



# UNIVERSITE SENGHOR

Université internationale de langue française  
au service du développement africain  
Opérateur direct de la francophonie

Promotion 2005-2007

## Mémoire

En vue de l'obtention du

## Master en Développement en Santé

Spécialité : Nutrition de Santé Publique

*Par MEBARA Sylvain Tatién*  
*Démographe & Diplômé en Sciences de la Communication*

**FACTEURS D'EXPOSITION  
AUX APPORTS INADEQUATS EN IODE  
DANS LA POPULATION ADULTE FRANÇAISE :  
QUELS ENSEIGNEMENTS POUR LE  
CAMEROUN ?**

**Directeur :**

Dr. Pierre VALEIX, *Chef d'Equipe Iode (INSERM-Paris)*

**Jury**

***Président :***

Dr. Christian MESENGE, *Directeur du Département Santé/Université Senghor*

***Membres :***

- Pr. Jean-Claude CUISINIER-RAYNAL, *Université Victor Segalen de Bordeaux 2*
- Pr. Mohamed GAD, *Maître de Conférence/Université d'Alexandrie (IGRS)*

Alexandrie, 1<sup>er</sup> avril 2007



## *Dédicace*

*A Dieu Tout-Puissant qui n'a jamais cessé de m'illuminer à travers son Esprit Saint,*

*A tous ceux qui pensent comme Léopold Sédar Senghor qu'il faut s'enrichir de nos différences pour converger vers l'universel,*

*A mes enfants :*

- ✓ *Ebenda Mebara Tatiana ;*
- ✓ *Mekongo Mebara Stéphanie ;*
- ✓ *Ndzengue Mebara Maranatha ;*
- ✓ *Nsoa Mebara Euloge Expédit,*

*Je dédie ce mémoire.*



## *Remerciements*

La réalisation de ce travail n'a été effective que grâce à l'encadrement méthodologique et à la facilitation scientifique de certaines personnes qui n'ont ménagé aucun de leurs efforts. Dans l'impossibilité de les citer tous, je voudrais signifier ma profonde gratitude au :

- ✓ Dr. Pierre VALEIX, Chef d'Equipe Iode de l'Unité U 557 de l'INSERM, pour ses précieux conseils et l'encadrement qu'il m'a apporté au cours de mon stage à Paris ;
- ✓ Dr. Christian MESENGE, Directeur du Département Santé de l'Université Senghor, pour sa vision stratégique et le suivi académique dont j'ai bénéficié tout au long de mon cursus,
- ✓ Dr. Francis DELPEUCH, Chercheur à l'IRD, pour ses orientations scientifiques ;
- ✓ Dr. Catherine HA, épidémiologiste à l'Institut National de Veille Sanitaire, pour ses conseils en épidémiologie et sa très grande disponibilité.

J'adresse un merci particulier aux professeurs Jean-Claude CUISINIER-RAYNAL de l'Université Victor Segalen de Bordeaux et Mohamed GAD de l'Université d'Alexandrie (IGRS) d'avoir accepté de se prononcer sur la qualité scientifique de ce travail.

Il m'est agréable d'exprimer ma reconnaissance à l'Organisation Internationale de la Francophonie à travers l'Université Senghor, dirigée de main de maître par le Pr. Fernand TEXIER, de m'avoir attribué une bourse d'études.

Je voudrais également remercier tous les enseignants qui sont intervenus dans ma formation à l'Université Senghor, sans oublier le personnel administratif et d'appui technique.

Je ne saurais oublier Pauline NGO NSOA, ma compagne avec qui j'ai toujours cheminé dans le monde du savoir.

J'ai également bénéficié du soutien affectif de tous les membres de ma famille et particulièrement de Valérie Doris MEBARA.

Enfin, je remercie tous mes promotionnaires de l'Université Senghor et particulièrement ceux du Département Santé, pour leur franche collaboration.

**Alexandrie, 1<sup>er</sup> avril 2007**

**(é) Sylvain MEBARA**



## Sigles et abréviations

**AFSSA** : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

**AUF** : Agence Universitaire de la Francophonie

**BAC** : Baccalauréat

**BTS** : Brevet de Technicien Spécialiste

**CAP** : Certificat d'Aptitude Professionnelle

**CCPPRB** : Comité Consultatif de Protection de Personnes se Prêtant à des Recherches Biomédicales

**CEP** : Certificat d'Etudes Primaires

**CNAM** : Conservatoire National des Arts et Métiers

**CNIL** : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

**CNRS** : Centre National de Recherche Scientifique

**FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture

**FCFA** : Franc de la Communauté Financière Africaine

**IMC** : Indice de Masse Corporelle

**INCA** : Enquête Individuelle et Nationale sur la Consommation

**INRA** : Institut National de Recherche Agronomique

**INSEE** : Institut National de la Statistique et des Etudes économiques

**INSERM** : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

**IRD** : Institut de Recherche pour le Développement

**J** : jour

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**OR** : Odds Ratio

**SU.VI.MAX** : Supplémentation en Vitamines et Minéraux Antioxydants

**TDCI** : Troubles dus à la carence en iode

**TSH** : Thyroestimuline Hormone

**UNICEF** : Organisation des Nations Unies pour l'Enfance

**WHO** : World Health Organization

**µg** : Microgramme

**µg/j** : Microgramme par jour

**m<sup>3</sup>** : mètre cube

**ng** : nanogramme

**X<sup>2</sup>** : Khi-deux

## Liste des tableaux

	<b>Pages</b>
<b>Tableau I</b> : Catégorie socioprofessionnelle par sexe.....	17
<b>Tableau II</b> : Région de résidence par sexe.....	18
<b>Tableau III</b> : Distribution des apports en iode par sexe et par âge.....	21
<b>Tableau IV</b> : Distribution des apports en iode par sexe et par catégorie socioprofessionnelle.....	22
<b>Tableau V</b> : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau d'instruction.....	23
<b>Tableau VI</b> : Distribution des apports en iode par sexe et par indice de masse corporelle.....	23
<b>Tableau VII</b> : Distribution des apports en iode par sexe et par région de résidence.....	24
<b>Tableau VIII</b> : Distribution des apports en iode par sexe et par nombre d'enfants.....	25
<b>Tableau IX</b> : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau de consommation du poisson/crustacé.....	26
<b>Tableau X</b> : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau de consommation du pain, viennoiseries, pâtisserie, biscuits.....	27
<b>Tableau XI</b> : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau de consommation de viande, volaille, charcuterie, abats, matières grasses.....	28
<b>Tableau XII</b> : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau de consommation des œufs et dérivés, snacks, produits amylacés et autres.....	29
<b>Tableau XIII</b> : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau de consommation des produits laitiers, desserts lactés, glaces.....	30
<b>Tableau XIV</b> : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau de consommation du sel iodé.....	30
<b>Tableau XV</b> : Résultats de la régression logistique multivariée.....	35
<b>Tableau XVI</b> : Critères épidémiologiques d'évaluation du statut en iode dans une population.....	38

## Liste des figures

	<b>Pages</b>
<b>Figure 1</b> : Schéma de l'étude.....	6
<b>Figure 2</b> : Répartition par sexe.....	15
<b>Figure 3</b> : Répartition des âges par sexe.....	16
<b>Figure 4</b> : Niveau d'instruction par sexe.....	17
<b>Figure 5</b> : Indice de masse corporelle par sexe.....	19
<b>Figure 6</b> : Nombre d'enfants par sexe.....	19
<b>Figure 7</b> : Apports en iode.....	20
<b>Figure 8</b> : Apports inadéquats par sexe.....	20



## Résumé

L'Europe enregistre encore des poches de déficience iodée (32%) certes modérées, mais qui restent un problème majeur de santé publique. La France est l'un des pays concernés par la question où le statut iodé de la population adulte est légèrement inadéquat. En effet, sur les 150-300  $\mu\text{g}/\text{j}$  d'iode recommandés, cette frange de la population ne dispose en moyenne que de 146  $\mu\text{g}/\text{j}$  dont 138  $\mu\text{g}/\text{j}$  chez les femmes et 157  $\mu\text{g}/\text{j}$  chez les hommes. Ainsi, l'objectif de la présente étude est d'identifier de manière différentielle, les facteurs d'exposition aux apports inadéquats en iode dans la population susmentionnée. La méthode a consisté à analyser les données de cohorte 1994-1998 SU.VI.MAX (Supplémentation en vitamines et minéraux anti-oxydants) portant sur 5079 adultes dont 58% de femmes âgées de 35-60 ans et 42% d'hommes de 45-60 ans. L'urine des 24 h a été prélevée en plus de la reconstitution tous les deux mois d'une journée de consommation alimentaire, tirée aléatoirement pour mesurer le statut en iode. Les résultats ont révélé au seuil de 5% que les facteurs d'exposition aux apports inadéquats chez les hommes, sont **la région de résidence** et **le type d'aliments consommés**. Pourtant chez les femmes, outre **le type d'aliments**, **la catégorie socioprofessionnelle**, **l'indice de masse corporelle** et **le nombre d'enfants** ont été identifiés. En guise de recommandation, le choix d'un vecteur d'iode autre que le sel dont la consommation est marginale en France (47%) est une nécessité en plus du renforcement de l'éducation et des interventions nutritionnelles. L'expérience française a servi de modèle à l'élaboration d'un protocole de recherche pour lutter contre les troubles dus à la carence iodée au Cameroun.

