
Picot	123	41,1 %
Dawa	85	28,4 %
Mulet	81	27,1 %
Bec de canne	56	18,7 %
Marlin/espadon	12	4,1 %
Saumon des Dieux	7	2,3 %

On constate que le poisson de mer cité en 2^{ème} position est le picot, viennent ensuite le Dawa, le mulet et le bec de canne.

c) Les poissons de rivière :

La consommation de poissons de rivière est marginale. C'est une pêche qui ne concerne que les populations de la grande terre à proximité des rivières. La moyenne globale est ainsi égale à 0,2 repas par semaine, ce qui représente environ un repas par mois (IC_{95%} [0,12 ; 0,25]). 209 personnes (69,9 %) ne consomment pas du tout de poissons de rivière. Chez les femmes qui en consomment, cette moyenne s'élève alors à 0,6 repas par semaine (IC_{95%} [0,56 ; 0,72]).

Les poissons de rivière les plus souvent cités sont le lapia, la carpe et le mulet. La lapia est cité 57 fois, sa proportion sur l'ensemble de l'échantillon est de 19,1 % et sa proportion parmi les 90 personnes qui mangent du poisson de rivière est de 63,3 %.

Type de poisson de rivière	Effectif	%
Lapia	57	19,2 %
Carpes	17	5,7 %
Mulet	16	5,3 %
<i>Black Bass</i>	5	1,7 %

d) Les poissons en conserve :

La consommation de poissons en boîte est égale en moyenne à 1,2 repas par semaine avec un IC_{95%} [1,1 ; 1,3]. 49 personnes soit 16,4 % de l'échantillon ne consomment pas de poissons en boîte de conserve. Ainsi cette consommation passe à 1,4 repas par semaine (IC_{95%} [1,27 ; 1,59]) lorsque l'on ne tient compte que des femmes qui en consomment. A noter 5 mères (1,7%) qui déclarent en manger tous les jours. Sardines, thon et maquereaux sont les poissons en boîte les plus consommés en Calédonie.

Type de poisson en boîte	Effectif	%
Sardines	193	64,6 %
Thon	111	37,1 %
<i>Maquereaux</i>	33	11 %

e) Les foies de poisson :

Seules 21 femmes consomment des foies de poisson, soit 7,2 % de la population.

f) Les lieux d'approvisionnement en poissons

La pêche personnelle ou en famille représente la première source d'approvisionnement avec 56,5 % des personnes qui s'approvisionnent en première intention avec le produit de leur propre pêche.

Lieux cités en premier	Effectifs	Fréquences
Pêche	169	56,5 %
Marché	66	22,1 %
<i>Supermarché</i>	48	16,1 %

En prenant en compte le deuxième lieu et le troisième lieu d'approvisionnement, 206 (68,9 %) des femmes consomment les produits de la pêche familiale. Cette particularité insulaire distingue nettement la Nouvelle-Calédonie de la métropole et d'autres pays. La pêche pratiquée localement est une pêche dite « lagonaire », puisque le territoire est entièrement entouré d'un récif d'une distance moyenne de 30 minutes en bateau. Les poissons issus de cette pêche à l'intérieur du lagon sont différents de ceux pêchés en eaux profondes ou pleine mer.

Remarques : il n'y a pas de poissonnerie en Nouvelle-Calédonie. Peu de supermarchés proposent un vrai étal de poissonnier, la plupart d'entre eux proposent simplement des portions de poissons pré-emballées. Le marché est le principal site pour acheter le poisson frais pêché du matin. Ce site d'approvisionnement devance le supermarché.

g) Etude des catégories de poissons

Les poissons ont été classés en trois catégories comme présenté plus haut : "friture", "lagonaire" et "pélagique". Ces catégories ont été déterminées par rapport au niveau de contamination en mercure, selon les données de l'étude menée par le SIVAP (Service d'Inspection vétérinaire, alimentaire et phytosanitaire).

Catégorie	Poisson	Teneur en mercure	Nombre de parturientes déclarant en consommer
Friture	Picot, dawa, mullet, perroquet, "blanc blanc", maquereau	Faible, voire négligeable	211
Lagonaire	Vivaneau, thon blanc, thon jaune, wahoo	Moyenne (entre 0,3 et 0,6 mg/Kg)	130
Pélagique	Marlin, espadon, requin, saumon des dieux, thon bacchi(rouge)	Élevé (>0,6mg/Kg)	18

5.1.4.3 La consommation de gibier :

221 (74 %) mères mangent du gibier. La moyenne de consommation est d'environ 1 repas par semaine (1,06 repas IC_{95%} [0,77 ; 1,35]. Chez les femmes qui consomment du gibier, cette valeur passe alors à 1,44 repas par semaine (IC_{95%} [1,21 ; 1,67]).

Parmi les consommatrices, 2,4 % soit 7 personnes consomment plus de 6 repas de gibier par semaine avec un maximum à 14 repas/sem.

Le gibier le plus consommé est le cerf comme le montre le tableau suivant.

Gibier	Effectifs	Fréquences
Cerf	197	65,9 %
Cochon sauvage	94	31,4 %
Bétail sauvage	9	3,0 %
<i>Roussette</i>	8	2,7 %

47 mamans (15,7 %) déclarent consommer les foies du gibier.

5.1.4.4 Relation entre communauté et type de poisson, lieu d'approvisionnement, traitements sur les cheveux

Type de poisson consommé	Européenne	Mélanésienne	Métisse & Autres	Polynésienne	TEST
Friture					
Oui	48,3% (42)	88,6% (109)	70,2% (40)	62,5% (20)	P < 0,0001
Non	51,7% (45)	11,4% (14)	29,8% (17)	37,5% (12)	
Lagonaire					
Oui	74,7% (65)	20,3% (25)	42,1% (24)	50% (16)	P < 0,001
Non	25,3% (22)	79,7% (98)	57,9% (33)	50% (16)	
Pélagique					
Oui	16,1% (14)	0,8% (1)	3,5% (2)	3,1% (1)	P < 0,0001
Non	83,9% (73)	99,2% (122)	96,5% (55)	96,9% (31)	
Approvisionnement					
Supermarché					
Oui	60,9% (53)	4,9% (6)	26,3% (15)	18,8% (6)	P < 0,0001
Non	39,1% (34)	95,1% (117)	73,7% (42)	81,3% (26)	
Pêche					
Oui	46% (40)	84,6% (104)	80,7% (46)	50% (16)	P < 0,0001
Non	54% (47)	15,4% (19)	19,3% (11)	50% (16)	
Marché					
Oui	41,4% (36)	35,8% (44)	26,3% (15)	62,5% (20)	P < 0,01
Non	58,6% (51)	64,2% (79)	73,7% (42)	37,5% (12)	
Age :					
De 15 à 24 ans	14,9% (13)	32,5% (40)	33,3% (19)	40,6% (13)	P < 0,01
De 25 à 34 ans	60,9% (53)	52% (64)	59,6% (34)	37,5% (12)	
De 35 à 45 ans	24,1% (21)	15,4% (19)	7,0% (4)	21,9% (7)	
Traitements sur les cheveux					
Défrisage					
Oui	2,3% (2)	22% (27)	14% (8)	12,5% (4)	P < 0,001
Non	97,7% (85)	78% (96)	86% (49)	87,5% (28)	
Coloration					
Oui	32,2% (28)	11,4% (14)	21,1% (12)	12,5% (4)	P < 0,01
Non	67,8% (59)	88,6% (109)	78,9% (45)	87,5% (28)	

Cette première série d'analyses montre qu'il existe une relation entre la communauté d'appartenance et les principales variables connues influençant l'imprégnation au mercure .

On distingue trois profils des femmes :

-Les **européennes** qui consomment davantage de "pélagiques" et de "lagonaires", vont davantage au supermarché, appliquent plus souvent une coloration.

-Les **mélanésiennes** qui consomment davantage de "friture", consomment plus souvent des poissons issus de la pêche, utilisent plus souvent le défrisage que les autres communautés.

-Les **métisses & autres et les polynésiennes** ont des habitudes alimentaires qui sont intermédiaires entre celles des européennes et celles des mélanésiennes.

5.1.4.5 Relation entre catégorie de poissons consommés et lieu d'approvisionnement

Type de poisson consommé	% Pêche familiale (N)	TEST
Friture Oui Non	81,5%(172) 38,6%(34)	P < 0,0001
Lagonaire Oui Non	54,6%(71) 79,9%(135)	P < 0,0001
Pélagique Oui Non	33,3%(6) 71,2%(200)	P < 0,01

Le mode d'approvisionnement est significativement lié à la catégorie de poissons consommés. Comme le montre le tableau ci dessus, la fréquence de l'approvisionnement via la pêche familiale est significativement plus élevée en cas de consommation de friture, et est significativement plus faible en cas de consommation de poissons lagunaires et pélagiques, ce qui concorde avec les pratiques puisque les poissons comme le thon, le wahoo, le vivaneau et les poissons pélagiques du large sont le plus souvent fournis par le produit de la pêche professionnelle.

Type de poisson consommé	% Supermarché (N)	TEST
Friture Oui Non	14,7%(31) 55,7%(49)	P < 0,0001
Lagonaire Oui Non	47,7%(62) 10,6%(18)	P < 0,0001
Pélagique Oui Non	72,2%(13) 23,8 %(67)	P < 0,0001

On observe également une relation significative entre la consommation de poisson et l'approvisionnement au supermarché, est moins fréquent en cas de consommation de friture, plus fréquents en cas de consommation de poissons lagunaires et pélagiques.

En effet, sur les étals des supermarchés de Nouvelle-Calédonie, les poissons proposés sont ceux issus de la pêche professionnelle et l'on retrouve plus souvent des poissons pélagiques comme le thon, le marlin et du saumon des dieux.

Type de poisson	% Marché (N)	TEST
Friture		
Oui	40,0 %(78)	NS
Non	42,0%(37)	
Lagonaire		
Oui	51,5 %(67)	P < 0,0001
Non	28,4 %(48)	
Pélagique		
Oui	46,6 % (7)	NS
Non	38,0 % (108)	

Les femmes qui consomment des poissons lagonaires, s'approvisionnent significativement plus souvent au marché.

5.1.4.6 Relation entre consommation de poisson lagonaire et pélagique

	% Lagonaire (N)	Test
Pélagique		
Oui	88,9 %(16)	P < 0,0001
Non	40,6 %(114)	

Les femmes qui consomment des poissons pélagiques, consomment également significativement plus souvent des poissons lagonaires.

5.1.4.7 Relation entre le type de poissons consommés et l'âge de la mère

Type de poisson	Classe d'âge			Test
	15-24 ans	25-34 ans	35 ans et +	
Friture				
Oui	25,1%(53)	55,9%(118)	19,0%(40)	NS
Non	18,2%(16)	55,7%(49)	26,1%(23)	
Lagonaire				
Oui	13,1%(17)	56,1%(73)	30,8%(40)	P < 0,001
Non	30,8%(52)	55,6%(94)	13,6%(23)	
Pélagique				
Oui	5,5%(1)	61,1%(11)	33,3%(6)	NS
Non	24,2%(68)	55,5%(156)	20,2%(57)	

On observe une relation significative entre la consommation de poissons lagonaires et l'âge, avec une proportion moins élevée de femmes jeunes qui consomment des lagonaires par rapport à celles qui n'en consomment pas.

5.1.5 « Plombages » dentaires, crèmes éclaircissantes et allaitement

La fréquentation d'un dentiste au cours des 4 derniers mois précédant l'accouchement est égale à 18,5%, soit 29 mères. Parmi celles-ci, 11 soit 38% déclarent avoir subi la pose ou la dépose d'un amalgame dentaire.

Le nombre moyen d'amalgames dentaires présent est égal de 2,1 par bouche ($IC_{95\%}[1,8 ; 2,3]$).

L'utilisation de crèmes éclaircissantes, étudiée dans l'enquête guyanaise, est relativement rare en Nouvelle-Calédonie, seules 2 mamans déclarent en utiliser.

85% des mamans allaitaient leur enfant au moment de l'enquête.

5.1.6 Les traitements sur les cheveux :

A la question « Quel traitement avez-vous fait depuis 4 mois sur vos cheveux ? », on observait que peu de femmes mentionnaient avoir effectué des traitements capillaires lors des 4 derniers mois de leur grossesse, comme le montre le tableau suivant :

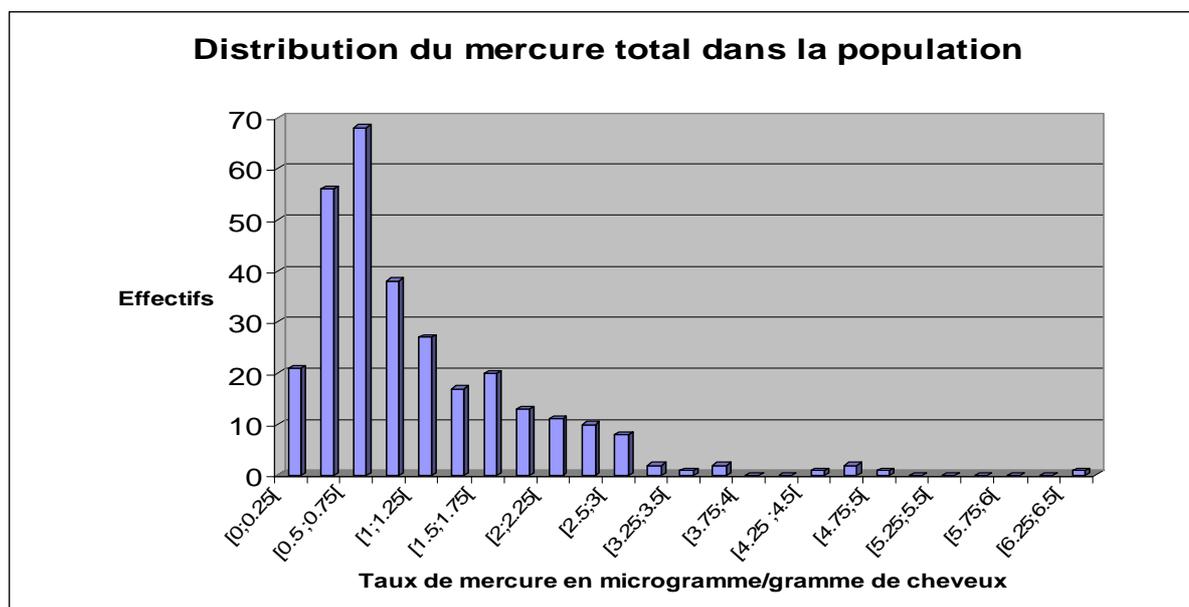
	Oui	Non
Défrisage	41 (14%)	258 (86%)
Permanente	7 (2%)	292 (98%)
Curling	1 (0,3%)	298 (99,7%)
Tissage, rajout, extension	8 (3%)	291 (97%)
Brushing	52 (17%)	247 (83%)
Mise en pli	4 (1%)	295 (99%)
Décoloration	6 (2%)	293 (98%)
Coloration	58 (19%)	241 (81%)

Ainsi, au total 182 (61%) mères n'ont subi aucun traitement capillaires au cours des quatre mois précédant le prélèvement.

5.2 Etude de l'imprégnation au mercure :

5.2.1 Distribution des dosages de mercure

Comme observé dans la figure suivante, les valeurs mesurées sont comprises entre la valeur minimum égale à 0,02 µg/g et la valeur maximum égale à 6,48 µg/g) avec une valeur **moyenne arithmétique** égale à **1,06 µg/g**, une médiane à 0,76 µg/g, le premier quartile à 0,48 µg/g, le troisième quartile à 1,43 µg/g, le percentile 95 à 2,5 µg/g de cheveux.



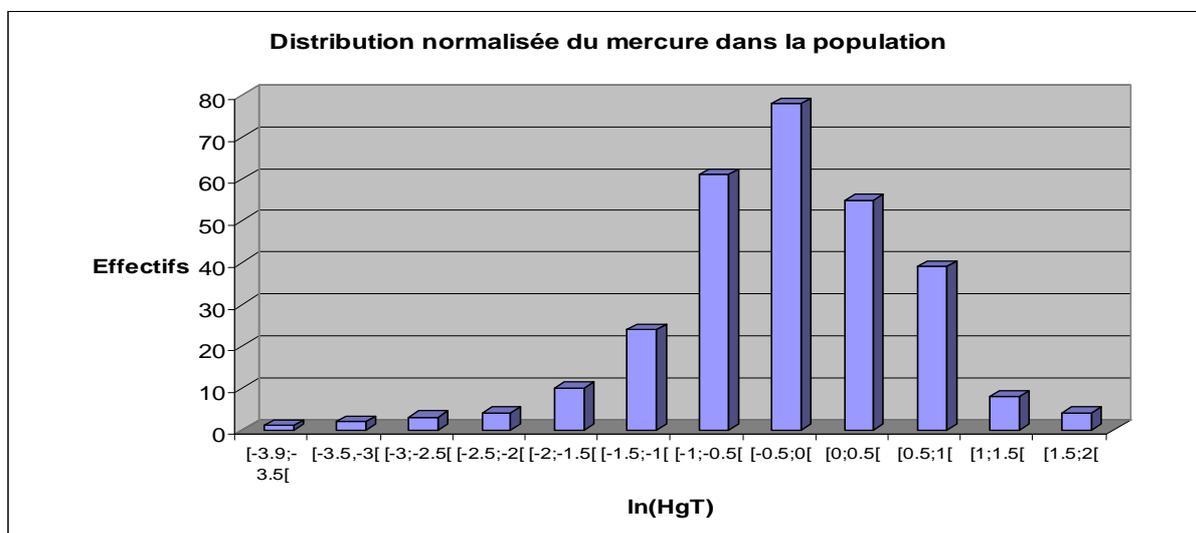
Rappel : 1 µg/g = 1 microgramme/gramme = 10⁻⁶ g/g = 10⁻³ mg/g = 1 mg/kg = 1 ppm (partie par million).

1 µg/L (sang) = 1 ppb (partie par milliard) = 10⁻³ mg/L = 0,25 µg/g (cheveux)

On observe que près de ¾ des valeurs sont inférieures à 1.5 microgrammes par gramme de cheveux, et près de 9 fois sur 10, inférieures à 2 µg/g. Seules 15 femmes dépassent le seuil de 2,5 µg/g recommandé par les organismes métropolitains (INVS). Ce seuil a été déterminé suite à la révision de la DHTP en 2003 à 1.6 microgrammes par kg de masse corporelle et par semaine et de l'application d'un facteur sécurité de 3.2 à la BMD calculée chez les femmes enceintes (14 µg/g)

Taux de mercure (µg/g)	Effectifs	Fréquence	Fréquence cumulée
[0 ; 0,5[	77	27,8 %	25,8 %
[0,5 ; 1[	106	35,5 %	61,3 %
[1 ; 1,5[	44	14,7 %	76,0 %
[1,5 ; 2[	33	11,0 %	87,0 %
[2 ; 2,5[	21	7,0 %	94,0 %
[2,5 ; 3[	8	2,7 %	96,7 %
[3 ; 3,5[	3	1,0 %	97,7 %
[3,5 ; 4[	2	0,7 %	98,4 %
[4 ; 5[	4	1,3 %	99,7 %
[5 ; 6,5[	1	0,3 %	100,0 %
Total	299	100 %	

La distribution du taux de mercure dans la population est en général considérée comme log normale⁽²⁾. La moyenne est alors de -0,259 (IC_{95%} [-0,161 ; 0,357]) pour une médiane de -0,274. Le premier quartile est à -0,734 et le troisième quartile est à 0,358. La distribution de la variable ln(HgT) est plus symétrique par rapport à la moyenne, mais les tests de normalité (Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, d'Agostino) n'ont pas confirmé l'adéquation de cette distribution avec la loi Normale. Par précaution, les tests non-paramétriques d'épi-info (Khi2, Kruskal-Wallis) seront privilégiés dans l'interprétation des dépendances entre variables.



Pour la suite de l'étude de l'imprégnation au mercure, l'analyse de la **moyenne géométrique** a été privilégiée par rapport à la moyenne arithmétique car elle est moins sensible aux valeurs extrêmes. Dans le cadre ce type d'exposition où certains individus peuvent présenter des taux bien plus élevés que ceux de la population générale, la moyenne géométrique fournit une meilleure estimation de la tendance centrale des données que la moyenne arithmétique.

La valeur **moyenne géométrique** obtenue s'élève ainsi à **0,77 µg** de mercure total par gramme de cheveux avec un intervalle de confiance à 95% compris entre [0,7 ; 0,85] (La variance a été calculée en utilisant la formule de variance d'un sondage stratifié à allocation proportionnelle, qui est le type de sondage probabiliste qui se rapproche le plus du sondage par quotas).

5.2.2 Etude détaillée des caractéristiques de l'imprégnation au mercure

5.2.2.1 Caractéristiques socio-administratives :

Age :

Lorsque l'on étudie la moyenne géométrique de mercure dans les cheveux par groupe d'âge, on observe un gradient qui croît significativement avec l'âge, compatible avec un phénomène de bioaccumulation.

Il est en effet probable que les modes d'alimentation des mères soient relativement stables, et que les femmes qui ont l'habitude de consommer des poissons de mer ne modifient pas leur comportement.

Groupe d'âge (années)	Effectif	Moyenne géométrique (mercure en µg/g)	Test
[15 ; 20 [15	0,55	P < 0,0001
[20 ; 25 [	72	0,60
[25 ; 30 [	85	0,69
[30 ; 35 [	75	0,72
[35 ; 40 [	41	1,04
[40 ; 50 [	11	1,09

Communautés :

Les résultats présentés ci-dessous à partir des données déclaratives concernant la communauté d'appartenance, traduisant également un mode de vie, montrent que les mères d'origine européenne ont une valeur moyenne significativement plus élevée que les femmes d'origine mélanésienne ou polynésienne. La valeur moyenne des femmes appartenant aux autres communautés (métisse et autres) est comprise entre celles des européennes et des mélanésiennes.

Communauté	Effectif	Moyenne géométrique (mercure en µg/g)	Test
Mélanésienne	123	0,5	P < 0,0001
Européenne	87	1,3	
Métisse et autres	57	0,8	
Polynésienne	32	0,8	

Zone géographique :

La zone de résidence et le taux de mercure sont significativement liés. Les mères résidant à Nouméa ont un taux significativement plus élevé que celui retrouvé pour les résidentes des autres zones géographiques étudiées.

Zone géographique	Effectif	Moyenne géométrique (mercure en µg/g)	Test
Grand Nouméa	80	0,74	P < 0,0001
Iles Loyautés	29	0,56	
Brousse	73	0,60	
Nouméa	117	1,01	
Nouméa et grand Nouméa			P < 0,01
Oui	197	0,89	
Non	102	0,59	
Iles Loyauté			P < 0,01
Oui	29	0,56	
Non	270	0,80	

5.2.2.2 Caractéristiques d'ordre général en rapport avec l'imprégnation

Lorsque l'on analyse le taux de mercure selon les variables générales contenues dans le questionnaire, on observe que le défrisage et la coloration des cheveux sont significativement liés au taux de mercure. La valeur moyenne des femmes ayant subi un défrisage est plus basse que chez les autres, et celle des femmes ayant subi une coloration est plus élevée.

Le fait d'avoir eu une information sur le mercure, d'avoir été chez le dentiste, d'avoir subi la pose d'un amalgame dentaire, d'avoir bénéficié d'une décoloration des cheveux ne semble pas avoir eu d'influence sur les résultats des dosages.

	Effectif	Moyenne géométrique (mercure en µg/g)	Test
Information sur le mercure			
Oui	28	0,55	NS
Non	271	0,80	
Visite chez le dentiste au cours des 4 derniers mois			
Oui	61	0,87	NS
Non	238	0,75	
Si oui, pose ou dépose d'un amalgame dentaire			
Oui	24	0,83	NS
Non	106	0,79	
Utilisation d'un produit pour éclaircir la peau			
Oui	2	0,30	NS
Non	297	0,78	
Défrisage au cours des 4 derniers mois			
Oui	41	0,42	P < 0,0001
Non	258	0,85	
Décoloration au cours des 4 derniers mois			
Oui	6	0,63	NS
Non	293	0,77	
Coloration au cours des 4 derniers mois			
Oui	58	1,03	P < 0,01
Non	241	0,72	

5.2.2.3 Caractéristiques alimentaires : consommation de poisson

Les résultats présentés ci-dessous mettent en évidence les relations significatives entre l'imprégnation au mercure et le type de consommation de poisson.

En effet, comme observé dans le tableau suivant, la valeur moyenne est significativement plus élevée chez les femmes qui mangent des poissons de mer (0.78 contre 0.42). Par contre, les femmes qui consomment du poisson de rivière ont une valeur moyenne significativement plus basse que les autres (0.54 versus 0.91).

Lorsque l'on étudie la relation entre le taux de mercure, la consommation de poisson de mer et de rivière, on observe que chez les femmes qui ne consomment pas de poisson de mer, aucune différence significative n'est observée en fonction de la consommation de poissons de rivière.

Par contre, chez celles qui consomment du poisson de mer, la valeur moyenne est significativement plus basse chez celles qui consomment également des poissons de rivière.

On n'observe pas de différence selon la consommation ou non de poisson en conserve.

Les résultats présentés ci-dessous mettent en évidence les relations significatives entre l'imprégnation au mercure et le type de poisson consommé, en particulier celui des poissons de mer.

	Effectif	Moyenne géométrique (mercure en µg/g)	Test
Poisson de mer			
Oui	293	0,78	P < 0,05
Non	6	0,42	
Poisson de rivière			
Oui	90	0,54	P < 0,01
Non	209	0,91	
Poisson en boîte			
Oui	253	0,76	NS
Non	46	0,85	
Poisson de rivière chez les femmes qui consomment des poissons de mer			
Oui	89	0,54	P < 0,001
Non	204	0,92	
Poisson de rivière chez les femmes qui ne consomment pas de poisson de mer			
Oui	1	0,44	NS
Non	5	0,41	
Poisson en boîte chez les femmes qui consomment des poissons de mer			
Oui	250	0,41	NS
Non	43	0,91	
Poisson en boîte chez les femmes qui ne consomment pas de poisson de mer			
Oui	3	0,53	NS
Non	3	0,33	

5.2.2.4 Caractéristiques alimentaires : mode d'approvisionnement en poisson

On observe que les femmes qui s'approvisionnent au supermarché ou au marché présentent des concentrations de mercure significativement plus élevées que les autres. Par contre, celles qui consomment les poissons issus de la pêche familiale ont un taux de mercure significativement plus bas que celles n'ayant pas ce mode d'approvisionnement.

Mode d'approvisionnement	Effectif	Moyenne géométrique (mercure en µg/g)	Test
Pêche familiale			
Oui	206	0,68	P < 0,01
Non	93	1,02	
Magasin			
Oui	18	0,57	NS
Non	281	0,78	
Supermarché			
Oui	80	1,14	P < 0,001
Non	219	0,67	
Marché			
Oui	115	0,85	P < 0,05
Non	184	0,73	

5.2.2.5 Caractéristiques alimentaires : poissons de mer

Lorsque l'on étudie, la relation entre le taux de mercure et le type de poissons de mer consommé, parmi les consommatrices de poissons de mer, on observe que les femmes qui consomment des « fritures » ont des résultats significativement plus bas que les autres (*Rappel : le terme « friture » est une appellation locale utilisée pour désigner les poissons du lagon qui tiennent dans une poêle à frire*).