**Mots clés :** Iode – Déficience – Nutrition – France – Cameroun – SU.VI.MAX



# SOMMAIRE

1.4.1 – <i>Conduite de l'étude</i> .....	9
1.4.2 – <i>Outils de mesure</i> .....	9
2.4.1 – <i>Facteurs liés aux caractéristiques sociodémographiques</i> .....	34
2.4.2 – <i>Facteurs liés aux types et quantité d'aliments</i> .....	35
3.1 - DISCUSSION .....	40
3.1.1 – <i>Prévalence des sujets ayant des apports inadéquats et conséquences sur la santé</i> .....	41
3.1.2 – <i>Influence des caractéristiques sociodémographiques</i> .....	42
3.1.3 – <i>Influence du type et quantité d'aliments</i> .....	44
3.2 - RECOMMANDATIONS.....	45
3.3 – PERSPECTIVES POUR LE CAMEROUN.....	46



# Introduction

---

L'iode est un oligoélément intervenant dans la synthèse des hormones thyroïdiennes nécessaires à la croissance et au développement des organes (Chappuis, 1995). De masse atomique (127), l'iode existe exceptionnellement à l'état naturel sous forme solide diatomique ( $I_2$ ). Sa concentration moyenne est variable selon qu'il s'agit de l'atmosphère ( $10 \text{ ng/m}^3$ ) des océans ( $58 \text{ } \mu\text{g/l}$ ), de l'eau de pluie ( $2 \text{ } \mu\text{g/l}$ ), des sols ( $5 \text{ mg/kg}$ ), des roches ( $0,1 \text{ à } 400 \text{ mg/kg}$ ) (Valeix, 2003a). Selon Delange (1989), on en trouve  $15 \text{ à } 20 \text{ mg}$  dans le corps humain et  $70 \text{ à } 80\%$  se retrouvent dans la glande thyroïde qui ne pèse que  $15 \text{ à } 25 \text{ g}$ . Sa carence ou son excès peut entraîner des troubles plus ou moins graves de métabolisme tels que le goitre endémique, le retard mental et le crétinisme (Hetzl, 1983). Réunies sous le vocable de troubles dus à la carence en iode (TDCI), ces maladies affectent particulièrement les enfants et les femmes enceintes (Delange, 1986). Selon l'OMS (1999),  $38 \%$  de personnes dans le monde souffrent de carences en iode dont  $13\%$  de goitre et  $1\%$  de crétinisme. La Méditerranée orientale ( $74\%$ ), l'Afrique ( $48\%$ ) et l'Asie du Sud-Est ( $41\%$ ) sont les zones les plus touchées (OMS, 1999). L'Europe, malgré l'existence des politiques en la matière, enregistre encore des poches de carence iodée ( $32\%$ ) avec  $15\%$  des cas de goitre concentrés au sud du continent (OMS, 1999).

Le goitre correspond à un état d'augmentation du volume thyroïdien au-delà d'un certain seuil (Delange, 2001). Plusieurs stades sont ensuite décrits en fonction de l'importance de sa taille. Le terme goitre endémique est utilisé lorsque plus de  $10\%$  de la population des enfants âgés de  $6 \text{ à } 12 \text{ ans}$  présentent un goitre (Hetzl, 1983). Le crétinisme quant à lui est un retard mental dû aux conséquences de la carence iodée fœtale et néonatale (Delange, 1989). L'hyperthyroïdie correspond à une sécrétion excessive d'hormones par la glande thyroïde aboutissant à certains signes de la maladie de Basedow (Hetzl, 1983). En revanche, une sécrétion

insuffisante d'hormones par la glande thyroïde aboutissant à un ralentissement de toutes les fonctions de l'organisme correspond à une hypothyroïdie (Delange, 1989).

Les besoins en iode varient selon l'âge et le sexe. D'après une étude de l'AFSSA (2005), il est recommandé 40 à 50 µg/j pour les nourrissons, 80 à 120 µg/j pour les enfants de 1 à 10 ans, 150 µg/j pour les enfants de 11 ans et les adultes, 175 µg/j pour les femmes enceintes et 200 µg/j pour celles allaitantes. Le besoin basal quant à lui correspond au seuil minimum d'apport en iode en dessous duquel, l'apparition des TDCI devient de plus en plus probable (Dupin, 1992). Ce seuil a été fixé pour les adolescents et les adultes à 100 µg/j en Allemagne, 70 µg/j aux Pays-Bas et 80 µg/j en France (AFSSA, 2001).

D'après Köhrle (1999), la biosynthèse des hormones thyroïdiennes s'effectue dans les follicules de la glande thyroïde. Il en résulte la thyroxine (T4) et la triiodothyronine (T3) qui contiennent respectivement 65,4% et 56,6% d'iode. Cependant, c'est la T3 qui est l'hormone active au niveau cellulaire tandis que la T4 subit une reconversion en T3 pour être absorbée par la cible. Ensuite, les hormones thyroïdiennes vont influencer sur l'hypophyse pour stimuler la thyroïdostimuline (TSH) qui a pour rôle d'intervenir sur la glande thyroïde pour favoriser l'entrée de l'iode, la synthèse et la sécrétion des hormones de croissance. L'iode n'est pas fabriqué par l'organisme et son apport est essentiellement alimentaire. Selon Bürgi et al. (2001), il est présent dans les aliments sous la forme libre (iodure) et son absorption se fait au niveau de l'estomac et l'intestin grêle. Lorsqu'il est consommé sous forme d'iodate au moyen du sel enrichi, il est immédiatement réduit dans le plasma. Par ailleurs, son excrétion se fait à travers les urines (Dai et al., 1996). Chez les femmes enceintes, il est en plus éliminé dans le lait maternel et traverse le placenta (Wong et al., 1977).

Bien qu'essentiellement contenu dans les aliments, l'iode se retrouve également dans des sources annexes telles que l'eau de boisson, les agents de textures alimentaires, les antiseptiques et bien d'autres supports.

Selon Valeix (2003b), la concentration en iode dans les aliments varie en fonction de leur origine. Elle est élevée dans les produits marins et relativement faible dans les denrées continentales. Les teneurs en iode les plus élevées pour 100 g de partie comestible concernent les mollusques/crustacés (28-313 µg) et les poissons marins (17-330 µg). En revanche, elles sont moyennes dans les œufs (9-52 µg) et les produits laitiers frais (19-50 µg). Enfin, elles sont moindres dans le tissu animal (1-32 µg), les céréales (5-10 µg) et les légumes (0,5-15µg).

Le sel a été choisi comme vecteur d'iode avec des taux d'enrichissement recommandés de 20 à 40 µg/g (WHO, 1996) pour assurer la prévention des risques liés à une déficience d'apports alimentaires en iode. Ce choix est lié à l'accessibilité financière du sel, à son utilisation universelle et au faible risque de surconsommation devant conduire à une surcharge d'iode.

La concentration en iode (3-5µg/l) des eaux est en corrélation étroite avec l'environnement géochimique des bassins de collecte ou de captage. Les eaux de rivières contaminées par les eaux de ruissellement ou les rejets des grands centres urbains ont après traitement, une concentration en iode supérieure à celle des captages de nappe souterraine (Valeix, 2003b). Selon une étude réalisée au Danemark (Pedersen et al., 1999), la concentration médiane de l'iode dans l'eau est de 7,5 µg/l. En France, certaines eaux minérales de grande consommation naturellement riches en minéraux et oligoéléments, peuvent atteindre 30 à 60 µg/l (Valeix, 2003b).

Les épaississants et gélifiants autorisés sont essentiellement des colloïdes d'origine végétale marine (alginates, carraghénanes, agar) qui contribuent à enrichir en iode les aliments dans lesquels ils sont abondamment incorporés (Valeix, 2003b).

Certains antiseptiques largement utilisés sont des dérivés iodés. Les iodophores complexes (Bétadine, Poliiodine) se substituent de plus en plus aujourd'hui à la teinture d'iode et aux solutions aqueuses d'iode et d'iodure. Ce sont des agents

bactéricides et antifongiques très efficaces utilisés dans l'élevage et les industries laitières pour désinfecter les installations de recueil et de traitement du lait et de ses dérivés (Valeix, 2003b). D'où la forte teneur en iode rencontrée dans du lait en Europe.

Les injections d'huile iodée (480 mgI/ml) sont souvent utilisées pour faire face aux carences d'iode sévères (Wiersinga, 1997). En administration orale, les capsules de 190 mg d'iode ont été largement utilisées dans le monde lors des campagnes de masse de traitement des carences sévères (Valeix, 2003b).

Le statut en iode des populations européennes montre une nette détérioration du nord vers le sud. En effet, les pays comme l'Islande, la Scandinavie et la Grande-Bretagne ont un statut satisfaisant alors qu'il est inadéquat dans la majeure partie des pays du sud de l'Europe (Scriba et al., 1985). A l'inverse, la prévalence du goitre est négativement corrélée au statut en iode. Cette maladie est pratiquement absente dans les pays scandinaves et augmente vers le sud de l'Europe. Selon Valeix (2003b), la prévalence du goitre en Italie, Espagne, Grèce et Turquie, peut selon les régions, être comprise entre 30 et 50%, avec des suspicions des atteintes neurologiques dans les zones les plus affectées (Sicile, Espagne). Sur les 581 millions d'habitants des 32 pays d'Europe occidentale et centrale, 64% vivent dans les pays à risque de déficience en iode (Delange, 1993).

La situation en France est à cheval entre celle des pays du nord et du sud de l'Europe (Valeix, 2003a). En effet, Mornex (1987) démontre dans une étude réalisée sur les adolescents âgés de 10 à 16 ans, un risque de déficience en iode. Valeix et al. (1994) quant à eux, dans une étude sur le statut biologique en iode des enfants de moins de 6 ans, ont montré que les enfants de 10 mois, 2 ans, et 4 ans n'étaient pas à risque de déficience en iode. Cependant, les enfants nés de parents originaires du sud de l'Europe (Portugal, Espagne, Yougoslavie) avaient le statut le plus faible. Une amélioration de la couverture des besoins en iode parmi les adolescents de 6 à 14 ans est néanmoins signalée dans l'étude de Caron et al. (1996).

S'agissant du statut en iode des adultes, l'essai SU.VI.MAX (Supplémentation en vitamines et minéraux anti-oxydants) a révélé que cette frange de la population était légèrement déficiente en iode avec des apports moyens de 146,1 µg/j par rapport aux 150-300 µg/j d'iode recommandés. Ces apports sont plus faibles chez les femmes (137,9 µg/j) que chez les hommes (157,5 µg/j) et varient selon l'âge (Valeix et al., 1999). L'enquête consommation alimentaire INSEE de 1991 (Institut national de la statistique et des études économiques) et l'enquête INCA de 1998-99 (Enquête individuelle et nationale sur la consommation alimentaire) abondent dans le sens de faibles apports d'iode alimentaire dans la population adulte française (Lamand et al., 1994 ; Volatier, 2000).