Ces valeurs sont significativement plus élevées chez les consommatrices de poissons du grand large (type marlin, espadon et saumon des dieux), témoignant de l'influence de la consommation de ces poissons sur l'imprégnation mercurielle, comme cela est décrit dans la littérature.

Type de poisson de mer	Effectif	Moyenne géométrique (mercure en µg/g)	Test
Friture (picot, mullet, rouget, perroquet, dawa)			
Oui	211	0,67	P < 0,001
Non	88	2,03	
Lagonaire (vivaneau, thon blanc, thon jaune, wahoo)			
Oui	130	1,18	P < 0,001
Non	169	0,56	
Pélagique (marlin, espadon, saumon des dieux, requin, thon bacchi)			
Oui	18	2,12	P < 0,001
Non	281	0,72	

5.2.2.6 Caractéristiques alimentaires : consommation de gibier

Le fait de consommer du gibier est significativement lié aux résultats, puisque les femmes qui en consomment ont un taux significativement plus bas de mercure par rapport à celles qui n'en consomment pas. Les femmes qui consomment du cerf, du cochon sauvage et le foie des gibiers ont des valeurs significativement plus basses que celles qui n'en consomment pas.

On n'observe pas de lien avec la consommation de roussette qui est relativement marginale.

	Effectif	Moyenne géométrique (mercure en µg/g)	Test
Gibier			
Oui	221	0,70	P < 0,001
Non	78	1,04	
Cerf			
Oui	197	0,70	P < 0,05
Non	102	0,92	
Cochon sauvage			
Oui	94	0,64	P < 0,001
Non	205	0,78	
Roussette			
Oui	8	0,54	NS
Non	291	0,78	
Foie des gibiers			
Oui	47	0,51	P < 0,01
Non	174	0,76	

5.2.3 Caractéristiques générales et alimentaires des mères dépassant le seuil de 2.5 µg/g (OMS)

	Parturientes avec résultat supérieur à 2,5 µg/g,
Classe d'âges :	
[15 ; 25[	13,3 % (2)
[25 ; 35[	66,6 % (10)
[35 ; 45[	20 % (3)
Communauté	
- Européenne	53,3 % (8)
- Mélanésienne	13,3 % (2)
- Métisse, autres	26,6 % (4)
- Polynésienne	6,6 % (1)
Zone géographique	
- Grand Nouméa	26,6 % (4)
- Iles Loyautés	6,6 % (1)
- Brousse	26,6 % (4)
- Nouméa	40 % (6)

Alimentation	% de oui parmi les parturientes avec résultat supérieur à 2,5 µg/g,
Type de poisson consommé	
- Poisson de mer	100 % (15)
- Poisson de rivière	6,6 % (1)
- Poisson en boîte	86,7 % (13)
Espèce de poisson consommée	
- Friture	46,7 % (7)
- Lagonnaire	93,3% (14)
-Pélagique	40 % (6)
1^{er} mode d'approvisionnement	
- Pêche	53,3 % (8)
-Magasin	0 % (0)
- Supermarché	46,7 % (7)
- Marché	26,7 % (4)
Autres consommations	
- Gibier	53,3 % (8)
- Cerf	46,6 % (7)
- Cochon sauvage	6,6 % (1)
- Roussette	0 % (0)
- Foies de gibier	6,6 % (1)

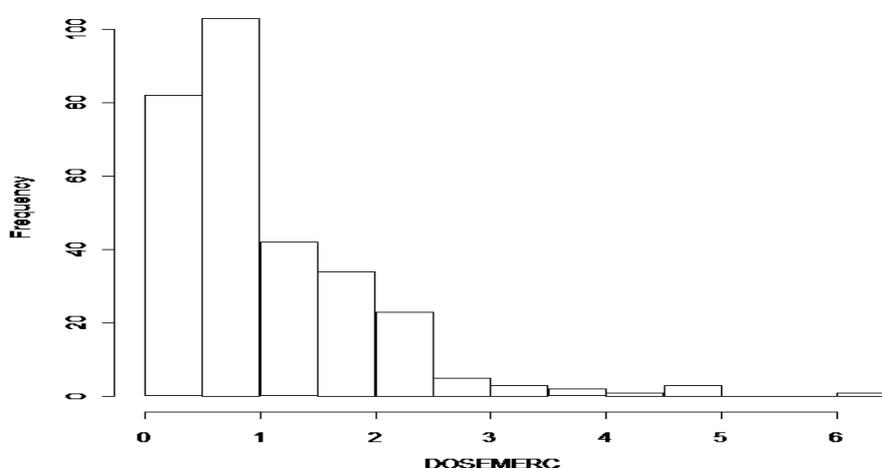
Autres facteurs	% de oui parmi les parturientes avec résultat supérieur à 2,5 µg/g,
Perception du risque lié au mercure	20 % (3)
Visite chez le dentiste	40 % (6)
Utilisation de crèmes ou de savons pour éclaircir la peau	0 % (0)
Défrisage des cheveux	20 % (3)
Décoloration des cheveux	0 % (0)
Coloration des cheveux	33,3 % (5)

Seules 15 mères dépassent le seuil recommandé par l'ANSES de 2,5 µg/g de mercure total dans les cheveux, on observe que toutes consomment des poissons de mer, notamment des pélagiques.

5.2.4 Analyse multivariée des valeurs de l'imprégnation au mercure

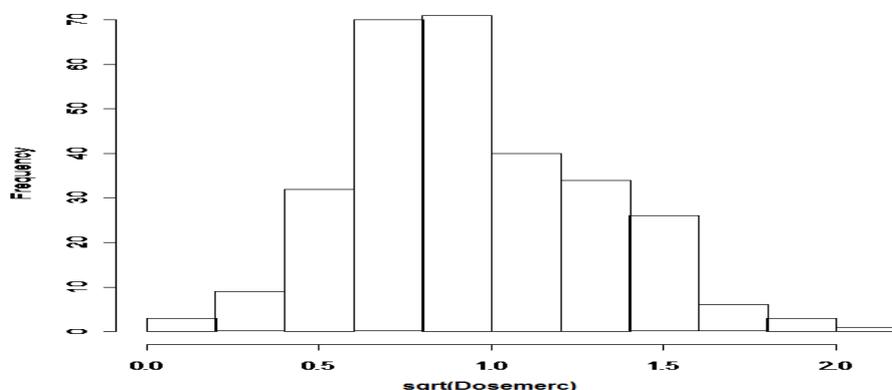
5.2.4.1 Modèle expliquant la variabilité du taux de mercure

Comme vu précédemment, la distribution le résultat du dosage de mercure dans les cheveux en $\mu\text{g/g}$, représentée sur l'histogramme suivant met en évidence des valeurs extrêmes. Les valeurs qui se situent à plus de 3.29 écarts type par rapport à la moyenne, ont une probabilité de 1/1000 et correspondent à des valeurs supérieures à 3.99 $\mu\text{g/g}$. Dans notre étude, la valeur la plus élevée était égale à 6,48



Histogramme de la variable Dosemerc

Au vu du graphique et dans le cas de la régression linéaire, nous choisissons d'exclure les cas où la quantité de mercure est supérieure à 4,5 $\mu\text{g/g}$. La distribution présentant un léger biais à gauche et des points aberrants à droite nous lui appliquons la transformation $X' = \sqrt{X}$, donnant une représentation gaussienne de cette variable.



Histogramme de $\sqrt{\text{Dosemerc}}$

Après constructions de cette variable Mercure en suivant ce modèle, dans toute la suite de cette partie les résultats seront interprétés en termes de variable transformée, i.e. la quantité de mercure dans les cheveux sera assimilée à la racine carrée de cette même quantité.

La régression linéaire afin d'expliquer la variation de la quantité de mercure a été réalisée à en incluant toutes les variables explicatives significatives sélectionnées lors des premières analyses présentées plus haut et effectuée à partir du module spécifique du logiciel R (âge de la mère, groupes de poissons selon leur teneur en mercure, traitement des cheveux, .types de poissons, mode d'approvisionnement, gibier consommé, zone de résidence, communauté d'appartenance).

```
Call:
lm(formula = Mercure ~ TEMPSICI + AGE + MERC4POIS + MERC5PLA +
    FCPRO + CHEVS + CHEVS + ALPRIV + ALG + PELAGIC + LAGONERE +
    SUPERMARCH + CERF + COCHON + NOBROUSS + LOYAUT + FRITURE +
    PECHE + factor(TROISCOMMU))

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    0.586224    0.140710    4.166 4.49e-05 ***
TEMPSICI      -0.001513    0.002085   -0.726 0.468816
AGE            0.011383    0.003849    2.957 0.003451 **
MERC4POIS      0.046305    0.046543    0.995 0.320916
MERC5PLA      -0.045264    0.039742   -1.139 0.255991
FCPRO         -0.009912    0.043483   -0.228 0.819894
CHEVS         -0.070613    0.056500   -1.250 0.212742
CHEVS         0.078113    0.053843    1.451 0.148312
ALPRIV        -0.071139    0.045596   -1.560 0.120190
ALG           0.030751    0.094496    0.325 0.745185
PELAGIC       0.253446    0.092777    2.732 0.006825 **
LAGONERE      0.178373    0.045864    3.889 0.000134 ***
SUPERMARCH    -0.031561    0.056195   -0.562 0.574955
CERF          -0.110430    0.087846   -1.257 0.210095
COCHON        -0.091855    0.049453   -1.857 0.064628 .
NOBROUSS      0.002560    0.051634    0.050 0.960509
LOYAUT        -0.151909    0.101577   -1.496 0.136255
FRITURE       -0.013839    0.048462   -0.286 0.775490
PECHE         0.022453    0.051060    0.440 0.660569
factor(TROISCOMMU)EURO  0.159737    0.059459    2.687 0.007787 **
factor(TROISCOMMU)METISSE 0.144433    0.055701    2.593 0.010170 *
```

Multiple R-squared: 0.4216, Adjusted R-squared: 0.3675
 F-statistic: 7.799 on 20 and 214 DF, p-value: < 2.2e-16

Modèle de régression complet

Au vu du résultat du test de Fisher global présenté ci-dessus (p -value < $2,2e-16$), nous pouvons conclure qu'au moins une des variables explicatives est associée à la quantité de mercure dans les cheveux, ajusté sur les autres variables.

Le modèle complet, intégrant ainsi toutes les variables explicatives, explique 42,2% de la variabilité du taux de mercure dans les cheveux de la femme.

Plus le nombre de paramètres augmente (nombre important de variables explicatives), plus l'ajustement aux données est bon (R^2 qui se rapproche de 1). En contrepartie l'estimation des paramètres est détériorée (la variance des estimateurs augmente) à cause des problèmes de colinéarité.

L'utilisation de la technique de régression pas à pas descendante, ou backward selection, permet de sélectionner un nombre réduit de variables qui sont le plus à même d'expliquer le taux de mercure retrouvé dans les cheveux. Cette méthode consiste à construire un modèle de régression complet qui intègre toutes les variables explicatives, et à en retirer à chaque étape une variable dont le test de Student est non