En somme, les résultats des études effectuées depuis 1985 en France indiquent que les besoins en iode sont couverts chez le jeune enfant et l'adolescent. La population adulte quant à elle, est à risque de déficience légère à modérée, les femmes étant plus exposées que les hommes. Toutes ces études se sont néanmoins appesanties sur le statut biologique et la distribution des apports en iode. Or pour mieux lutter contre la déficience iodée chez les adultes, il est nécessaire de cerner les facteurs qui expliquent les différences de consommation d'iode dans la population ciblée. Autrement dit, il s'agit d'identifier de manière différentielle les facteurs d'exposition aux apports inadéquats. Tel est l'objectif principal que la présente étude se propose d'atteindre. Elle débouchera enfin sur les enseignements qu'un pays comme le Cameroun, où dans certaines régions la prévalence du goitre endémique atteignait 75% en 1985 (Aqaron), peut tirer pour efficacement réduire ce fléau.

# 1. Méthodes

La recherche des facteurs d'exposition aux apports inadéquats en iode suggère l'utilisation d'une approche systémique où tous les éléments sont en interaction. Le schéma d'étude qui sera construit répondra à cette préoccupation et amènera à envisager des objectifs secondaires que nous tenterons d'atteindre par des données d'observation au travers des outils d'analyse appropriés.

## 1.1 – Schéma de l'étude

La population étudiée est constituée de 5079 adultes dont 58% de femmes âgées de 35-60 ans et 42% d'hommes de 45-60 ans, tirés aléatoirement parmi 79976 volontaires en France.

Le cadre conceptuel de l'étude s'inspire du modèle causal de Beghin et al. (1988) sur l'état nutritionnel (figure 1). Il présuppose l'existence d'une politique nutritionnelle au niveau global qui influe à la fois sur les caractéristiques sociodémographiques de la population, le type et la quantité d'aliments consommés. Bien qu'entretenant des interactions, ces deux facteurs vont par la suite conditionner les apports en iode. En retour, l'état iodé de la population va permettre une révision de la politique nutritionnelle.

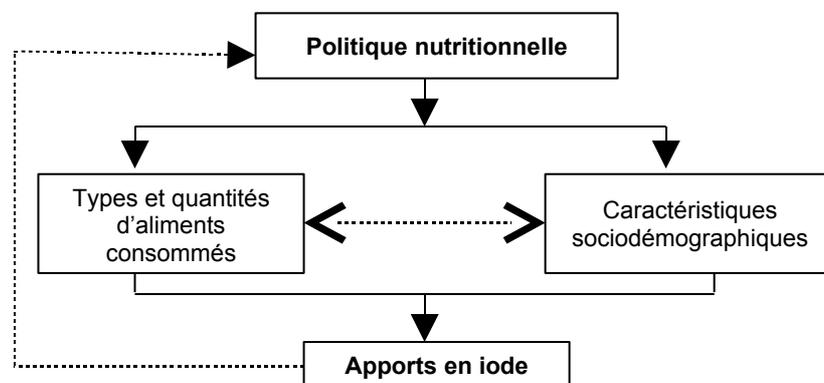


Figure 1 : Schéma de l'étude

Les données d'analyse sont issues de l'essai randomisé en double aveugle SU.VI.MAX (Supplémentation en vitamines et en minéraux antioxydants) réalisé de 1994 à 1998. L'objectif général de cet essai visait à mieux connaître les relations existant entre l'alimentation et la santé, en constituant une grande banque de données sur la consommation alimentaire et l'état de santé des Français. L'objectif spécifique était d'évaluer l'efficacité d'une intervention nutritionnelle, en l'occurrence d'un apport supplémentaire de vitamines (C, E,  $\beta$ -carotène) et minéraux antioxydants (zinc, sélénium) sur la santé et particulièrement, sur la prévention des cancers et des maladies cardio-vasculaires.

Dans chacun des deux groupes, on prélevait du sang et de l'urine qui permettaient d'effectuer un examen biologique et clinique. Ces deux examens s'alternaient par an durant la période de l'observation. Par ailleurs, il fallait s'assurer que les sujets ne changent pas de comportement alimentaire pour ne pas agir sur l'effet de la supplémentation. Ainsi, une surveillance nutritionnelle a été instaurée où il fallait reconstituer tous les deux mois une journée de consommation alimentaire tirée aléatoirement. En outre, il y avait un volet surveillance de la santé où chaque individu devait répondre tous les mois à travers un questionnaire sur l'état de sa santé dont la validation dépendait d'une équipe de professionnels indépendante et spécialisée en la matière.

Le recueil des données était basé sur un questionnaire télématique « alimentaire » dont l'enregistrement se faisait tous les deux mois, soit six enregistrements par sujet et par an. Les jours choisis pour ces enregistrements étaient répartis sur la semaine afin d'améliorer la représentativité de la mesure des apports alimentaires. Des données quantitatives étaient régulièrement recueillies grâce au manuel photo alimentaire (annexe 3) représentant plus de 250 aliments (correspondant à 1000 aliments génériques) représentés en trois tailles (ce qui permettait de disposer de 7 possibilités de tailles différentes de portions). Les données saisies ont ensuite été téléchargées sur un serveur.

Au cours du remplissage de ces auto-questionnaires, des renseignements étaient demandés sur les aliments (lieux de prise, quantités, modes de préparation, origines, marques) et toute autre information pouvant servir à évaluer avec précision les apports nutritionnels des volontaires.

Le boîtier télématique a permis par ailleurs aux volontaires de communiquer avec l'équipe SU.VI.MAX, de laisser des messages ou de poser toutes les questions qui leur semblaient utiles. De la même façon, les organisateurs SU.VI.MAX pouvaient, via ce boîtier, poser aux volontaires des questions complémentaires.

A partir des données susmentionnées et afin d'atteindre l'objectif principal, nous nous proposons dans la présente étude d'envisager les objectifs secondaires suivants :

- évaluer l'influence des caractéristiques sociodémographiques et alimentaires sur les apports en iode ;
- estimer le risque associé aux apports inadéquats en iode.

## **1.2 – Sélection de la population**

Les critères d'inclusion ont tablé sur les femmes de 35 à 60 ans, et les hommes de 45 à 60 ans, vivant en France métropolitaine. Les tranches d'âge ont été choisies afin de garantir suffisamment de cas de maladies cardio-vasculaires et de cancers pour atteindre une puissance statistique suffisante. La limite d'âge inférieure plus basse chez les femmes est justifiée par l'incidence des cancers du sein et de l'utérus. L'essai a inclus plus de femmes que d'homme en raison de la structure de la population. Par contre, les principales causes d'exclusion étaient l'utilisation régulière de suppléments contenant soit, une ou plusieurs vitamines de référence, soit au moins un des minéraux étudiés. Le refus du placebo faisait également partie des critères d'exclusion.

### **1.3 – Conditions particulières**

Les exigences éthiques et réglementaires ont été respectées, car l'essai SU.VI.MAX a été approuvé par l'un des Comités consultatifs de protection de personnes se prêtant à des recherches biomédicales (CCPPRB) et la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL). Les volontaires ont signé à l'inclusion un formulaire de consentement de manière à préserver leurs droits. En outre, aucune donnée d'identification n'était saisie, seul un code confidentiel alphanumérique était utilisé pour des raisons d'anonymat.

### **1.4 – Conduite de l'étude et outils de mesure**

#### **1.4.1 – Conduite de l'étude**

L'essai SU.VI.MAX a été conduit par l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) à travers l'unité U 557 spécifique à la nutrition et la santé. Cette unité est un regroupement de chercheurs venant de l'INSERM, de l'Institut national de recherche agronomique (INRA), du Centre national de recherches scientifiques (CNRS), de l'Institut de recherche pour le développement (IRD) et du Conservatoire national des arts et métiers (CNAM). Ce regroupement a pour objectif d'aborder et d'analyser les questions liées à la santé nutritionnelle de manière transversale. C'est dans cette unité que la synthèse de la littérature et les analyses statistiques qui sous-tendent la présente étude, ont été réalisées de mai à juillet 2006 dans le cadre de notre stage académique organisé par l'Université Senghor d'Alexandrie.

#### **1.4.2 – Outils de mesure**

La mesure de l'iode dans les aliments s'est faite en évaluant la quantité et la qualité des repas consommés par jour et en se référant aux tables de composition alimentaires.

Le dosage de l'iode dans les urines s'est réalisé sur microplaques par la méthode colorimétrique basée sur la réaction de Sandell-Kolthoff en s'appuyant sur l'étape préalable de la minéralisation.

Cependant, seuls les apports en iode alimentaires seront considérés comme indicateurs de mesure de l'iode dans la présente étude.

## **1.5 – Analyses statistiques**

Les analyses statistiques concernent aussi bien la description des variables, les procédures d'analyse que l'estimation des paramètres clés.

### **1.5.1 – Description des variables**

Les variables de l'étude découlent des facteurs du modèle d'analyse à savoir, la variable dépendante (expliquée) et les variables indépendantes (explicatives).

#### *1.5.1.1 – La variable dépendante ou expliquée*

Il s'agit des apports journaliers alimentaires en iode segmentés en quatre modalités :

- apports inférieurs à 80 µg/j (déficience sévère) ;
- apport compris entre 80 et 150 µg/j (déficience légère ou apports inadéquats) ;
- apports compris entre 150 et 300 µg/j (apports adéquats) ;
- apports supérieurs à 300 µg/j (apports excessifs).

#### *1.5.1.2 – Variables indépendantes ou explicatives*

##### a) Variables sociodémographiques

Les variables sociodémographiques retenues sont :

L'âge, la catégorie socioprofessionnelle, le niveau d'instruction, la région de résidence, l'indice de masse corporelle, le nombre d'enfants.

b) Variable de stratification

La variable sexe servira de paramètre de stratification tout au long de l'étude pour pouvoir faire des analyses différentielles prenant en compte les spécificités entre les hommes et les femmes.

c) Variabes alimentaires

Les variables alimentaires suivantes ont été retenues :

Abats, amuse-gueules, apéritifs, biscuits, boissons froides, produits sucrés, boissons chaudes, céréales, charcuteries, viennoiseries, crustacés, desserts, produits diététiques, fromages emballés, produits exotiques, farines, fruits secs, fruits, hors d'œuvre, produits industriels, légumes, légumes secs, matières grasses, œufs, pain, pâtes, riz, pommes de terre, poissons, assaisonnements, snacks, soupes, plats traditionnels, viandes, vins, volailles, yaourts, laits, produits laitiers frais, fromages, sel enrichi.

La quantité d'iode consommée par jour est exprimée pour chacun de ces aliments. Étant donné leur grande variété, six regroupements par famille ont été effectués :

- Poisson/crustacé ;
- Pain/viennoiseries/pâtisserie/biscuits ;
- Viandes/volailles/charcuteries/abats/plats préparés/boisson ;
- Œufs et dérivés/snacks/produits amylacés/autres ;
- Produits laitiers/desserts lactés/glaces ;
- Sel iodé.

La distribution des six grands groupes d'aliments obtenus mettant en relief les quantités d'iode journalières consommées par jour, une répartition en quartile a été réalisée pour mieux apprécier le niveau de consommation d'iode comme suit :

- Si l'apport est inférieur au premier quartile (Q1), le niveau de consommation d'iode est faible ;
- Si l'apport est compris entre le premier quartile (Q1) et le deuxième quartile (Q2), le niveau de consommation d'iode est moyen ;
- Si l'apport est compris entre le deuxième quartile (Q2) et le troisième quartile (Q3), le niveau de consommation d'iode est élevé ;
- Si l'apport est supérieur est quartile (Q4), le niveau de consommation d'iode est très élevé.

### ***1.5.2 – Estimation des paramètres clés***

Le risque d'erreur retenu dans cette étude est  $\alpha = 5 \%$ . C'est-à-dire que quel que soit le modèle envisagé, une marge d'erreur de 5% est acceptable.

### ***1.5.3 – Procédures d'analyse***

#### ***1.5.3.1 – Choix des méthodes d'analyse***

Deux méthodes d'analyse statistique ont été utilisées. La première (analyse descriptive) consiste au moyen des fréquences, de présenter la population d'étude et de se prononcer à partir du Khi-deux, sur les présomptions de relation entre chaque variable indépendante et la variable dépendante. La seconde méthode (analyse explicative) s'appuie d'une part, sur l'analyse de la variance simple, pour vérifier l'influence de chaque caractéristique sociodémographique et alimentaire sur les apports en iode, et d'autre part, sur la régression logistique multivariée afin d'identifier les facteurs d'exposition aux apports inadéquats ainsi que le risque associé. Le logiciel SAS a servi d'outil statistique à ces analyses.

### *1.5.3.2 – Interprétation des résultats*

D'après Rumeau-R (1970) et Crauser J.P (1989), le Khi-deux est une méthode d'analyse descriptive qui permet de vérifier l'association entre deux variables X et Y. Selon le risque d'erreur ( $\alpha$ ) fixé par le chercheur, on entre dans la table de Khi-deux à  $(k-1)(n-1)$  degrés de liberté pour lire la valeur du Khi-deux théorique (k représente le nombre de modalités de la variable X et n celui de la variable Y). On la compare avec la distance (d) calculée. Cependant, la plupart des logiciels statistiques donnent directement la valeur de (d) et une probabilité du Khi-deux rattachée à cette distance (p) ou seuil de signification. C'est cette probabilité que l'on compare au risque d'erreur  $\alpha$  préalablement fixé. Si cette probabilité est inférieure à  $\alpha$ , les deux variables en question sont liées ou dépendantes. Dans le cas contraire, elles sont indépendantes.

En revanche, l'analyse de la variance est une méthode d'analyse explicative qui a pour objet de comparer les moyennes de groupes. Les groupes sont les modalités d'une variable indépendante X qui est qualitative. La variable dépendante Y est quantitative (discrète ou continue). Il s'agit de rendre compte de l'effet de la variable qualitative X sur la variable dépendante quantitative Y. Autrement dit, est-ce que le fait d'appartenir à telle modalité plutôt qu'à telle autre de la variable indépendante X induit des comportements statistiquement différents par rapport à la variable dépendante Y ? La validité du modèle d'analyse de la variance est basée sur la probabilité de Fischer. Comme pour le Khi-deux, si cette probabilité est inférieure au risque  $\alpha$  retenu, on conclut que les moyennes des groupes sont significativement différentes. Donc la variable X a une incidence sur Y.

La régression logistique fait également partie des modèles statistiques explicatifs. L'interprétation des résultats est conditionnée par l'adéquation du modèle et l'incidence des variables indépendantes sur la variable dépendante. La probabilité du Khi-deux associée au modèle permet de se prononcer sur son adéquation par rapport aux données utilisées, c'est-à-dire la capacité des facteurs introduits dans

le modèle à expliquer le phénomène étudié. Le pseudo  $R^2$  détermine le pouvoir de prédiction du modèle (contribution du modèle dans l'explication du phénomène). A chaque Odds-ratio (OR), est associée une probabilité (p) qu'on compare au risque d'erreur  $\alpha$  fixé. La variable indépendante X a une incidence significative sur la variable dépendante Y si la probabilité associée est inférieure au risque  $\alpha$  fixé. Par ailleurs Si l'OR est supérieur à 1, cela signifie que les individus de la modalité considérée de la variable indépendante ont (OR) plus de risque que leurs homologues de la modalité de référence de subir l'événement étudié. En revanche, si l'OR est inférieur à 1, alors les individus de la modalité considérée de la variable indépendante ont un risque diminué de (1-OR) par rapport à leurs homologues de la modalité de référence de subir l'événement étudié.

Le modèle de régression simple (présence d'une seule variable indépendante) fournit les OR bruts. Alors que la régression multivariée (présence de plusieurs variables indépendantes et de confusion) fournit les OR ajustés.

## 2. Résultats

---

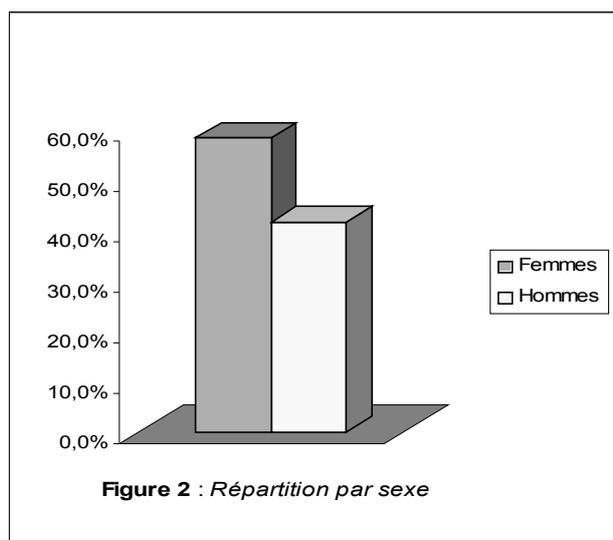
Les résultats portent sur la présentation des caractéristiques sociodémographiques des volontaires, l'influence des caractéristiques sociodémographiques et alimentaires sur les apports en iode et l'identification des facteurs d'exposition aux apports inadéquats ainsi que le risque associé.

### 2.1 – Caractéristiques sociodémographiques des volontaires

Les données sur les caractéristiques individuelles ont été analysées par sexe afin de faire ressortir l'aspect différentiel des comportements alimentaires des volontaires.

#### 2.1.1 – Sexe

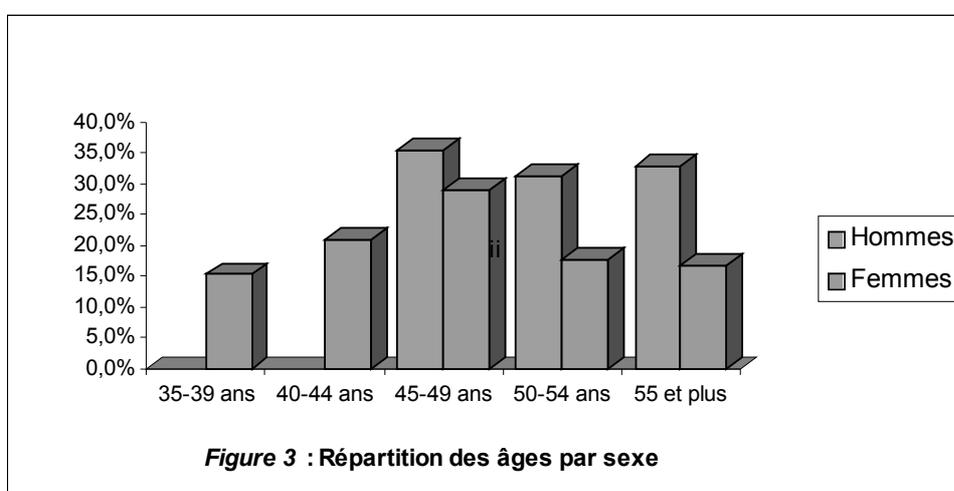
La majorité des volontaires enquêtés sont des femmes (58%) alors que les hommes ne représentent que près de 42% de l'effectif (figure 2).



Source : (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.1.2 - Age

L'âge a été regroupé en classes quinquennales (figure 3) et il ressort chez les hommes que la frange la plus importante des volontaires (35,6%) appartient au groupe d'âge 45-49 ans, suivie des personnes âgées de 55 ans et plus (33,0%). Les volontaires de la tranche d'âge 50-54 ans ne représentent que 31,4%. Les femmes quant à elles sont réparties en cinq groupes d'âge dont le plus important concerne la tranche 45-49 ans (29,0%), soit près de deux fois plus que la catégorie 35-39 ans (15,3%).



Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.1.3 – Catégorie socioprofessionnelle

Les données recueillies en neuf modalités sur la catégorie socioprofessionnelle ont été recodées en quatre pour les besoins d'analyses (tableau I). Ainsi chez les hommes, le groupe constitué des artisans/commerçants/chefs d'entreprises/professions intermédiaires est le plus représentatif (34,2%), soit 2,7 fois plus que le groupe le moins représenté formé des agriculteurs/employés/ouvriers (12,6%). La même tendance s'observe pour la première catégorie ci-dessus citée chez les

femmes où l'on dénombre 38,4% des volontaires contre 15,5% pour la catégorie la plus infime constituée des cadres et des autres professions intellectuelles.