significatif, en commençant par celle qui explique le moins de variation. A chaque étape on supprime donc la variable qui a la p-value la plus grande et une nouvelle régression est lancée avec les variables restantes. Nous avons exécuté cette procédure à l'aide de la fonction drop1() du logiciel R pour un seuil $\alpha = 0,05$. Après plusieurs étapes nous obtenons le modèle suivant :

```
Call:
lm(formula = Mercure ~ AGE + PELAGIC + LAGONERE + CERF + factor(TROISCOMMU))

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      0.561225   0.092261    6.083 3.75e-09 ***
AGE               0.007984   0.002950    2.707 0.007205 **
PELAGIC          0.289254   0.076332    3.789 0.000184 ***
LAGONERE         0.198186   0.037827    5.239 3.12e-07 ***
CERF             -0.084419   0.035513   -2.377 0.018100 *
factor(TROISCOMMU) EURO  0.227638   0.043380    5.248 2.99e-07 ***
factor(TROISCOMMU) METISSE 0.148791   0.045259    3.288 0.001136 **

Multiple R-squared: 0.3746,    Adjusted R-squared: 0.3616
F-statistic: 28.75 on 6 and 288 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Résultat de la méthode descendante pour la régression linéaire multiple

Les tests de Student pour chacune des variables nous indiquent que :

- l'âge de la femme est linéairement associé au taux de mercure, ajusté sur les autres variables, avec un risque d'erreur inférieur à 5% (p-value = 0,007205). A statut identique en ce qui concerne la consommation de poissons pélagiques, lagonaires, de cerfs, et la communauté d'appartenance, l'augmentation de l'âge de la mère d'un an correspond à une augmentation moyenne de 0,008 microgrammes de mercure par gramme de cheveux, avec un intervalle de confiance [0.0022 ; 0.0137] de niveau de confiance 95% pour l'augmentation.
- la quantité moyenne de mercure par gramme de cheveux est significativement plus élevée chez les femmes consommant des poissons pélagiques et qui sont de même âge, issues de la même communauté et à statut identique concernant le reste de l'alimentation, avec un risque d'erreur inférieur ou égal à 5%. A âge, communauté d'appartenance, et statut alimentaire, concernant le cerf et les poissons lagonaires, identique, la quantité moyenne de mercure est plus forte de 0,289 microgrammes par gramme de cheveux, avec un intervalle de confiance [0.139 ; 0.4395] de niveau de confiance 95%, pour une femme consommant du poisson pélagique par rapport à une femme qui n'en consomme pas.
- la quantité moyenne de mercure par gramme de cheveux est significativement plus élevée pour les femmes consommant des poissons lagonaires et qui sont de même âge, issues de la même communauté et à statut identique concernant le reste de l'alimentation, avec un risque d'erreur inférieur ou égal à 5%. La quantité moyenne de mercure est plus forte de 0,1982 microgrammes par gramme de cheveux, avec un intervalle de confiance [0.1237 ; 0.2726] de niveau de confiance 95%, pour une femme consommant du poisson pélagique par rapport à une femme qui n'en consomme pas.

- la quantité moyenne de mercure par gramme de cheveux est significativement plus faible pour les femmes consommant du cerf, de même âge, issues de la même communauté et à statut identique concernant le reste de l'alimentation, avec un risque d'erreur inférieur ou égal à 5%. A âge, communauté d'appartenance, et statut alimentaire concernant les poissons pélagiques et lagunaires identiques, la quantité moyenne de mercure est plus faible de 0,0844 microgrammes par gramme de cheveux, avec un intervalle de confiance [-0.0145 ; -0.1543] de niveau de confiance 95%, pour une femme consommant du cerf par rapport à une femme qui n'en consomme pas.

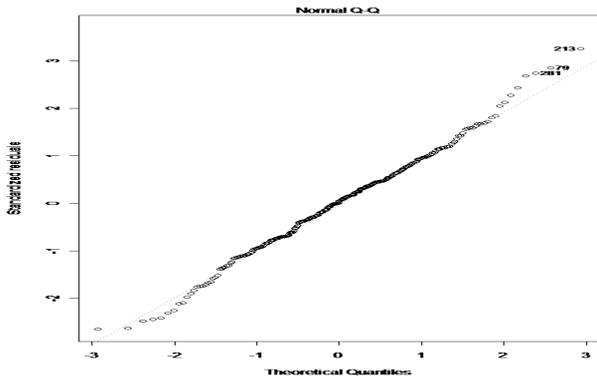
- la quantité moyenne de mercure est significativement plus élevée pour les femmes de type européen de même âge et à statut identique concernant les variables sur l'alimentation, avec un risque d'erreur inférieur ou égal à 5%. A âge et statut alimentaire concernant le cerf et les poissons identiques, la quantité moyenne de mercure est plus forte de 0.2276 microgrammes par gramme de cheveux, avec un intervalle de confiance [0.1423 ; 0.313] de niveau de confiance 95%, pour une femme appartenant au groupe européen par rapport à une femme appartenant au groupe polynésien et mélanésien (groupe de référence ici). De même, la quantité moyenne de mercure est plus forte de 0.1488 microgrammes par gramme de cheveux, avec un intervalle de confiance [0.0597 ; 0.2379] de niveau de confiance 95%, pour une femme appartenant au groupe métisse par rapport à une femme appartenant au groupe polynésien et mélanésien (groupe de référence ici).

Finalement le modèle retenu est le suivant :

$$\sqrt{Dosemerc} = 0,56 + 0,01 * Age + 0,29 * Pelagic + 0,2 * Lagonere - 0,08 * Cerf + 0,23 * TroiscommuEuro + 0,15 * TroiscommuMetisse$$

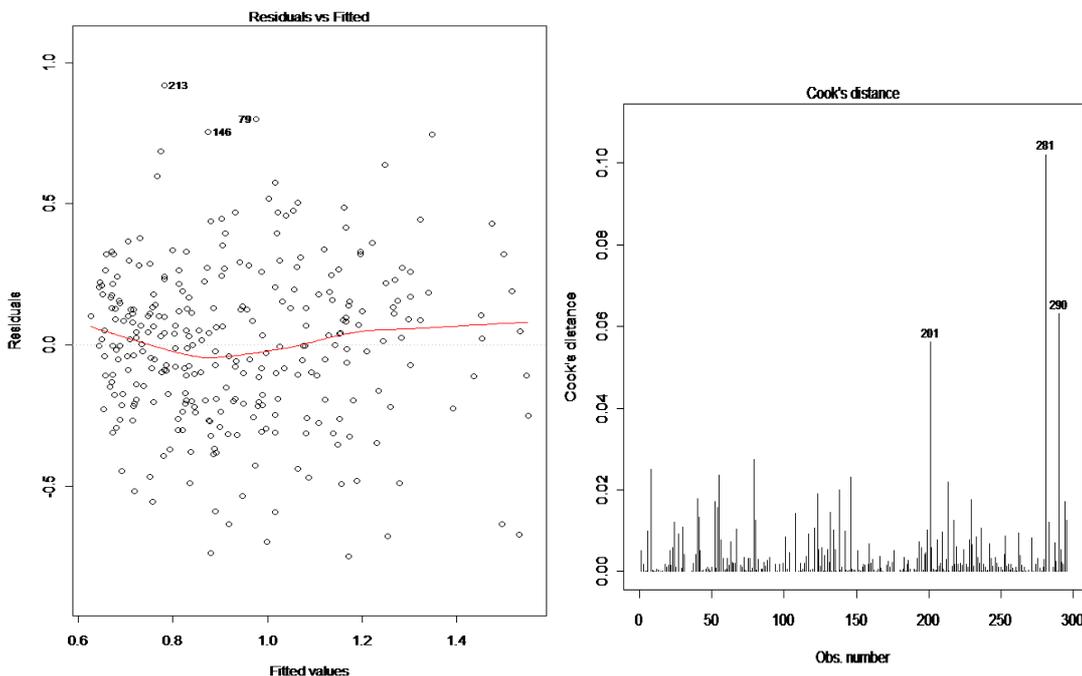
Analyse des résidus Les résidus sont définis comme étant les différences entre les valeurs observées et les valeurs estimées par le modèle de régression, ils ont la particularité de représenter la partie non expliquée par l'équation de régression. L'analyse des résidus a pour objectif de tester la validité d'un modèle de régression.

Tout d'abord, l'hypothèse de normalité a été examinée dans un premier temps, l'observation de la figure représentant Idéalement les quantiles observés et les quantiles théoriques (obtenus si la distribution est normale) forment une droite. Ici, le résultat est assez satisfaisant, le QQ-plot suggère des erreurs normales bien qu'un léger biais apparaît aux valeurs extrêmes.



Par ailleurs le test de Jarque et Bera, fonction présente dans le package tseries de R pour tester la normalité des erreurs ne permet pas de conclure à la non-normalité des erreurs. L'hypothèse de normalité ne sera donc pas remise en question.

A été ensuite présenté le graphe des résidus en fonction des valeurs prédites. En effet, lorsque les hypothèses associées au modèle sont correctes, les résidus et les valeurs prédites sont non corrélés. Par conséquent, le tracé de ses points ne devrait pas avoir de structure particulière. Leur représentation montre un nuage de résidus correctement répartis et symétrique autour de l'axe des abscisses, les conditions du modèle ne semblent donc pas invalidées.



Généralement, les critères utilisés pour juger de l'influence d'une observation sur le modèle de régression consistent à comparer un paramètre estimé sans la i -ème observation avec le même paramètre estimé à partir de toutes les observations. L'un des critères les plus utilisés est la distance de Cook.

Du point de vue de la distance de Cook, aucune valeur ne semble être considérée comme influente globalement (la valeur 1 est considérée comme valeur limite). Ainsi le modèle retenu est un modèle cohérent.

En conclusion

Ce modèle explique 37,5% de la variabilité du taux de mercure dans les cheveux des femmes. Cependant, s'il met en valeur les facteurs explicatifs principaux, il convient de faire quelques remarques.

La présence de mercure dans le poisson, et en particulier dans les poissons pélagiques, est un fait bien connu, il est donc cohérent de constater également dans cette étude que sa consommation participe à l'augmentation du taux de mercure dans les cheveux. De même, le mercure se bio-accumule en cas de consommation continue, ce qui explique l'effet de l'âge.

Ainsi, les valeurs moyennes d'imprégnation varient selon le groupe d'âge considéré et la consommation (ou non) de poissons pélagiques ou lagunaires comme le montre le tableau ci-dessous. Sous l'hypothèse d'un mode d'alimentation qui ne varie pas dans le temps. Voir aussi la durée de vie du mercure dans l'organisme.

		Moyenne	IC à 95%
Age	Moins de 27 ans	0,69	[0,6 ; 0,78]
	De 27 à 33 ans	1,19	[0,93 ; 1,21]
	Plus de 33 ans	1,34	[1,19 ; 1,7]
Poissons pélagiques	Consomme	2,44	[1,82 ; 3,06]
	Ne consomme pas	0,98	[0,88 ; 1,07]
Poissons lagunaires	Consomme	1,53	[1,35 ; 1,72]
	Ne consomme pas	0,7	[0,63 ; 0,77]

**Concentration moyenne de mercure dans les cheveux (en µg/g)
selon l'âge et la consommation de poissons**

En revanche, le fait que le taux de mercure tend à diminuer avec la consommation de cerf ne s'explique pas par des raisons physiologiques. Nous interpréterons plutôt la présence de la variable Cerf dans le modèle comme un indicateur d'une alimentation diversifiée, et ainsi remplacer le poisson par du cerf au cours de certains repas permet de ne pas accumuler trop de mercure.

De même, le fait qu'une femme de type européen ait tendance à présenter un taux de mercure plus élevé qu'une femme métisse, et surtout bien plus élevé qu'une femme de type mélanésien est surtout à mettre en relation avec des modes et des habitudes de vie très différents.

5.2.4.2 La consommation en poissons pélagiques et lagunaires

L'observation des résultats de la régression linéaire et les connaissances déjà établies sur l'imprégnation au mercure poussent à analyser plus en détails les variables concernant la consommation de poissons pélagiques et de poissons lagunaires.

On peut observer qu'une femme qui consomme des poissons pélagiques consomme, en général, également des poissons lagunaires comme le montre la figure ci-dessous.

Mange des poissons pélagiques	Mange des poissons lagunaires	
	NON	OUI
NON	165	110
OUI	2	14

Tableau de contingence observé du couple (Pelagic, Lagonere) (N=291)

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction
 X-squared = 14.1657, df = 1, p-value = 0.0001674

Cette observation est confirmée par le test du χ^2 ci-dessus. Nous rejetons l'hypothèse nulle selon laquelle Pelagic et Lagonere sont des variables indépendantes.

Suit donc l'introduction d'une nouvelle variable qualitative (Lagonly) qui permet de distinguer les personnes qui mangent uniquement des poissons lagunaires, par rapport aux autres consommations. Ainsi cette variable est créée de telle sorte que si une personne consomme des poissons pélagiques nous considérerons qu'elle ne mange pas de poissons lagunaires.

On obtient donc un nouveau tableau de contingence.

Mange des poissons pélagiques	Mange des poissons lagunaires	
	NON	OUI
NON	167	114
OUI	18	

Tableau de contingence observé du couple (Pelagic, Lagonly) (N=299)

Dans notre échantillon, la quantité moyenne de mercure retrouvée dans les cheveux d'une femme qui consomme des poissons lagunaires mais pas de pélagiques est de 1,39 $\mu\text{g/g}$ (IC à 95% = [1,21 ; 1,57]).

Deux régressions logistiques ont été utilisées afin d'évaluer le lien entre la consommation de ces deux types de poissons et le fait de dépasser le seuil recommandé.

La première est destinée à évaluer l'influence de la présence de poissons pélagiques dans l'alimentation.

```
Call:
glm(formula = SEUIL ~ AGE + as.factor(PELAGIC) + as.factor(CERF) +
as.factor(TROISCOMMU), family = binomial(link = "logit"),
na.action = na.pass)

Coefficients:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)      -5.02948    1.84626   -2.724 0.006447 **
AGE                0.04745    0.05514    0.861 0.389463
as.factor(PELAGIC) 1      2.34511    0.67938    3.452 0.000557 ***
as.factor(CERF) 1     -0.81736    0.57792   -1.414 0.157269
as.factor(TROISCOMMU) EURO  0.84564    0.77537    1.091 0.275436
as.factor(TROISCOMMU) METISSE 1.40424    0.81672    1.719 0.085549 .
```

Régression logistique incluant le facteur Pelagic ajusté sur les autres facteurs de risque

Nous pouvons constater, qu'ajusté sur les autres facteurs de risque, le fait de consommer des poissons pélagiques est significativement lié au fait de dépasser le seuil recommandé (p-value = 0.0006). L'odds ratio pour la variable Pelagic est 10,43 ($\exp(2.345)$) ce qui signifie que le fait de consommer des pélagiques multiplierait environ par 10 le risque de dépasser le seuil. Cependant au vu de l'intervalle de confiance très grand, (IC à 95% = [2,76 ; 39,52]), cette estimation n'est fournie qu'à titre indicatif pour donner une idée de l'influence de la consommation de ce type de poissons. L'imprécision s'explique de la faible proportion de femmes de l'échantillon qui dépasse le seuil étudié.

La seconde régression, maintenant, concerne les poissons lagunaires.

```
Call:
glm(formula = SEUIL ~ AGE + as.factor(LAGONLY) + as.factor(CERF) +
    as.factor(TROISCOMMU), family = binomial(link = "logit"),
    na.action = na.pass)
```

Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(>|z|)	
(Intercept)	-5.14957	1.70487	-3.021	0.00252	**
AGE	0.05416	0.05005	1.082	0.27925	
as.factor(LAGONLY) 1	0.11120	0.57279	0.194	0.84607	
as.factor(CERF) 1	-0.84910	0.55302	-1.535	0.12469	
as.factor(TROISCOMMU) EURO	1.43753	0.72961	1.970	0.04881	*
as.factor(TROISCOMMU) METISSE	1.53221	0.80067	1.914	0.05566	.

Régression logistique incluant le facteur Lagonly ajusté sur les autres facteurs de risque

Nous observons que, ajusté sur les autres mêmes facteurs de risque que précédemment, la consommation seule de poissons lagunaires n'est pas significativement liée à un dépassement du seuil (p-value = 0,846).

Nous avons ainsi voulu mettre en valeur que selon le type de poissons consommés, l'influence sur le taux de mercure diffère complètement, et que le principal facteur de risque relevé ici est la consommation de poissons pélagiques.

Nous nous sommes également intéressés à l'influence de la fréquence des repas composés de ces deux types de poissons. Pour ce faire, nous avons créé deux nouvelles variables (Fqpel et Fqlagonly), qui synthétisent les informations contenues dans chacune des variables correspondant aux fréquences de repas pour chaque poisson.

Parmi les 18 femmes consommant des poissons pélagiques, 7 déclarent en consommer moins de deux fois par mois et 11 en consomment au moins deux fois par mois, le maximum étant d'environ sept repas par mois, soit un peu moins de deux repas par semaine.

Dans cet échantillon, les femmes qui en consomment deux fois ou plus ont une concentration moyenne de mercure de 2,66 µg/g de cheveux (IC à 95% = [1,77 ; 3,53]) et celles qui en consomment moins de deux fois par semaine 2,1 µg/g de cheveux (IC à 95% = [1,02 ; 3,17]).

Parmi les 114 femmes consommant uniquement des poissons lagunaires, 57 déclarent en consommer deux fois par mois ou moins et 57 en consomment plus de deux fois par mois, le maximum étant d'environ quatorze repas par mois, soit un peu moins de quatre repas par semaine. Dans cet échantillon, les femmes qui consomment ces poissons plus deux fois ont une concentration moyenne de mercure de 1,38 µg/g de

cheveux (IC à 95% = [1,18 ; 1,58]) et celles qui en consomment deux fois ou moins par semaine de 1,41 µg/g de cheveux (IC à 5% = [1,11 ; 1,71]).

Nous intégrons les deux variables créées dans le modèle retenu pour la régression linéaire en remplaçant les simples variables catégorielles Pelagic et Lagonere.

```
Call:
lm(formula = racinmerc ~ AGE + FQPEL + FQLAGONLY + CERF + as.factor(TROISCOMMU))

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.573591    0.092873   6.176 2.25e-09 ***
AGE          0.007436    0.002975   2.500 0.012993 *
FQPEL1      0.332669    0.121827   2.731 0.006713 **
FQPEL2      0.542517    0.096951   5.596 5.14e-08 ***
FQLAGONLY1  0.178600    0.046618   3.831 0.000157 ***
FQLAGONLY2  0.222144    0.047056   4.721 3.68e-06 ***
CERF        -0.080856    0.035562  -2.274 0.023730 **
as.factor(TROISCOMMU)EURO  0.231491    0.043307   5.345 1.85e-07 ***
as.factor(TROISCOMMU)METISSE 0.146750    0.045260   3.242 0.001326 **

Multiple R-squared:  0.3799,    Adjusted R-squared:  0.3626
F-statistic: 21.9 on 8 and 286 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Modèle retenu intégrant les fréquences de consommation (repas)

Toutes les variables restent significatives avec un risque de 5%. Nous constatons, sans réelle surprise, que plus la fréquence de consommation de poissons est élevée, et tout principalement en poisson pélagique, plus la concentration en mercure est susceptible d'augmenter. Ce modèle explique environ 38% de la variabilité du taux de mercure, ce qui améliore sensiblement le modèle de la partie précédente.

Nous retiendrons donc un nouveau modèle qui est :

$$\sqrt{Dosemerc} = 0,57 + 0,007 * Age$$

$$+ 0,33 * \mathbb{1}_{[0;2]}(\text{fréquence de consommation de pélagiques par mois})$$

$$+ 0,54 * \mathbb{1}_{[2;7]}(\text{fréquence de consommation de pélagiques par mois})$$

$$+ 0,18 * \mathbb{1}_{[0;2]}(\text{fréquence de consommation de lagonaires par mois})$$

$$+ 0,22 * \mathbb{1}_{[2;14]}(\text{fréquence de consommation de lagonaires par mois})$$

$$- 0,08 * \mathbb{1}(\text{consomme du cerf})$$

$$+ 0,23 * \mathbb{1}(\text{communauté européenne})$$

$$+ 0,15 * \mathbb{1}(\text{communauté métisse})$$

5.2.4.3 Mise en évidence de deux profils opposés en Nouvelle-Calédonie

Cette étude a été effectuée au moyen d'une ACM, Analyse des Correspondances Multiples. Il s'agit d'une analyse factorielle qui permet l'étude de plusieurs variables qualitatives. Elle a été appliquée au dix variables explicatives qualitatives à deux modalités (Cerf, Pelagic, Lagonere, Friture, Alpriv, Supermarch, Peche, Nobrouss, Loyaut, Deuxcommun).

Choix du nombre d'axe à retenir : d'après le critère empirique de Kaiser, nous retenons les axes correspondant à des valeurs propres (ou inerties) supérieures à $1/10 = 0,1$; soit deux axes (cf. tableau de valeurs propres ci-dessous). Ce choix est cohérent avec une deuxième méthode de sélection qui est le critère du coude et qui se base sur la forme des éboulis des valeurs propres (cf. éboulis des valeurs propres en %).

Les deux axes ainsi sélectionnés retiennent un taux d'inertie expliquée de 47,5%.

	inertia	cum	ratio
1	0.32249190	0.3224919	0.3224919
2	0.15244580	0.4749377	0.4749377
3	0.09665713	0.5715948	0.5715948
4	0.08954209	0.6611369	0.6611369
5	0.07425362	0.7353905	0.7353905
6	0.06612379	0.8015143	0.8015143
7	0.06281941	0.8643337	0.8643337
8	0.05361866	0.9179524	0.9179524
9	0.04484581	0.9627982	0.9627982
10	0.03720178	1.0000000	1.0000000

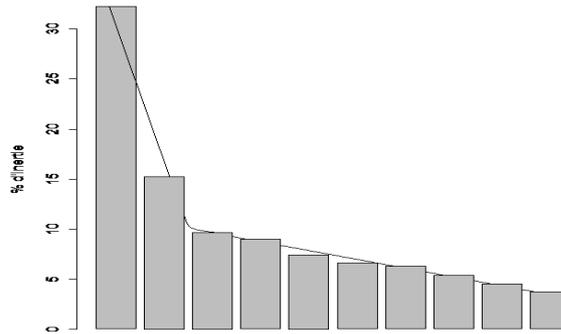


Tableau des valeurs propres et représentation des éboulis des valeurs propres en %

Interprétation des axes

	Comp1	Comp2
CERF.O	85	2051
CERF.1	45	1073
PELAGIC.O	37	2
PELAGIC.1	573	33
LAGONERE.O	583	14
LAGONERE.1	749	18
FRITURE.O	906	172
FRITURE.1	382	73
ALPRIV.O	136	442
ALPRIV.1	312	1017
SUPERMARCH.O	492	0
SUPERMARCH.1	1334	0
PECHE.O	946	82
PECHE.1	425	37
NOBROUSS.O	740	563
NOBROUSS.1	381	290
LOYAUT.O	38	403
LOYAUT.1	354	3720
DEUXCOMMUN.AUTRE	434	3
DEUXCOMMUN.EURO	1048	7

	Comp1	Comp2
CERF.O	0.2829995	0.954065939
CERF.1	-0.1480305	-0.499049876
PELAGIC.O	-0.1126844	-0.018548086
PELAGIC.1	1.7466078	0.287495333
LAGONERE.O	-0.5782119	0.062125803
LAGONERE.1	0.7427799	-0.079807762
FRITURE.O	0.9932483	0.297676225
FRITURE.1	-0.4182098	-0.125337358
ALPRIV.O	0.2505664	0.310979798
ALPRIV.1	-0.5763027	-0.715253534
SUPERMARCH.O	-0.4659324	-0.003442758
SUPERMARCH.1	1.2638417	0.009338482
PECHE.O	0.9926248	0.201423610
PECHE.1	-0.4454706	-0.090394986
NOBROUSS.O	-0.8374930	0.502366188
NOBROUSS.1	0.4315653	-0.258872373
LOYAUT.O	0.1169607	-0.260793240
LOYAUT.1	-1.0808779	2.410089256
DEUXCOMMUN.AUTRE	-0.4450205	0.024745095
DEUXCOMMUN.EURO	1.0741875	-0.059729539

Contribution des variables basées sur les corrélations, coordonnées des variables sur les axes

Nous comparons les valeurs des colonnes Comp1 et Comp2 divisées par 100 de la figure récapitulant les contributions de chaque modalité de variable à la contribution moyenne $1/10 = 0,1$ soit 10% et retenons les variables qui participent le plus à la construction de l'axe. Par exemple la première valeur de Comp1 est 85, $85/100 = 0,85 \leq 10$ donc nous ne retenons pas cette variable comme contribuant beaucoup à la construction de l'axe 1. Le signe correspondant sur la figure des coordonnées donne le sens de la contribution.

Pour l'axe 1, nous obtenons :

-	+
	Supermarch.1 Deuxcommun.Euro

L'axe 1 regroupe les femmes qui font leurs courses dans les supermarchés et qui appartiennent à la communauté européenne. Il est à noter que la quasi-totalité des supermarchés se trouvent dans la zone du Grand Nouméa, région dans laquelle réside également 85.1% des Européens de Nouvelle-Calédonie.

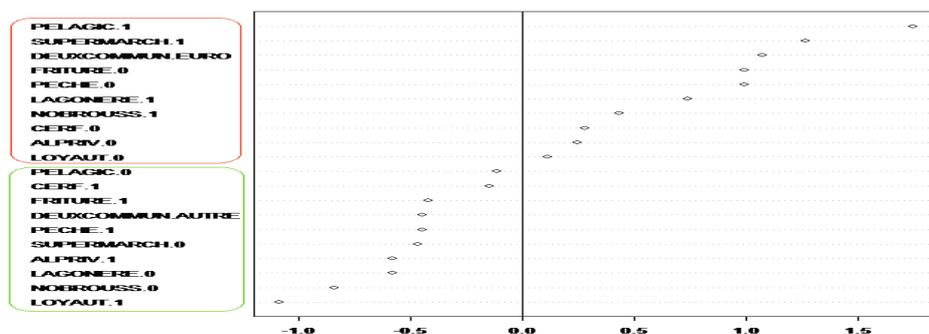
Pour l'axe 2, nous obtenons :

-	+
Cerf.1 Alpriv.1	Cerf.0 Loyaut.1

L'axe 2 met en valeur le fait que les femmes habitant dans les Iles Loyauté ne consomment généralement pas de cerf et les opposent à celles qui consomment à la fois du cerf et du poisson de rivières. En effet,

aucun cerf ni ovin n'a été recensé sur les Iles Loyauté ce qui explique que ce produit ne soit pas consommé par les habitants de cette région. Le cerf et le poisson de rivière sont essentiellement des produits respectivement de la chasse et de la pêche familiale. Ces deux activités se pratiquent essentiellement en Brousse.

Nous avons étudié plus en détail la répartition des modalités sur l'axe 1 qui retient 32,2% de taux d'inertie expliquée (soit deux fois plus que le deuxième axe).



Répartition des modalités sur l'axe 1

La répartition des modalités sur l'axe 1 permet d'établir des regroupements cohérents par rapport à toutes nos observations antérieures et à notre intuition. Deux profils s'opposent clairement.

D'un côté, nous trouvons la femme de type européen et qui vit surtout à Nouméa ou Grand Nouméa. Elle va plutôt s'approvisionner en poisson dans un supermarché et consomme principalement des poissons pélagiques.

De l'autre, nous avons la femme vivant aux Loyauté ou en Brousse qui aura plutôt tendance à consommer des poissons de friture et de rivière provenant de sa propre pêche ou encore du cerf.

Les résultats de ces analyses multivariées confirment bien les premières analyses effectuées, qui montrant l'influence de la consommation du poisson, liée aux modes de vie sur l'imprégnation au mercure.

6 Discussion

6.1 Caractéristiques de la population étudiée :

Cette enquête, à partir de l'analyse de la concentration en mercure dans les cheveux selon les données du questionnaire principalement alimentaire, a permis de mettre en évidence les particularités de la population calédonienne tant d'un point de vue des communautés que des zones géographiques. Les résultats des dosages mercure et leurs interprétations ne peuvent ignorer cette singularité locale.

Du point de vue des communautés, l'échantillon a été partitionné en quatre grands groupes : les européennes, les mélanésiennes, les polynésiennes et le reste de la population composé essentiellement de métisses et asiatiques. Ces groupes reflètent les différents types de mode de vie que l'on peut trouver sur le territoire. La consommation en poissons, en gibiers, les lieux d'approvisionnement sont très différents d'une communauté à l'autre.

Les résultats du SIVAP sur les concentrations en mercure dans la chair des poissons permettent de classer les différentes espèces en trois catégories : celles à très faible teneur en mercure, celles dont la teneur est non négligeable mais respectant les seuils fixés par les textes réglementaires en vigueur, et enfin les poissons chez qui on observe très régulièrement des teneurs approchant ou dépassant 1mg/kg. Les poissons de la première catégorie sont en général les poissons du lagon communément appelés fritures : mullet, rouget, picot, dawa, bossus, perroquet, bec de canne, maquereau. Dans la deuxième catégorie on retrouve les vivaneaux, thon blanc et wahoo. Enfin la troisième catégorie est représentée par les grands prédateurs pélagiques : poissons à rostre (marlin, espadon de tous types), requins, saumon des dieux, et thon bacchi. Les mollusques céphalopodes et les crustacés ne représentent que très peu de risque de concentration en mercure supérieure au seuil recommandé.