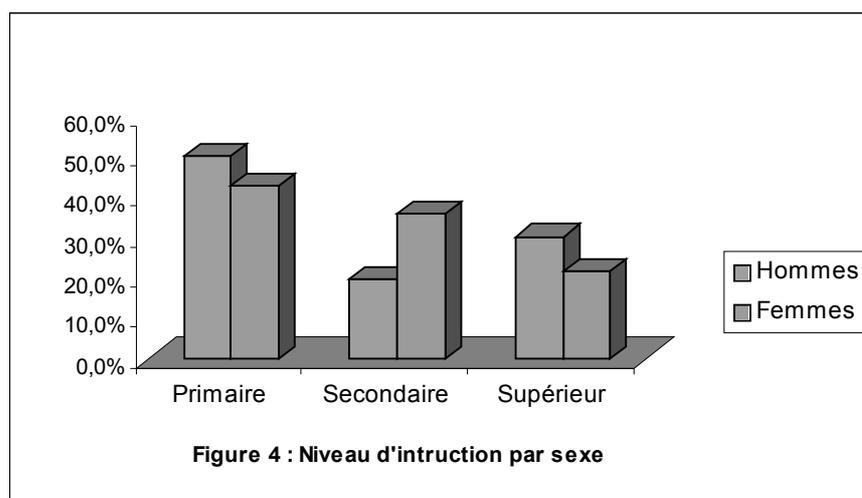
**Tableau I : Catégorie socioprofessionnelle par sexe**

Catégorie socioprofessionnelle	Hommes		Femmes	
	Effectifs	%	Effectifs	%
Agriculteurs/employés/ouvriers	267	12,6	600	20,3
Artisans/commerçants/chefs d'entreprise/professions Intermédiaires	723	34,2	1137	38,4
cadre/professions Intellectuelles supérieures	687	32,5	458	15,5
Retraités/inactifs/chômeurs	440	20,8	767	25,9
<b>Total</b>	<b>2117</b>	<b>100,0</b>	<b>2962</b>	<b>100,0</b>

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.1.4 - Niveau d'instruction

Les volontaires se sont prononcés sur leur diplôme le plus élevé à savoir, aucun, Certificat d'études primaires (CEP), Certificat d'aptitude professionnelle (CAP), Brevet, Brevet de technicien spécialiste (BTS), BAC, BAC+2 et Supérieur. Le regroupement des quatre premières modalités correspond au niveau primaire. Les modalités BTS, BAC et BAC+2 correspondent au secondaire et la modalité Supérieur reste la même (figure 4). La distribution des fréquences montre que chez les hommes, la majorité des volontaires (50,2%) sont de la catégorie primaire et les moins représentés étant ceux du niveau secondaire (19,6%). Les femmes suivent à peu près la même tendance avec 42,6% de l'effectif dans le primaire et seulement 21,7% dans le supérieur.



Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.1.5 – Région de résidence

Les 22 régions de la France métropolitaine ont été regroupées en 11 suivant les modalités du Tableau II. Le gros effectif de la population d'étude se trouve dans l'Ile-de-France tant pour les hommes (26,1%) que pour les femmes (25,8%). L'effectif le moins représenté reste focalisé dans les régions Auvergne/Limousin avec 3,7% de la population pour les hommes et 4,0% pour les femmes.

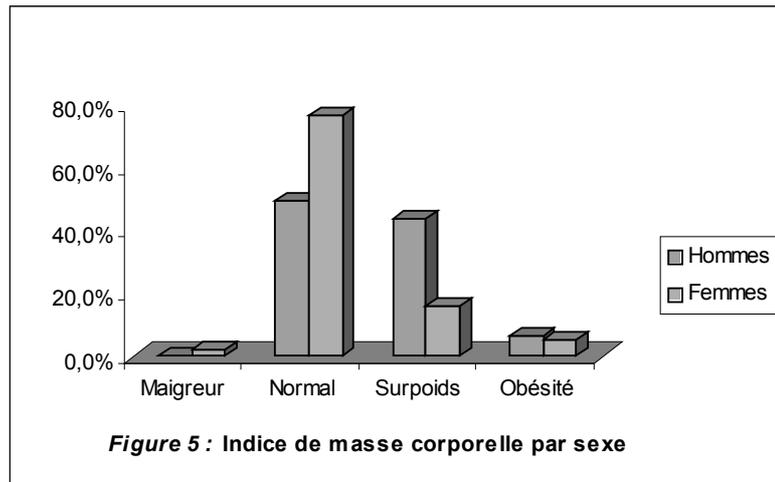
**Tableau II : Région de résidence par sexe**

Région de résidence	Hommes		Femmes	
	Effectifs	%	Effectifs	%
Nord Picardie	85	4,0	130	4,4
Haute Normandie/Basse Normandie	97	4,6	122	4,1
Alsace/Lorraine/Champagne/Franche-Comté	173	8,2	222	7,5
Ile-de-France	552	26,1	764	25,8
Bretagne	204	9,6	334	11,3
Pays de la Loire	172	8,1	265	8,9
Poitou-Charente/Aquitaine/Midi-Pyrénées	235	11,1	326	11,0
Auvergne/Limousin	79	3,7	117	4,0
Rhône-Alpes	188	8,9	266	9,0
Paca/Languedoc/Roussillon	186	8,8	215	7,3
Centre/Bourgogne	146	6,9	201	6,8
Total	2117	100,0	2962	100,0

Source (SU.VI.MAX, 1998)

### 2.1.6 - Indice de masse corporelle

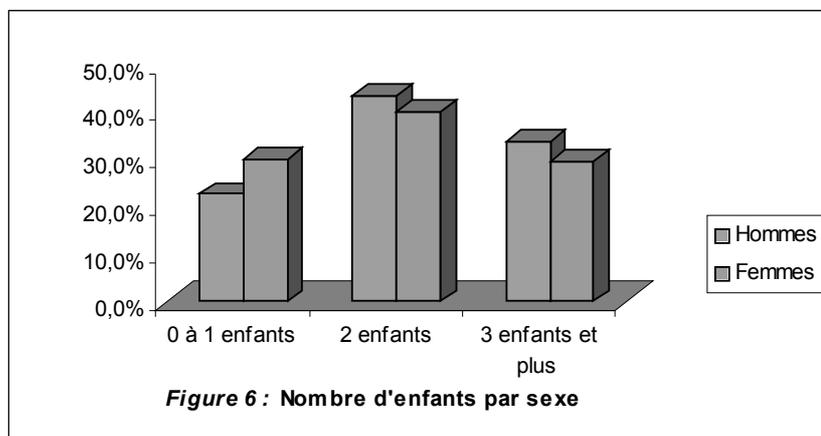
Les données relevant de l'indice de masse corporelle (IMC) ont été regroupées en quatre paramètres. Si l'IMC est inférieur à 18,5, cela correspond à l'état de maigreur (dénutrition), s'il est compris entre 18,5 et 24,9, il s'agit de l'état normal, situé entre 25 et 29,9 c'est le surpoids et supérieur ou égal à 30, il correspond à l'obésité. La figure 5 révèle que dans l'ensemble, seule une petite frange de la population est maigre ou dénutrie. Toutefois, 2/5<sup>e</sup> des hommes sont en surpoids (43,8%) contre 16 % seulement chez les femmes.



Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.1.7 - Nombre d'enfants

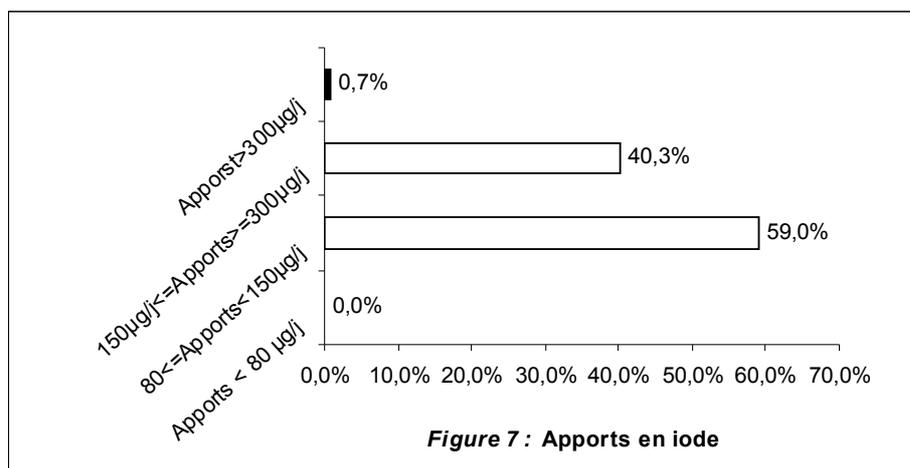
Le nombre d'enfants a été regroupé en trois classes (figure 6). Ainsi les hommes ayant deux enfants sont les plus nombreux (43,4%), soit près du double de ceux ayant 0 ou 1 enfant (22,6%). La même réalité est observée chez les femmes ayant deux enfants où on dénombre 40,1% de l'effectif. En revanche, il existe presque autant de femmes ayant 0 ou 1 enfant que celles ayant trois enfants ou plus.



Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

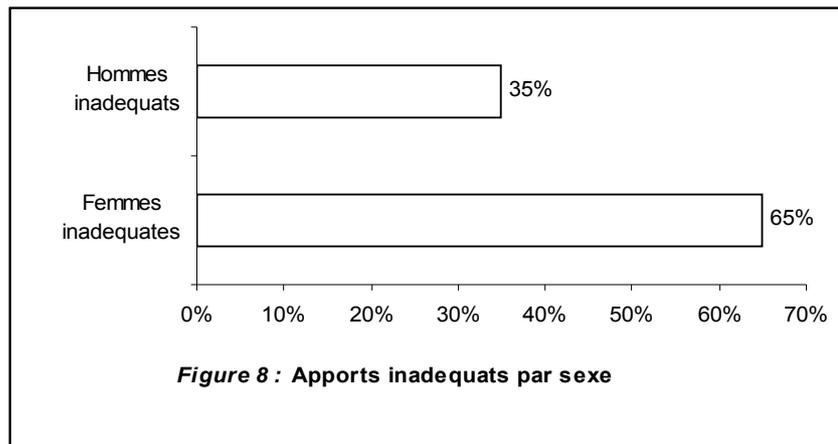
## 2.2 – Les apports en iode dans la population considérée

La figure 7 montre qu'il n'existe aucun cas de déficience sévère en iode (apports < 80 µg/j) en France. De même, la proportion ayant des apports excessifs (apports > 300 µg/j) est très infime (0,7%). Cependant, la majorité de la population (59%) a des apports inadéquats ( $80 \leq \text{apports} < 150 \mu\text{g/j}$ ) correspondant à une situation de déficience légère.



Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

Parmi les sujets ayant des apports inadéquats, les femmes s'y retrouvent en grand nombre (65%) tandis que les hommes ne représentent que la moitié de l'effectif féminin (35%) comme l'illustre la figure 8.



Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

## **2.3 – Influence des caractéristiques sociodémographiques et alimentaires sur les apports en iode**

### **2.3.1 – Influence des caractéristiques sociodémographiques**

La population ayant des apports inférieurs à 80  $\mu\text{g}/\text{j}$  étant inexistante, et celle qui en dispose excessivement étant infime, seuls les apports inadéquats et adéquats seront considérés dans la suite de l'étude.

#### *2.3.1.1 - Influence de l'âge sur les apports en iode*

Une présomption de relation est observée entre l'âge et les apports en iode ( $p < 0,0001$ ) et la probabilité de Fischer ( $F < 0,0001$ ) montre que l'âge pourrait avoir une incidence sur les apports en iode (tableau III). Ainsi, chez les hommes, la proportion des sujets inadéquats diminue avec l'âge. Ce qui induit une augmentation des apports avec l'âge. En effet, les hommes de 45-49 ans sont les plus nombreux (51,9%) à avoir des apports inadéquats d'iode par rapport à ceux de 55 ans et plus. Chez les femmes, la proportion de sujets inadéquats semble constante quel que soit l'âge.

**Tableau III : Distribution des apports en iode par sexe et par âge**

	Apports en iode		Quantité d'iode (Mg/j)			Effectif
	% de sujets inadéquats	% de sujets adéquats	Moyenne	Ecart-type	Médiane	
<b>Hommes</b>						
45-49 ans	51,9	48,1	155,4	47,6	147,7	753
50-54 ans	50,4	49,6	156,4	48,1	149,6	665
55 ans et +	32,0	68,0	161,0	49,2	153,4	699
<b>Femmes</b>						
35-39 ans	66,5	43,5	137,5	42,9	132,4	454
40-44 ans	65,0	35,0	139,2	48,8	133,3	623
45-49 ans	66,3	43,7	138,5	45,5	131,0	860
50-54 ans	65,8	34,2	135,8	44,7	130,9	526
55 et plus	64,9	35,1	137,5	47,0	129,5	499
<b>Test de validation</b>	Probabilité du $X^2 < 0,0001$		Probabilité de Fischer $< 0,0001$			

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.3.1.2 – Influence de la catégorie socioprofessionnelle sur les apports en iode

Le tableau IV montre que la catégorie socioprofessionnelle et les apports en iode entretiendraient une liaison ( $p = 0,0290$ ) s'accompagnant d'une influence de la première variable citée sur la seconde ( $F < 0,0001$ ). Bien qu'il y ait peu de différences d'apports en iode entre les catégories socioprofessionnelles, les hommes artisans/commerçants/chefs d'entreprise/professions intermédiaires, sont plus représentés (51,2%) dans la catégorie des inadéquats que les retraités/inactifs/chômeurs (46,4%). En revanche, ceux dont la consommation moyenne est la plus élevée (158,5  $\mu\text{g/j}$ ) sont des cadres et professions intellectuelles supérieures. Pourtant, la même catégorie chez les femmes présente la plus petite consommation moyenne (136,4  $\mu\text{g/j}$ ).

**Tableau IV : Distribution des apports en iode par sexe et par catégorie socioprofessionnelle**

	Apports en iode		Quantité d'iode ( $\mu\text{g/j}$ )			Effectif
	% de sujets inadéquats	% de sujets adéquats	Moyenne	Ecart-type	Médiane	
<b>Hommes</b>						
Agricult/employé/ouvriers	49,8	50,2	155,7	49,8	150,1	267
Artisans/commerc/chef d'entrep/prof. Intermédiaires	51,2	48,8	156,0	46,8	148,8	723
Cadre/prof. Intellectuelles sup.	49,8	50,2	158,5	48,0	150,5	687

Retraités/inactifs/chômeurs	46,4	53,6	156,9	50,6	153,9	440
<b>Femmes</b>						
Agricult/employé/ouvriers	66,3	33,7	136,5	44,0	129,7	600
Artisans/commerc/chef d'entrep/prof. Intermédiaires	66,7	33,3	138,4	45,3	132,5	1137
Cadre/prof. Intellectuelles sup.	64,8	35,2	136,4	48,1	130,7	458
Retraités/inactifs/chômeurs	64,3	35,7	137,8	47,2	132,9	767
<b>Test de validation</b>			Probabilité du X <sup>2</sup> =0,0209			
			Probabilité de Fischer <0,0001			

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.3.1.3 - Influence du niveau d'instruction sur les apports en iode

Selon le tableau V, une présomption de relation est également observée entre le niveau d'instruction et les apports en iode ( $p = 0,0124$ ). Le test de Fischer quant à lui, révèle que les moyennes sont significativement différentes ( $F < 0,0001$ ). On observe que la proportion des sujets inadéquats augmente avec le niveau d'instruction. En effet, plus de la moitié des hommes du supérieur (50,3%) ont des apports inadéquats, alors que ceux du secondaire ne représentent que 48,1% de l'effectif. Chez les femmes, contrairement aux hommes, la proportion des sujets inadéquats diminue avec le niveau d'instruction. La majorité de celles du primaire (68,8%) ont des apports inférieurs (134,8  $\mu\text{g/j}$ ) à celles du supérieur (142,3  $\mu\text{g/j}$ ).

**Tableau V : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau d'instruction**

	Apports en iode		Quantité d'iode ( $\mu\text{g/j}$ )			Effectif
	% de sujets inadéquats	% de sujets adéquats	Moyenne	Ecart-type	Médiane	
<b>Hommes</b>						
Primaire	49,6	50,4	157,7	48,7	150,6	1063
Secondaire	48,1	51,9	158,2	46,9	151,7	414
Supérieur	50,3	49,7	156,9	48,8	149,6	640
<b>Femmes</b>						
Primaire	68,8	31,2	134,8	45,4	128,6	1262
Secondaire	65,2	34,8	138,8	46,2	133,5	1058
Supérieur	60,6	39,4	142,3	46,4	135,2	642
<b>Test de validation</b>			Probabilité du X <sup>2</sup> =0,0124			
			Probabilité de Fischer <0,0001			

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.3.1.4 – Influence de l'indice de masse corporelle sur les apports en iode

D'après le tableau VI, l'indice de masse corporelle (IMC) semble être en relation avec les apports en iode ( $p = 0,012$ ), et exercerait une influence sur ces derniers ( $F < 0,0001$ ). Chez les hommes, la proportion des sujets inadéquats augmente avec

l'IMC. Plus de la moitié des hommes (52,2%) ayant des apports inférieurs à la normale sont obèses. Il en va de même chez les femmes où elles représentent 72,4%. En somme, quel que soit le sexe, ce sont les personnes obèses qui ont les plus faibles apports en iode.

**Tableau VI : Distribution des apports en iode par sexe et par indice de masse corporelle**

	Apports en iode		Quantité d'iode (µg/l)			Effectif
	% de sujets inadéquats	% de sujets adéquats	Moyenne	Ecart-type	Médiane	
<b>Hommes</b>						
Normal	48,1	51,9	158,1	47,5	152,1	248,0
Surpoids	50,7	49,3	157,9	49,8	149,2	256,0
Obésité	52,2	47,8	151,1	44,7	148,6	235,4
<b>Femmes</b>						
Maigreur	69,6	30,4	140,8	46,6	132,2	246,0
Normal	65,1	34,9	137,9	45,4	132,2	219,1
Surpoids	66,2	33,8	138,6	48,3	131,1	234,6
Obésité	72,4	27,6	133,2	46,9	124,9	233,1
<b>Test de validation</b>	Probabilité du X <sup>2</sup> =0,0152		Probabilité de Fischer <0,0001			

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.3.1.5 –Influence de la région de résidence sur les apports en iode

La région de résidence (tableau VII) semble fortement corrélée aux apports en iode ( $p < 0,0001$ ) et influencerait significativement sur ces derniers ( $F < 0,0001$ ). Les hommes vivant en Bretagne ne représentent que 35,8% des personnes ayant des apports inadéquats contre 60,7% en Alsace/Lorraine/Champagne/Franche-Comté. En Ile-de-France, on en dénombre 52,4%. Chez les femmes, 76,6% résidant au Centre/Bourgogne ont des apports inadéquats contre 55,4% en Haute et Basse Normandie. La Bretagne reste la région où l'apport moyen en iode chez les femmes est le plus élevé (148,9  $\mu\text{g/j}$ ), soit 1,10 fois plus élevé que les apports moyens des femmes vivant en Ile-de-France (136,1  $\mu\text{g/j}$ ).

**Tableau VII : Distribution des apports en iode par sexe et région de résidence**

	Apports en iode		Quantité d'iode ( $\mu\text{g/j}$ )			Effectif
	% de sujets inadéquats	% de sujets adéquats	Moyenne	Ecart-type	Médiane	
<b>Hommes</b>						
Nord Picardie	52,9	47,1	151,3	50,2	146,7	85
Haute Normandie/Basse Normandie	44,3	55,7	166,5	54,5	155,1	97
Alsace/Lorraine/Champagne /Franche-Comté	60,7	39,3	146,0	42,2	138,6	173
Ile-de-France	52,4	47,6	156,3	47,8	148,1	552
Bretagne	35,8	64,2	173,4	52,7	168,3	204
Pays de la Loire	40,1	59,9	161,8	43,1	156,7	172
Poitou-charente/Aquitaine /Midi-Pyrénées	44,7	55,3	164,7	51,2	156,1	235
Auvergne/Limousin	51,9	48,1	151,6	44,7	148,1	79
Rhône-Alpes	56,9	43,1	149,7	42,6	145,7	188
Paca/Languedoc/Roussillon	52,7	47,3	151,5	49,7	147,2	186
Centre/Bourgogne	50,0	50,0	155,8	46,7	150,5	146
<b>Femmes</b>						
Nord Picardie	62,3	37,7	142,3	46,0	136,4	130
Haute Normandie/Basse Normandie	55,4	44,6	148,1	44,1	144,3	122
Alsace/Lorraine/Champagne /Franche-Comté	70,3	29,7	131,2	43,8	124,7	222
Ile-de-France	67,4	32,6	136,1	46,1	130,1	764
Bretagne	58,9	41,1	148,9	48,5	140,5	334
Pays de la Loire	62,3	37,7	143,2	50,6	137,5	265
Poitou-charente/Aquitaine /Midi-Pyrénées	67,2	32,8	135,7	46,1	129,9	326
Auvergne/Limousin	59,0	61,0	139,2	46,8	133,4	117
Rhône-Alpes	66,9	33,1	135,7	45,1	127,9	266
Paca/Languedoc/Roussillon	70,2	29,8	129,4	40,1	124,5	215
Centre/Bourgogne	73,6	26,4	131,8	39,3	127,5	201
<b>Test de validation</b>		Probabilité du $X^2 < 0,0001$		Probabilité de Fischer $< 0,0001$		

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.3.1.6 – Influence du nombre d'enfants sur les apports en iode

Selon le tableau VIII, la liaison entre le nombre d'enfants et la consommation d'iode n'est pas significative ( $p = 0,9355$ ), même si le test de Fischer ( $F < 0,0001$ ) relève des différences significatives entre les moyennes de consommations d'iode.

**Tableau VIII : Distribution des apports en iode par sexe et par nombre d'enfants**

	Apports en iode		Quantité d'iode ( $\mu\text{g/j}$ )			Effectif
	% de sujets inadéquats	% de sujets adéquats	Moyenne	Ecart-type	Médiane	
<b>Hommes</b>						
0 à 1 enfant	47,8	52,2	160,4	50,6	152,5	479
2 enfants	51,0	49,0	155,9	47,4	148,6	919
3 enfants et plus	48,7	51,3	157,7	48,0	151,5	719
<b>Femmes</b>						
0 à 1 enfant	65,3	34,7	139,6	48,2	131,5	893
2 enfants	65,3	34,7	136,7	45,9	130,1	1189
3 enfants et plus	66,7	33,3	137,6	43,6	133,1	880
<b>Test de validation</b>			Probabilité de Fischer $< 0,0001$			
			Probabilité du $X^2 = 0,9355$			

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.3.2 – Influence du type et des quantités d'aliments sur les apports en iode

#### 2.3.2.1 – Influence du poisson/crustacé

Selon le tableau IX, il existerait une forte association ( $p < 0,0001$ ) entre le poisson/crustacé et l'apport iodé avec de fortes chances que consommer du poisson/crustacé, s'accompagne d'un apport iodé ( $F < 0,0001$ ). Ainsi, il ressort chez les hommes que ceux qui consomment faiblement du poisson/crustacé sont les plus nombreux (77,9%) à avoir des apports journaliers inadéquats (127,2  $\mu\text{g/j}$ ). Pourtant, les individus dont la consommation du poisson/crustacés est très élevée ne représentent qu'une infime partie (9,3%) des sujets en déficience d'iode. La même tendance s'observe chez les femmes où celles consommant peu de poissons sont plus nombreuses (84,8%) à être déficientes en iode par rapport à celles dont les consommations sont très élevées (27,5%).

**Tableau IX : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau de consommation du poisson/crustacé**

Niveau de consommation d'iode dans du poisson/crustacé	Apports en iode		Quantité d'iode (µg/j)			Effectif
	% de sujets inadéquats	% de sujets adéquats	Moyenne	Ecart-type	Médiane	
<b>Hommes</b>						
Faible	77,9	22,1	127,2	32,4	125,8	529
Moyen	66,0	44,0	139,3	33,4	137,5	526
Elevé	44,9	55,1	157,8	35,4	153,5	534
Très élevé	9,3	90,7	205,9	48,6	199,2	528
<b>Femmes</b>						
Faible	84,8	15,2	115,3	35,4	111,4	738
Moyen	81,9	18,1	119,9	33,4	117,3	741
Elevé	68,7	31,3	136,5	34,3	132,7	742
Très élevé	27,5	72,5	179,7	48,3	171,8	741
<b>Test de validation</b>	Probabilité du X <sup>2</sup> <0,0001		Probabilité de Fischer <0,0001			

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.3.2.2- Influence du pain/viennoiseries/pâtisserie/biscuits

Ce groupe d'aliments semble fortement corrélé aux apports en iode ( $P < 0,0001$ ) et il est probable que leur consommation s'accompagne d'un apport iodé ( $F < 0,0001$ ). L'on observe une augmentation d'iode journalier à mesure qu'on consomme l'aliment considéré (Tableau X). Chez les hommes, ceux qui en consomment faiblement ont en moyenne un apport de 150 µg/j. Pourtant ceux dont la consommation est très élevée ingurgitent en moyenne 166,1 µg d'iode par jour. Chez les femmes, celles qui consomment faiblement cette catégorie d'aliments sont les plus nombreuses (68%) à avoir des déficits d'iode pour une consommation moyenne de près de 134 µg/j. Alors que celles qui les consomment abondamment ont des apports en iode moyens de 143,7 µg/j.

**Tableau X: Distribution des apports en iode par sexe et par niveau de consommation du Pain, viennoiseries, pâtisserie biscuits**

Niveau de consommation d'iode dans du pain/viennoiseries/pâtisserie/biscuits	Apports en iode		Quantité d'iode ( $\mu\text{g}/\text{j}$ )			Effectif
	% de sujets inadéquats	% de sujets adéquats	Moyenne	Ecart-type	Médiane	
<b>Hommes</b>						
Faible	55,4	44,6	150,0	49,9	143,2	525
Moyen	51,2	48,8	156,3	50,0	148,8	537
Elevé	49,8	50,2	157,7	44,2	150,2	528
Très élevé	41,6	58,4	166,1	47,9	158,7	527
<b>Femmes</b>						
Faible	68,3	31,7	133,8	51,5	125,0	723
Moyen	68,7	31,3	133,9	43,8	129,2	771
Elevé	65,1	34,9	140,2	43,8	135,0	721
Très élevé	60,8	39,2	143,7	43,7	137,7	747
<b>Test de validation</b>	Probabilité du $X^2 < 0,0001$		Probabilité de Fischer $< 0,0001$			

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.3.2.3- Influence des viandes/volailles/charcuteries/abats/plats préparés/boissons

Le tableau XI montre que ce groupe d'aliments semble fortement corrélé aux apports en iode ( $p < 0,0001$ ) et il est probable que leur consommation s'accompagne d'un apport iodé ( $F < 0,0001$ ). Ainsi, la proportion des sujets inadéquats diminue à mesure que la consommation de l'aliment considéré augmente. La majorité des hommes consommant faiblement des viandes/volailles (61,7%) ont des apports journaliers en iode inadéquats. Tandis que ceux dont la consommation est élevée ne représentent que 33,9% des personnes ayant des apports insuffisants. A ce titre, les sujets de la première catégorie citée ont un apport moyen en iode de 143,1  $\mu\text{g}/\text{j}$ , soit 1,2 fois moins que la seconde catégorie (177,2  $\mu\text{g}/\text{j}$ ). Du côté des femmes, celles qui consomment peu de viandes/volailles/charcuteries sont les plus nombreuses à avoir des insuffisances (75,2%) que celles qui en consomment beaucoup (48%).

**Tableau XI : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau de consommation de Viande, volaille, charcuterie, abats, matières grasses**

Niveau de consommation d'iode dans la viande /volaille /charcuterie/abats/matières grasses	Apports en iode		Quantité d'iode ( $\mu\text{g/j}$ )			Effectif
	% de sujets inadéquats	% de sujets adéquats	Moyenne	Ecart-type	Médiane	
<b>Hommes</b>						
Faible	61,7	38,3	143,1	43,9	138,0	532
Moyen	55,5	44,5	152,2	46,2	145,8	526
Elevé	46,9	53,1	157,7	44,8	153,0	531
Très élevé	33,9	66,1	177,2	51,7	168,7	528
<b>Femmes</b>						
Faible	75,2	24,8	124,0	44,5	117,1	742
Moyen	75,0	25,0	127,9	39,3	121,6	737
Elevé	64,8	35,2	139,9	43,8	135,6	739
Très élevé	48,0	52,0	159,4	47,5	152,3	744
<b>Test de validation</b>	Probabilité du $X^2 < 0,0001$		Probabilité de Fischer $< 0,0001$			

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

#### 2.3.2.4- Influence des œufs/dérivés/snacks/produits amylacés/autres

Une forte liaison (tableau XII) semble se dégager entre les œufs/dérivés et les apports en iode ( $p < 0,0001$ ) et il est probable que leur consommation s'accompagne d'un apport iodé ( $F < 0,0001$ ). Ainsi, les apports journaliers en iode augmentent avec la quantité d'aliments consommée. Les hommes dont la consommation des œufs et dérivés/snack est faible sont les plus nombreux (62,5%) à avoir des apports inadéquats par rapport à ceux dont la consommation est très élevée (36 %). A l'inverse, ceux du premier groupe cité consomment moins d'iode en moyenne (141,1  $\mu\text{g/j}$ ) que ceux du second groupe (173,3  $\mu\text{g/j}$ ). Chez les femmes, celles consommant peu d'œufs et dérivés/snack sont plus de la moitié à être déficientes en iode (78,3%) pour un apport total moyen de 121,6  $\mu\text{g/j}$ . Tandis que celles de niveau de consommation très élevé ont un apport moyen de 158,5  $\mu\text{g/j}$ .