Chez les européennes, 23% déclarent manger de la friture, 75% manger des poissons de la deuxième catégorie et 14% manger des poissons de la troisième catégorie. Chez les mélanésiennes, 83% déclarent manger de la friture, 19% manger des poissons de la deuxième catégorie et 0% manger des poissons de la troisième catégorie. Les habitudes de consommation des métisses et des polynésiennes sont moins tranchées et se situe entre les habitudes des européennes et des mélanésiennes. 50 % déclarent manger de la friture, 50 % manger des poissons de deuxième catégorie et 3 % manger des poissons de la troisième catégorie. Au vu de ces résultats et de l'importance de la consommation de poisson sur la contamination au mercure, la communauté européenne est la plus exposée à une imprégnation au mercure.

Les modes d'approvisionnement sont également liés aux communautés ($P < 0,001$). 61% des européennes vont au supermarché pour acheter du poisson contre 4,9% des mélanésiennes, 26,3% des métisses et 18,8% des polynésiennes. 46% des européennes mangent du poisson venant de leur propre pêche contre 81% des mélanésiennes, 81% des métisses et 50 % des polynésiennes. 41% des européennes achètent du poisson au marché, 36% des mélanésiennes, 26% des métisses et 62% des polynésiennes. Les modes d'approvisionnement sont également liés au type de poisson consommé. Les personnes pratiquant la pêche consomment par exemple surtout de la friture. Les clients de supermarché consomment essentiellement du thon, voire des prédateurs.

La répartition des communautés sur le territoire calédonien est hétérogène. 87% des européennes, 91% des polynésiennes et 68% des métisses vivent à Nouméa et Grand Nouméa (Païta, Dumbéa et Mont Dore). Donc très peu d'européennes, de polynésiennes et quelques métisses habitent en Brousse. Les îles loyautés, l'Est et le Sud Est sont presque exclusivement peuplés de mélanésiennes.

L'âge de l'accouchement et la communauté sont également liés ($P < 0,01$). Si l'on regroupe les âges en trois classes, les européennes sont surreprésentées dans la classe [35 ; 46] et sous-représentées dans la classe [15 ; 25]. Inversement, les mélanésiennes sont surreprésentées dans la classe [15 ; 25] et sous-représentées dans la classe [35 ; 46]. Les métisses sont également sous-représentées dans la classe [35 ; 46].

6.2 Les valeurs toxicologiques de référence relatives au mercure alimentaire :

De façon générale, les teneurs en mercure total dans les populations non exposées à ce produit toxique sont d'environ 8 ppb (part per billion : partie par milliard), soit 8 $\mu\text{g/L}$ dans le sang et de 2 ppm (partie par million) soit 2 $\mu\text{g/g}$ de cheveux (OMS, 1990). Or, les populations humaines soumises à l'exposition au méthylmercure à travers leur consommation régulière de poisson augmentent leur imprégnation mercurielle bien au-dessus des concentrations observées chez les populations non exposées. La consommation de poissons étant à bien des égards, un excellent apport alimentaire, il convient d'établir les niveaux acceptables de mercure auxquels les individus peuvent être exposés, sans toutefois compromettre leur santé (source de protéines, omega 3).

Les intoxications massives de Minamata, de Niigata et d'Irak ainsi que les études épidémiologiques réalisées en Nouvelle-Zélande, aux Seychelles et aux Iles Féroé ont permis aux instances sanitaires internationales (OMS : organisation mondiale de la santé et FAO : Food and Agriculture Organisation) de déterminer une dose pouvant être consommée chaque semaine au cours de la vie entière sans incidence négative sur la santé du consommateur : c'est la Dose Hebdomadaire Tolérable Admissible Provisoire ou DHTP/PTWI. Cette dose admissible est calculée en incluant un facteur de sécurité de 10 par rapport à la dose minimale susceptible d'induire un effet dont la prévalence est de 5 %.

La valeur de référence proposée par l'agence française de sécurité des aliments (AFSSA 2009) pour les femmes enceintes est de **2,5 µg/g** de mercure dans les cheveux.

Cette concentration de mercure capillaire correspond aux apports alimentaires détaillés ci-dessous :

DHTP (mercure total) = 2,5 µg/kg de p.c./sem soit 0,36 µg/kg de p.c./j

Ce qui correspond à 3,2 µg/g de mercure dans les cheveux ou
12,7 µg/L de mercure dans le sang en moyenne (ces calculs étant
soumis à une variabilité non négligeable entre individus).

DHTP (méthylmercure) = 1,6 µg/kg de p.c./sem soit 0,23 µg/kg de p.c./j

Ce qui correspond à 2,2 µg/g de mercure dans les cheveux ou
8,7 µg/L de mercure dans le sang en moyenne.

Rappel : DHTP s'exprime en µg/kg de p.c./sem avec kg de p.c. = kilogramme de poids corporel. Donc, pour une femme enceinte de 65 kg, la dose hebdomadaire admissible de mercure total est de 162,5 µg/sem. La dose admissible journalière est moins pertinente car les calculs ont été effectués pour une semaine de consommation et dans le contexte d'une intoxication chronique et non d'un pic d'intoxication. Par contre, c'est une valeur intermédiaire de calcul qui permet de calculer la concentration de mercure dans le sang comme le montre la formule suivante (OMS/JECFA, 2003) :

$$d = \frac{C \times b \times V}{A \times f \times bw}$$

Avec

C = concentration de mercure dans le sang (µg/L).

b = constante d'élimination (0,014 jours⁻¹).

V = volume de sang (9% du poids corporel).

A = fraction de la dose absorbée (0,95).

f = fraction absorbée distribuée dans le sang (0,05).

bw = poids corporel (65 kg pour une femme enceinte).

d = dose (µg/kg de p.c./jour).

La concentration de mercure dans les cheveux est calculée en divisant par 4 la concentration de mercure dans le sang (OMS/JECFA, 2003) .

$$1 \mu\text{g/L}(\text{sang}) = 0,25 \mu\text{g/g}(\text{cheveux})$$

Ces valeurs toxicologiques sont protectrices car bien inférieures aux teneurs en mercure connues pour avoir des conséquences sur la santé humaine. Actuellement, en dessous de 20 µg/g de cheveux chez la maman, les données cliniques des différentes études ne fournissent aucune preuve évidente d'effets nocifs du mercure sur le neuro-développement de l'enfant. Au vu des différentes études, il est raisonnable de penser cependant que le seuil dose/réponse d'apparition d'effets cliniques observables chez l'enfant se situe entre 10 µg/g de cheveux et 20 µg/g pour les femmes enceintes. D'ailleurs, le seuil dose/réponse pour les femmes enceintes a été établi à 14 µg/g de cheveux par l'OMS (WHO/JECFA 2003). Ce seuil peut être compris comme le seuil maximal en dessous duquel il n'y a aucun effet sur la santé de l'enfant ou le seuil

minimal à partir duquel il peut y avoir un effet sur la santé de l'enfant. Ces seuils peuvent être amenés à évoluer dans les prochaines années. À noter également, que les études portant sur des populations exposées au méthylmercure uniquement à travers leurs consommations régulières de poissons n'ont pas apporté de preuves sur les conséquences nocives pour le nourrisson. L'apport en Omega3 et en sélénium pourrait contrebalancer les effets délétères du mercure.

6.3 Le niveau de mercure dans la population des parturientes :

Le niveau moyen (géométrique) de mercure dans la population des parturientes est de 0,77 µg/g de cheveux, soit bien en dessous des 2 µg/g (OMS, 1990) mesurés dans une population non exposée. Pourtant, la population calédonienne est une population consommatrice de poissons, ce qui est considéré comme un facteur de risque d'imprégnation mercurielle. Cependant, tous les poissons n'ont pas un taux important de mercure (source SIVAP, 2011, annexe 9.5). Les poissons du lagon calédonien les plus fréquemment consommés comme le picot, le dawa, le bec de canne, le mahi mahi... ne contiennent que très peu de mercure. Leur consommation régulière ne provoque donc pas une imprégnation mercurielle du consommateur. À l'inverse, pour les gros poissons pélagiques du large qui ont des concentrations mercurielles autour de 1mg/kg, l'étude a montré un lien entre la concentration mercurielle et la consommation de ces poissons et a également identifié ce facteur comme le seul à pouvoir expliquer un dépassement de seuil. Les résultats de cette étude montrent que 5%(15) des parturientes déclarent consommer les grands poissons pélagiques du large : requin, espadon, marlin, saumon des dieux. Parmi ces consommatrices de poissons pélagiques, 6 dépassent la valeur de référence de l'AFSSA 2009 sur un total de 15 dépassant cette valeur de référence. Cette population identifiée à risque en raison de son comportement alimentaire présente cependant des taux nettement inférieurs au seuil de 14 µg/g (BMDL : Benchmark Dose Lower Limit calculé par l'OMS en 2003). Ce taux correspond à la limite d'exposition au mercure dans les cheveux de la mère qui serait sans effets mesurables sur la santé de l'enfant. Toutes les autres variables analysées n'ont pas mis en évidence de lien significatif avec le taux de mercure dans les cheveux.

7 Conclusions :

Cette étude, réalisée pour la première fois en Nouvelle-Calédonie, suite au signalement d'un cas d'imprégnation au mercure chez une personne âgée avec une alimentation importante en poissons a permis d'estimer l'imprégnation au mercure dans une population sensible représentée par les femmes venant d'accoucher.

La valeur moyenne obtenue est largement inférieure aux seuils recommandés par l'OMS permettant d'éviter tout risque de trouble du développement neurologique chez l'enfant.

On a observé cependant que les facteurs qui influencent cette concentration sont ceux retrouvés dans la littérature, à savoir l'âge (par bioaccumulation) mais surtout la consommation de poissons pélagiques. Les femmes qui consomment ces espèces de poisson présentent des taux de mercure plus élevés et, peuvent dépasser les recommandations OMS. Seules 5%(15) des femmes ayant participé à l'enquête franchissent le seuil de 2,5 µg/g tout en restant très inférieures au seuil de 14 µg/g considéré actuellement comme le seuil à partir duquel les premiers effets cliniques mesurables chez l'enfant peuvent apparaître. Ce taux de dépassement faible s'explique par les habitudes alimentaires de la population calédonienne. Cette étude a d'ailleurs mis en évidence des profils alimentaires différents selon les communautés et donc des populations plus exposées.

Ainsi les femmes européennes qui consomment plus souvent du thon et des gros prédateurs ont des concentrations de mercure significativement plus élevées dans les cheveux que les femmes mélanésiennes qui consomment des poissons du lagon.

Les autres communautés étudiées ont des valeurs qui sont comprises entre ces deux communautés. Même si ces valeurs moyennes restent toujours inférieures aux seuils recommandés, il est par précaution tout à fait licite de recommander aux femmes enceintes, ainsi qu'aux femmes avec désir de grossesse de modifier leur alimentation, en particulier en ce qui concerne les poissons pélagiques.

Au vu des résultats d'analyse du SIVAP et de notre étude, les recommandations alimentaires concernent essentiellement les populations sensibles que sont les femmes enceintes et les enfants de moins de trente mois.

Pour ces populations, il est fortement déconseillé de consommer les espèces suivantes :

- Marlin
- Espadon de tous types
- Requin

- Thon Bacchi
- Saumon des Dieux

Pour ces populations il est également conseillé de limiter à un repas par semaine la consommation des espèces suivantes :

- Vivaneau
- Thon blanc
- Thon jaune
- Wahoo

Pour la population générale, il est conseillé de limiter à un repas par semaine la consommation des espèces suivantes :

- Marlin
- Espadon de tous types
- requin

8 Bibliographie :

(1) ^{a, b, c et d} Fiche toxicologique N° 55 de l'INRS [archive] : mercure et composés minéraux

(2) Exposition au mercure de la population amérindienne Wayana de Guyane - 1997

Etude de l'imprégnation par le mercure de la population de Sinnamary (Guyane) – I.N.V.S. Institut National de Veille Sanitaire – juillet 2004.

La question du mercure par Hydro-Quebec – Auteurs : Roger SCHETAGNE et Michel PLANTE – octobre 2006

« Le mercure » - Santé Canada, Santé de l'environnement et du milieu de travail – mars 2009

Carences nutritionnelles, oligo-éléments et cheveux. Place de l'ICP-MS – Annales de toxicologie analytique – 2007

Hair mercury levels, fish consumption, and cognitive development in preschool children from Granada. Laboratory of medical investigations, university of Granada (Spain). Ciber de Epidemiologia y Salud Publica (CIBERESP).

Joint FAO/WHO expert committee on food additives, sixty-first meeting, Rome, 10-19 June 2003, Summary and conclusions

Joint FAO/WHO expert committee on food additives, seventy-second meeting, Rome, 16-25 February 2010, Summary and conclusions

Afssa – Agence française de sécurité sanitaire des aliments – saisine n°2002-SA-0014 – octobre 2002.

Afssa – Agence française de sécurité sanitaire des aliments – saisine n°2008-SA-0309 – avril 2009.

Spéciation et toxicité des éléments minéraux – Association toxicologie CNAM – Paris – juillet 2003.

Effets du méthylmercure – agence française de sécurité sanitaire environnementale afsse – 25 mars 2004 – Philippe Saviuc et Nathalie Fouilhé Sam-Laï

ANSES – Consommation de poissons et exposition au méthylmercure – février 2009

INVS – Exposition de la population française aux substances chimiques de l'environnement – Fréry N., Saoudi A., Garnier R., Zeghnoun A., Falq G. – mars 2011

ISEE – Population totale selon le sexe, la communauté d'appartenance et la province de résidences – 2009

ISEE – Enfants nés vivants par province et par commune de domicile de la mère – 2007

9 ANNEXES

- 1. Questionnaire alimentaire**
- 2. Protocole cheveux**
- 3. Fiche cheveux**
- 4. Liste des variables socio-démographiques**
- 5. Listes des variables alimentaires**
- 6. Listes des variables créées**
- 7. Résultats du test de normalité de la distribution logarithmique du taux de mercure (logiciel Tanagra)**
- 8. Taux de mercure par espèce de poisson (source SIVAP, 2011)**
- 9. Recommandations hebdomadaires par portion par espèce de poisson pour les populations sensibles**
- 10. Recommandations hebdomadaires par portion par espèce de poisson pour la population générale**

9.1 **Questionnaire alimentaire**

N° FICHE :

ENQUETE D'EXPOSITION AU MERCURE

QUESTIONNAIRE ALIMENTAIRE

Les réponses doivent être portées en clair. Les cases grisées sont réservées au codage

Date de l'enquête: 2011

Date de l'accouchement : 2011

1. CRITERES D'INCLUSION

- Depuis combien de temps habitez-vous ici ? (> 6mois) :
- Nom de votre commune :
- Si vous avez déménagé, où habitiez-vous précédemment ?
Nom de la commune :

2. CARACTERISTIQUES SOCIO-DEMOGRAPHIQUES

Lieu de naissance (commune, pays) :

Date de naissance :

Communauté d'appartenance (mode de vie) :

Nationalité :

3. INFORMATIONS SUR LE MERCURE

Avez-vous déjà reçu une information sur le mercure ?

oui non

Si oui, vous sentez-vous suffisamment informé(e) ?

oui non

Selon vous, dans quoi trouve-t-on du mercure ? :

.....

- Pensez-vous qu'il y en a dans ?

Le poisson oui non

Certaines plantes oui non

Les plombages dentaires oui non

Certaines crèmes pour éclaircir la peau oui non

L'eau du robinet oui non

L'eau de la rivière oui non

Les activités minières oui non

Les thermomètres oui non

Les préparations magiques oui non

Selon vous, quels sont les effets du mercure sur la santé humaine?

.....
.....

• Selon vous, le mercure est ?

Mauvais pour la santé oui non

Bon pour la santé oui non

N'a pas d'effet sur la santé oui non

1. HABITUDES ALIMENTAIRES

Habituellement, combien de fois mangez-vous par jour (nombre de repas, collations) ?

.....

Où mangez-vous le plus souvent ? :

Nom de la commune	Identification du lieu	Nb de repas par semaine

4.1. Mangez-vous du poisson

de mer ?

de rivière ?

en boîte de conserve ?

Oui non, jamais oui non, jamais oui non, jamais

Si oui, combien de fois par semaine (/s) ou par mois (/m) mangez-vous du poisson

de mer ?

de rivière ?

en boîte de conserve ?

--	--	--

Si oui, précisez les noms des poissons les plus fréquemment consommés et si possible le nombre de fois correspondant par semaine (/s) ou par mois (/m) :

Nom du poisson (mer)	Nb de fois	Nom du poisson (rivière)	Nb de fois	Nom du poisson (boîte)	Nb de fois

Habituellement, mangez-vous les foies de poissons ?

oui non

Habituellement, où vous approvisionnez vous en poisson? (citer les différents lieux par ordre d'importance)

.....

4.2. Mangez-vous du gibier ? :

Oui non, jamais

Si oui, combien de fois par semaine (/s) ou par mois (/m) mangez-vous du gibier ? :

Si oui, précisez les noms des gibiers les plus fréquemment consommés et si possible, le nombre de fois correspondant par semaine (/s) ou par mois (/m) :

Nom du gibier	Nb de fois	Nom du gibier	Nb de fois	Nom du gibier	Nb de fois
<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>
<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>
<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 150px; height: 15px;" type="text"/>

Habituellement, mangez-vous les foies de gibiers ?

Oui non

1. AUTRES FACTEURS

1.1. Profession

• Occupez-vous actuellement une profession ?

oui non

Si oui, laquelle ?

Depuis quelle date ?

Occupez-vous actuellement une autre activité ?

oui non

Si oui, laquelle ?

ne pas remplir les cases
grisées



1.1. Amalgames dentaires - Crèmes - Savons

- Au cours des 4 derniers mois, avez-vous vu un dentiste ?

Oui non

Si oui, vous a-t-il posé ou retiré au moins un amalgame (plombage) sur une dent ?

Oui non

Nombre total d'amalgames dans la cavité buccale :

- Avez-vous utilisé, au cours des 4 derniers mois, des crèmes ou des savons pour éclaircir la peau ?

Oui non

Si oui, préciser quand (mois), le nombre de fois dans le mois, et le nom des produits utilisés :

Mois	Nb de fois au cours du mois	Nom des produits utilisés
.....
.....
.....
.....

- Allaitiez-vous un enfant ?

Oui non

2. PRELEVEMENT DE CHEVEUX

- Quel traitement avez-vous fait depuis 4 mois sur vos cheveux?

Défrisage oui non

Permanente oui non

Curling oui non

Tissage, rajout, extension oui non

Brushing (séchage mèche à mèche) oui non

Mise en pli (rouleaux, séchage au casque) oui non

Décoloration oui non

Coloration oui non

Le prélèvement d'une mèche de cheveux a été réalisé oui non

9.2 Protocole cheveux

ENQUETE D'IMPREGNATION AU MERCURE

PROTOCOLE DE PRELEVEMENT D'UNE MECHE DE CHEVEVEUX

Dr Yann Barguil, Ph. Biol.
Laboratoire de biochimie et d'hémostase
CHT Gaston Bourret

1) **ZONE DE PRELEVEMENT :**
Prélever en vertex postérieur.

2) **TAILLE DE LA MECHE**
Une mèche dont la superficie au niveau du cuir chevelu fait au moins la taille d'un crayon à papier.

3) **TECHNIQUE DE PRELEVEMENT**
Placer un lacet (par ex, un fil rouge de sac poubelle, ça ne glisse pas) à un 1cm du cuir chevelu afin d'orienter la mèche (proximal / distal). La patiente peut éventuellement vous aider en tenant la mèche de cheveux pendant que vous faites le nœud.
Coupe au ras du cuir chevelu avec des ciseaux, ne pas arracher les cheveux.

4) **REPERAGE DES EXTREMITES**
Scotcher les 2 bouts du fil sur une feuille de papier
Noter sur la feuille : extrémité proximale / extrémité distale ou haut / bas,

Attention ne pas scotcher directement la mèche de cheveux sur la feuille de papier, uniquement le fil !

Indiquer également sur la feuille de papier :

- le nom de la personne,
- le nom de l'établissement,
- la date du prélèvement,
- le numéro attribué dans le service pour l'enquête

5) **STOKAGE ET CONSERVATION**
Placer chaque feuille remplie avec la mèche dans une enveloppe en papier
Conserver à T° ambiante.
Mettre le tout dans une grande caisse/boîte

Notre coordonateur, M. Floury vous contactera régulièrement afin de récupérer les questionnaires et les enveloppes contenant les mèches de cheveux

9.3 **Fiche cheveux**

ENQUETE D'EXPOSITION AU MERCURE

FICHE DE PRELEVEMENT CHEVEUX

ETABLISSEMENT :

NUMERO DE LA FICHE :

DATE PRELEVEMENT :

NOM ET PRENOM DE LA MERE :

9.4 Listes des variables socio-démographiques

Variables	Description	Unité ou codage
ETABLI	Maternité	1=Magenta ; 2=Magnin ; 3=Anse-Vata
NFICHE	Numéro de fiche	
DOSEMERC	Résultat du dosage au mercure	microgramme/gramme
COULEUR	Couleur de cheveux de la mère	couleur
DATEENQ	Date où a eu lieu le prélèvement	date
DATEAC	Date de l'accouchement	date
TEMPSICI	Temps depuis laquelle la mère vit en NC	années
COMMUNE1	Nom de la commune où la mère habite	code communes
COMMUNE2	Nom de la commune précédente si déménagement	code communes
SC1	Lieu de naissance	nom commune
SC2	Date de naissance	date
SC3	Communauté d'appartenance	nom communauté
SC4	Nationalité	nationalité
MERC1	Information sur le mercure	0="Non" ; 1="Oui"
MERC2	Suffisamment informée	0="Non" ; 1="Oui"
MERC3	Dans quoi on trouve le mercure	
MERC4POIS	Mercure dans poisson	0="Non" ; 1="Oui"
MERC5PLA	Mercure dans certaines plantes	0="Non" ; 1="Oui"
MERC6PLO	Mercure dans plombages dentaires	0="Non" ; 1="Oui"
MERC7CRE	Mercure dans crèmes pour éclaircir la peau	0="Non" ; 1="Oui"
MERC8ROB	Mercure dans eau du robinet	0="Non" ; 1="Oui"
MERC9RIV	Mercure dans eau de rivière	0="Non" ; 1="Oui"
MERC10MIN	Mercure liées activités minières	0="Non" ; 1="Oui"
MERC11THE	Mercure dans thermomètres	0="Non" ; 1="Oui"
MERC12MAG	Mercure dans préparation magiques	0="Non" ; 1="Oui"
MERC13	Effet mercure sur santé	
MERC14BAD	Mercure mauvais pour santé	0="Non" ; 1="Oui"
MERC15BON	Mercure bon pour santé	0="Non" ; 1="Oui"
MERC16NO	Mercure sans effet sur santé	0="Non" ; 1="Oui"
FCPRO	Exerce une profession	0="Non" ; 1="Oui"
FCPRO1	Profession exercée	nom profession
FCPRO2	Date de début dans cette profession	date
FCPRO3	Exerce une autre activité	0="Non" ; 1="Oui"
FCPRO4	Autre activité exercée	nom activité
FCDENT1	Visite chez le dentiste dans les 4 derniers mois	0="Non" ; 1="Oui"
FCDENT2	Amalgame dentaire dans les 4 derniers mois	0="Non" ; 1="Oui"
FCDENT3	Nombre total d'amalgames dentaires	0=Aucun ; 1=Un ; 2=Deux ; etc.
FCDENT4	Produits pour éclaircir la peau dans les 4 derniers mois	0="Non" ; 1="Oui"
FCDENT4M1	Mois de l'utilisation	mois
FCDENT4F1	Fréquence au cours de ce mois	nombre fois/ semaine
FCDENT4N1	Produits utilisés	nom produits
FCDENT4M2	Mois de l'utilisation	mois
FCDENT4F2	Fréquence au cours de ce mois	nombre fois/ semaine
FCDENT4N2	Produits utilisés	nom produits
FCDENT4M3	Mois de l'utilisation	mois
FCDENT4F3	Fréquence au cours de ce mois	nombre fois/ semaine
FCDENT4N3	Produits utilisés	nom produits
FCDENT4M4	Mois de l'utilisation	mois
FCDENT4F4	Fréquence au cours de ce mois	nombre fois/ semaine
FCDENT4N4	Produits utilisés	nom produits
FCENF	Allaitement d'un enfant	0="Non" ; 1="Oui"
CHEV1	Défrisage dans les 4 derniers mois	0="Non" ; 1="Oui"
CHEV2	Permanente dans les 4 derniers mois	0="Non" ; 1="Oui"
CHEV3	Curling dans les 4 derniers mois	0="Non" ; 1="Oui"
CHEV4	Tissage, rajout, extension dans les 4 derniers mois	0="Non" ; 1="Oui"
CHEV5	Brushing dans les 4 derniers mois	0="Non" ; 1="Oui"
CHEV6	Mise en pli dans les 4 derniers mois	0="Non" ; 1="Oui"
CHEV7	Décoloration dans les 4 derniers mois	0="Non" ; 1="Oui"
CHEV8	Coloration dans les 4 derniers mois	0="Non" ; 1="Oui"

9.5 Liste des variables alimentaires

Variables	Description	Unité ou codage
AL1	Nombre de repas par jour	0=Non ; 1=Un ; 2=Deux ; etc.
AL2C1	Commune où on mange régulièrement	code communes
AL2L1	Lieu du repas	nom de lieu
AL2F1	Nombre de repas dans ce lieu	repas/semaine
AL2C2	Commune où on mange régulièrement	code communes
AL2L2	Lieu du repas	nom de lieu
AL2F2	Nombre de repas dans ce lieu	repas/semaine
AL2C3	Commune où on mange régulièrement	code communes
AL2L3	Lieu du repas	nom de lieu
AL2F3	Nombre de repas dans ce lieu	repas/semaine
AL2C4	Commune où on mange régulièrement	code communes
AL2L4	Lieu du repas	nom de lieu
AL2F4	Nombre de repas dans ce lieu	repas/semaine
ALPMER	Mange du poisson de mer	0="Non" ; 1="Oui"
ALPRIV	Mange du poisson de rivière	0="Non" ; 1="Oui"
ALPBTE	Mange du poisson en boîte	0="Non" ; 1="Oui"
ALFPMER	Fréquence poisson de mer	nombre poissons/semaine
SEMALFPRIV	Fréquence poisson de rivière	nombre poissons/semaine
SEMALFPBTE	Fréquence poisson de boîte	nombre poissons/semaine
ALPM1	Poisson de mer mangé fréquemment	nom poisson
ALFPM1	Fréquence	nombre poissons/semaine
SEMALPR1	Poisson de rivière mangé fréquemment	nom poisson
ALFPR1	Fréquence	nombre poissons/semaine
ALPM2	Poisson de mer mangé fréquemment	nom poisson
ALFPM2	Fréquence	nombre poissons/semaine
SEMALPR2	Poisson de rivière mangé fréquemment	nom poisson
ALFPR2	Fréquence	nombre poissons/semaine
ALPM3	Poisson de mer mangé fréquemment	nom poisson
ALFPM3	Fréquence	nombre poissons/semaine
SEMALPR3	Poisson de rivière mangé fréquemment	nom poisson
ALFPR3	Fréquence	nombre poissons/semaine
ALPM4	Poisson de mer mangé fréquemment	nom poisson
ALFPM4	Fréquence	nombre poissons/semaine
SEMALPR4	Poisson de rivière mangé fréquemment	nom poisson
ALFPR4	Fréquence	nombre poissons/semaine
ALPM5	Poisson de mer mangé fréquemment	nom poisson
ALFPM5	Fréquence	nombre poissons/semaine
SEMALPR5	Poisson de rivière mangé fréquemment	nom poisson
ALFPR5	Fréquence	nombre poissons/semaine
ALPB1	Poisson en boîte mangé fréquemment	nom poisson
ALFPB1	Fréquence	nombre poissons/semaine
ALPB2	Poisson en boîte mangé fréquemment	nom poisson
ALFPB2	Fréquence	nombre poissons/semaine
ALPB3	Poisson en boîte mangé fréquemment	nom poisson
ALFPR301	Fréquence	nombre poissons/semaine
ALPB4	Poisson en boîte mangé fréquemment	nom poisson
ALFPB4	Fréquence	nombre poissons/semaine
ALPB5	Poisson en boîte mangé fréquemment	nom poisson
ALFPB5	Fréquence	nombre poissons/semaine
ALFOIP	Mange les foies de poissons	0="Non" ; 1="Oui"
ALLIEU1	Lieu d'approvisionnement en poissons	nom de lieu
ALLIEU2	Lieu d'approvisionnement en poissons	nom de lieu
ALLIEU3	Lieu d'approvisionnement en poissons	nom de lieu
ALG	Mange du gibier	0="Non" ; 1="Oui"
ALFG	Fréquence	nombre repas gibier/ semaine
ALG1	Gibier mangé fréquemment	nom gibier
ALFG1	Fréquence	nombre fois/ semaine
ALG2	Gibier mangé fréquemment	nom gibier
ALFG2	Fréquence	nombre fois/ semaine
ALG3	Gibier mangé fréquemment	nom gibier
ALFG3	Fréquence	nombre fois/ semaine
ALG4	Gibier mangé fréquemment	nom gibier
ALFG4	Fréquence	nombre fois/ semaine
ALFOIG	Mange foies de gibier	0="Non" ; 1="Oui"

9.6 Liste des variables créées

Variables	Description	Unité ou codage
age	Age de la mère	années
deuxcommun	Communauté d'appartenance	"EURO" ; "AUTRE"
troiscommu	Communauté d'appartenance	"EURO" ; "METISSE" ; "AUTRE"
geo1	Zone géographique d'habitation de la mère	"Brousse" ; "Iles Loyaute" ; "Grand Nouméa" ; "Noumea" ; "Autres"
nobrouss	Habite à Noumea ou Grand Noumea	0="Non" ; 1="Oui"
loyaut	Habite aux Loyaute	0="Non" ; 1="Oui"
coiffeur	Est allée chez le coiffeur	0="Non" ; 1="Oui"
magasin	Achète du poisson au magasin	0="Non" ; 1="Oui"
supermarch	Achète du poisson au supermarché	0="Non" ; 1="Oui"
marche	Achète du poisson au marché	0="Non" ; 1="Oui"
peche	Peche du poisson	0="Non" ; 1="Oui"
pelagic	Mange des poissons pélagiques	0="Non" ; 1="Oui"
lagonere	Mange des poissons lagunaires	0="Non" ; 1="Oui"
friture	Mange de la friture	0="Non" ; 1="Oui"
cerf	Mange du cerf	0="Non" ; 1="Oui"
cochon	Mange du cochon	0="Non" ; 1="Oui"
roussette	Mange de la roussette	0="Non" ; 1="Oui"
betail	Mange du bétail	0="Non" ; 1="Oui"
seuil	Dosage au mercure ≥ 2.5	0="Non" ; 1="Oui"

	variable qualitative nominale
--	----------------------------------

	variable quantitative continue
--	-----------------------------------

	variable quantitative discrète
--	-----------------------------------

9.7 Résultats du test de normalité de la distribution logarithmique du taux de mercure (logiciel Tanagra)

The screenshot shows the TANAGRA 1.4.40 interface with a project named "[Normality Test 1]". The main window displays the results of a normality test for two attributes: HgT and Ln(HgT). The results table is as follows:

Attribute	Mu ; Sigma	Shapiro-Wilk (p-value)	Lilliefors D = max|D-D+| (p-value)	Anderson-Darling (p-value)	d'Agostino (p-value)
HgT	1,0632 ; 0,8875	0,815048 (0,0000)	0,1568 = max[0,1211,0,1568] (p < 0,01)	13,348425 (p < 0,01)	$10,1070 \cdot \sqrt{2} + 7,1467 \cdot \sqrt{2} = 153,2273$ (0,0000)
Ln(HgT)	-0,2593 ; 0,8607	0,972613 (0,0000)	0,0530 = max[0,0530,0,0370] (0,01 = < p < 0,05)	-1,293344 (p < 0,01)	$-4,4360 \cdot \sqrt{2} + 3,3957 \cdot \sqrt{2} = 31,2089$ (0,0000)

Additional information shown in the interface includes:
 - Attributes : 2
 - Examples : 299
 - Computation time : 0 ms.
 - Created at 08/08/2011 11:06:03

The bottom of the window features a "Components" menu with various statistical tests available, including ANOVA, Fisher's test, Group exploration, Hotelling's T2, Levene's test, Linear correlation, Normality Test, One-way ANOVA, One-way MANOVA, Paired T-Test, Paired V-Test, and Partial Correlation.

9.8 Taux de mercure par espèce de poisson (source SIVAP, 2011)

Résultats par espèce

En mg/Kg ou PPM

Marlin	2,735
Espadon	2,479
Requin Mako	1,731
Saumon des dieux	0,780
Thon Bacchi	0,748
Vivanneau	0,568
Voilier	0,388
Thon blanc	0,351
Wahoo	0,336
Mahi Mahi	0,232
Pouate	0,198
Loche saumonée	0,162
Rouget	0,157
Thon jaune	0,152
Loche grisette	0,123
Bossus	0,116
Crabes	0,115
Tazar du lagon	0,112
Requin de récif	0,076
Maquereau	0,072

Résultats par espèce (suite)

En mg/Kg ou PPM

Bec de canne	0,050
Poulpe	0,031
Picot (loche)	0,030
Raie	0,028
Perroquet	0,028
Mulet	0,028
Dawa	0,028

9.9 Recommandations hebdomadaires par portion et par espèce de poisson pour les populations sensibles

9.10 Recommandations hebdomadaires par portion et par espèce de poisson pour la population générale

Portion de poisson en g qu'une femme enceinte ou un enfant de moins de trente mois peut consommer par semaine en fonction du poids de la personne (en Kg) et du type de poisson (à partir du DHAP de 1,6 µg/Kg/sem de méthylmercure)

	Espèces de poisson	Concentration de mercure dans les poissons mg/Kg	Portion de poisson en g qu'une femme enceinte ou un enfant de moins de trente mois peut consommer par semaine en fonction du poids de la personne (en Kg) et du type de poisson (à partir du DHAP de 1,6 µg/Kg/sem de méthylmercure)																
			Enfants < 30 mois		Enfants			Femmes enceintes											
			6	13	20	30	40	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1	Marlin	2.735	4	8	12	18	23	29	32	35	38	41	44	47	50	53	56	59	
	Espadon	2.479	4	8	13	19	26	32	35	39	42	45	48	52	55	58	61	65	
	Requin mako	1.731	6	12	18	28	37	46	51	55	60	65	69	74	79	83	88	92	
	Saumon des dieux	0.78	12	27	41	62	82	103	113	123	133	144	154	164	174	185	195	205	
	Thon Bacchi	0.748	13	28	43	64	86	107	118	128	139	150	160	171	182	193	203	214	
2	Vivanneau	0.568	17	37	56	85	113	141	155	169	183	197	211	225	239	254	268	282	
	Voilier	0.388	25	54	82	124	165	206	227	247	268	289	309	330	351	371	392	412	
	Thon blanc	0.351	27	59	91	137	182	228	251	274	296	319	342	365	387	410	433	456	
	Wahoo	0.336	29	62	95	143	190	238	262	286	310	333	357	381	405	429	452	476	
	Mahi Mahi	0.232	41	90	138	207	276	345	379	414	448	483	517	552	586	621	655	690	
	Pouate	0.198	48	105	162	242	323	404	444	485	525	566	606	646	687	727	768	808	
	Loche saumonée	0.162	59	128	198	296	395	494	543	593	642	691	741	790	840	889	938	988	
	Rouget	0.157	61	132	204	306	408	510	561	611	662	713	764	815	866	917	968	1019	
Thon jaune	0.152	63	137	211	316	421	526	579	632	684	737	789	842	895	947	1000	1053		
3	Loche grisette	0.123	78	169	260	390	520	650	715	780	846	911	976	1041	1106	1171	1236	1301	
	Bossus	0.116	83	179	276	414	552	690	759	828	897	966	1034	1103	1172	1241	1310	1379	
	Crabes	0.115	83	181	278	417	557	696	765	835	904	974	1043	1113	1183	1252	1322	1391	
	Tazar du lagon	0.112	86	186	286	429	571	714	786	857	929	1000	1071	1143	1214	1286	1357	1429	
	Requin de récif	0.076	126	274	421	632	842	1053	1158	1263	1368	1474	1579	1684	1789	1895	2000	2105	
	Maquereau	0.072	133	289	444	667	889	1111	1222	1333	1444	1556	1667	1778	1889	2000	2111	2222	
	Bec de canne	0.05	192	416	640	960	1280	1600	1760	1920	2080	2240	2400	2560	2720	2880	3040	3200	
	Poulpe	0.031	310	671	1032	1548	2065	2581	2839	3097	3355	3613	3871	4129	4387	4645	4903	5161	
	Picot	0.03	320	693	1067	1600	2133	2667	2933	3200	3467	3733	4000	4267	4533	4800	5067	5333	
	Raie	0.028	343	743	1143	1714	2286	2857	3143	3429	3714	4000	4286	4571	4857	5143	5429	5714	
	Perroquet	0.028	343	743	1143	1714	2286	2857	3143	3429	3714	4000	4286	4571	4857	5143	5429	5714	
	Mulet	0.028	343	743	1143	1714	2286	5768	6345	6921	7498	8075	8652	8652	9805	10382	10959	11536	
Dawa	0.028	343	743	1143	1714	2286	5768	6345	6921	7498	8075	8652	8652	9805	10382	10959	11536		

	Espèces de poisson	Concentration de mercure dans les poissons mg/Kg	Portion de poisson en g qu'un adulte peut consommer par semaine en fonction du poids de la personne (en Kg) et du type de poisson (à partir du DHAP de 5 µg/Kg/sem en HgT)										
			Adultes										
			50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	Marlin	2.735	91	101	110	119	128	137	146	155	165	174	183
	Espadon	2.479	101	111	121	131	141	151	161	171	182	192	202
	Requin mako	1.731	144	159	173	188	202	217	231	246	260	274	289
	Saumon des dieux	0.78	321	353	385	417	449	481	513	545	577	609	641
	Thon Bacchi	0.748	334	368	401	434	468	501	535	568	602	635	668
2	Vivanneau	0.568	440	484	528	572	616	660	704	748	792	836	880
	Voilier	0.388	644	709	773	838	902	966	1031	1095	1160	1224	1289
	Thon blanc	0.351	712	783	855	926	997	1068	1140	1211	1282	1353	1425
	Wahoo	0.336	744	818	893	967	1042	1116	1190	1265	1339	1414	1488
	Mahi Mahi	0.232	1078	1185	1293	1401	1509	1616	1724	1832	1940	2047	2155
	Pouate	0.198	1263	1389	1515	1641	1768	1894	2020	2146	2273	2399	2525
	Loche saumonée	0.162	1543	1698	1852	2006	2160	2315	2469	2623	2778	2932	3086
	Rouget	0.157	1592	1752	1911	2070	2229	2389	2548	2707	2866	3025	3185
Thon jaune	0.152	1645	1809	1974	2138	2303	2467	2632	2796	2961	3125	3289	
3	Loche grisettes	0.123	2033	2236	2439	2642	2846	3049	3252	3455	3659	3862	4065
	Bossus	0.116	2155	2371	2586	2802	3017	3233	3448	3664	3879	4095	4310
	Crabes	0.115	2174	2391	2609	2826	3043	3261	3478	3696	3913	4130	4348
	Tazar du lagon	0.112	2232	2455	2679	2902	3125	3348	3571	3795	4018	4241	4464
	Requin de récif	0.076	3289	3618	3947	4276	4605	4934	5263	5592	5921	6250	6579
	Maquereau	0.072	3472	3819	4167	4514	4861	5208	5556	5903	6250	6597	6944
	Bec de canne	0.05	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000
	Poulpe	0.031	8065	8871	9677	10484	11290	12097	12903	13710	14516	15323	16129
	Picot	0.03	8333	9167	10000	10833	11667	12500	13333	14167	15000	15833	16667
	Raie	0.028	8929	9821	10714	11607	12500	13393	14286	15179	16071	16964	17857
	Perroquet	0.028	8929	9821	10714	11607	12500	13393	14286	15179	16071	16964	17857
Mulet	0.028	8929	9821	10714	11607	12500	13393	14286	15179	16071	16964	17857	
Dawa	0.028	8929	9821	10714	11607	12500	13393	14286	15179	16071	16964	17857	