**Tableau XII : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau de consommation des œufs et dérivés, snacks, produits amylacés et autres**

Niveau de consommation d'iode dans les œufs et dérivés/ snacks/ produits amylacés et autres	Apports en iode		Quantité d'iode (µg/j)			Effectif
	% de sujets inadéquats	% de sujets adéquats	Moyenne	Ecart-type	Médiane	
<b>Hommes</b>						
Faible	62,5	37,5	141,1	47,3	135,1	531
Moyen	53,4	46,6	154,7	47,3	146,5	526
Elevé	46,1	53,9	161,1	46,2	154,0	529
Très élevé	36,0	64,0	173,3	47,0	167,6	531
<b>Femmes</b>						
Faible	78,3	21,7	121,6	42,1	116,0	743
Moyen	71,2	28,8	131,4	43,3	124,3	739
Elevé	64,4	35,6	140,0	42,4	135,0	739
Très élevé	49,0	51,0	158,5	47,6	151,5	741
<b>Test de validation</b>	Probabilité du X <sup>2</sup> <0,0001		Probabilité de Fischer <0,0001			

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.3.2.5- Influence des produits laitiers/desserts lactés/glaces

Le tableau XIII montre que les produits laitiers semble significativement liés aux apports en iode ( $p < 0,0001$ ) et influeraient sur ces derniers ( $F < 0,0001$ ). Les proportions de sujets inadéquats diminuent à mesure que la consommation de ces produits augmente. Ils représentent une source importante d'iode où on observe que les apports d'iode augmentent régulièrement avec leur consommation. En effet chez les hommes, ceux dont la consommation est faible sont plus de la moitié (77,1%) à être inadéquats. Tandis qu'ils sont estimés à 15,6% pour ceux dont la consommation est très élevée. Les individus consommant faiblement les produits laitiers ingurgitent en moyenne 126,5 µg d'iode par jour contre 192,6 µg pour les sujets de consommation très élevée. Il en va de même chez les femmes où la majorité ayant des insuffisances en iode (88,9%) a des consommations faibles, alors que celles qui en consomment abondamment sont estimées à 29,1%.

**Tableau XIII : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau de consommation des produits laitiers, desserts lactés, glaces**

Niveau de consommation d'iode dans des produits laitiers/desserts lactés/glaces	Apports en iode		Quantité d'iode ( $\mu\text{g/j}$ )			Effectif
	% de sujets inadéquats	% de sujets adéquats	Moyenne	Ecart-type	Médiane	
<b>Hommes</b>						
Faible	77,1	22,9	126,5	38,2	74,1	528
Moyen	60,0	40,0	147,5	40,7	95,7	531
Elevé	45,9	54,1	163,4	43,9	109,3	527
Très élevé	15,6	84,4	192,6	44,6	136,5	531
<b>Femmes</b>						
Faible	88,9	11,1	106,9	37,0	63,1	736
Moyen	80,0	20,0	125,1	34,4	80,1	746
Elevé	65,0	35,0	142,5	36,4	98,0	740
Très élevé	29,1	70,9	176,8	43,9	122,4	740
<b>Test de validation</b>	Probabilité du $X^2 < 0,0001$		Probabilité de Fischer $< 0,0001$			

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

### 2.3.2.6 - Influence du sel iodé

D'après le tableau XIV, le sel iodé semble corrélé aux apports en iode ( $p=0,0008$ ) et il est probable que sa consommation s'accompagne d'un apport iodé notable ( $F < 0,0001$ ). Les hommes qui n'en consomment pas sont plus de la moitié (52,2%) à avoir des insuffisances en iode, alors qu'on en dénombre 67% chez les femmes.

**Tableau XIV : Distribution des apports en iode par sexe et par niveau de consommation du sel iodé**

Niveau de consommation du sel iode	Apports en iode		Quantité d'iode ( $\mu\text{g/j}$ )			Effectif
	% de sujets inadéquats	% de sujets adéquats	Moyenne	Ecart-type	Médiane	
<b>Hommes</b>						
Ne consomment pas	52,2	47,8	155,2	47,5	147,6	1197
Consomment	46,0	54,0	160,6	49,4	154,2	920
<b>Femmes</b>						
Ne consomment pas	67,0	33,0	136,1	45,3	130,1	1720
Consomment	63,9	31,6	140,3	46,8	133,4	1242
<b>Test de validation</b>	Probabilité du $X^2 = 0,0008$		Probabilité de Fischer $< 0,0001$			

Source (SU.VI.MAX, 1994-1998)

## **2.4 – Facteurs d'exposition aux apports inadéquats et estimation du risque associé (modèle multivarié)**

Les résultats précédents (analyses bivariées) ont fait ressortir des présomptions de relation entre chaque variable sociodémographique et alimentaire avec les apports en iode. Si une telle démarche est nécessaire, elle ne saurait en aucun cas être suffisante. Car l'identification des facteurs d'exposition se conçoit mieux dans une analyse multivariée. Ainsi, la présente section tentera de mettre dans un même modèle de régression logistique toutes les variables de l'étude. A cet effet, le tableau XV montre que le modèle de régression logistique final (OR ajustés) est significatif au seuil de 5% ( $p < 0,0001$ ) tant pour les hommes que pour les femmes. Donc d'emblée, les variables sociodémographiques et alimentaires contribuent à l'explication des apports inadéquats. Cependant, quelles sont celles qui expliquent effectivement les différences de consommation d'iode ?

### **2.4.1 – Facteurs liés aux caractéristiques sociodémographiques**

#### *2.4.1.1 - Chez les hommes*

De toutes les variables sociodémographiques (tableau XV), seule **la région de résidence** ( $p < 0,0001$ ) explique les consommations différentielles d'iode chez les hommes. A cet effet, ceux résidant en Île-de-France ont **1,19 fois plus de risque** d'avoir des apports inadéquats en iode par rapport aux hommes résidant en Alsace/Lorraine/Champagne/Franche-Comté

#### *2.4.1.2 - Chez les femmes*

En considérant les OR ajustés (tableau XV), seules trois variables sociodémographiques sont significatives. Il s'agit de la **catégorie socioprofessionnelle** ( $p = 0,0099$ ), de **l'IMC** ( $p = 0,0263$ ) et du **nombre d'enfants** ( $p = 0,0473$ ).

Dans ce contexte, les femmes de la catégorie des artisans/commerçants/chefs d'entreprise/professions intermédiaires ont **1,62 fois plus de risque** d'avoir des apports inadéquats en iode par rapport aux agricultrices/ouvrières/employées. En outre, les retraités/inactifs/chômeurs ont **10% moins de risque** d'être déficients en iode par rapport aux agricultrices/ouvrières/employées.

Par ailleurs, les femmes ayant un IMC normal ont **64% moins de risque** d'avoir des apports insuffisants en iode par rapport aux femmes maigres ou dénutries.

De même, les femmes ayant deux enfants à charge voient leur **risque diminué de 30%** par rapport à celles ayant au moins trois enfants, d'avoir des apports inadéquats

#### **2.4.2 – Facteurs liés aux types et quantité d'aliments**

Les six familles alimentaires retenues entretiennent des relations significativement très fortes avec des apports en iode lorsqu'on considère les OR ajustés ( $p < 0,0001$ ). Ainsi, il est observé que les apports en iode croissent avec l'augmentation de la quantité d'aliments consommée (tableau XV).

##### *2.4.2.1 – Chez les hommes*

Les hommes qui consomment moyennement du poisson/crustacé ont **64% moins de risque** d'avoir des insuffisances en iode par rapport à ceux qui en consomment peu. De même, les hommes dont la consommation de poisson/crustacé est très élevée ont **99,9% moins de risque** d'avoir des insuffisances en iode par rapport à ceux qui en consomment peu.

En ce qui concerne le pain/viennoiserie/pâtisserie/biscuits, seules les consommations très élevées sont significatives. Ainsi, les personnes consommant beaucoup ce type d'aliment ont **56% moins de risque** d'avoir des apports inadéquats en iode que ceux qui en consomment peu.

S'agissant des viandes/volailles/charcuterie/abats/matières grasses, les individus qui les consomment moyennement ont **49,8% moins de risque** d'être déficients en iode par rapport à ceux qui en consomment peu. Tandis que ceux qui en consomment abondamment ont **96,6% moins de risque** d'avoir des apports inadéquats.

Pour ce qui est des œufs et dérivés/snacks/produits amylacés/autres, on observe que les hommes dont la consommation de ces produits est très élevée ont **96,7% moins de risque** d'avoir des insuffisances en iode par rapport à ceux qui en consomment peu. Par ailleurs, les personnes de consommation moyenne ont **35,5% moins de risque** d'être déficients en iode par rapport à ceux qui en consomment peu.

En ce qui concerne les produits laitiers, les hommes qui les consomment moyennement ont **86,3% moins de risque** d'avoir des apports inadéquats par rapport à ceux qui en consomment peu. Alors que ceux dont la consommation est élevée ont **96,6% moins de risque** d'être déficients par rapport à leurs homologues qui en consomment peu. Ceux dont la consommation est très élevée voient **leur risque diminué de 99,9%** par rapport à la modalité de référence précédemment citée.

Enfin, les hommes qui consomment du sel iodé ont **44,6% moins de risque** d'être déficients en iode par rapport à ceux qui n'en consomment pas.

#### *2.4.2.2 – Chez les femmes*

Les femmes qui consomment moyennement du poisson/crustacé ont **64% moins de risque** d'avoir des apports inadéquats en iode par rapport à celles qui en consomment peu. Alors que celles dont la consommation est très élevée voient **leur risque diminué de 99,9%** d'être déficientes par rapports à celles qui en consomment peu.

Les femmes consommant beaucoup de pain/viennoiserie/pâtisserie/biscuits ont **65,7% moins de risque** d'avoir des insuffisances en iode par rapport à celles qui en consomment peu.

S'agissant de la viande/volaille/charcuterie/abats/matières grasses, les femmes qui en consomment moyennement ont **42,6% moins de risque** d'être déficientes que celles qui en consomment peu. Pourtant, celles qui en consomment abondamment voient leur **risque diminué de 97,5%** d'être déficientes en iode par rapport à celles qui en consomment peu.

Le même constat est fait pour les consommations d'œufs et dérivés/snacks/produits amylacés et autres où les femmes consommant beaucoup de ces produits ont **98,5% moins de risque** d'avoir des apports inadéquats par rapport à celles qui en consomment peu. Celles qui en consomment moyennement ont **65,6% moins de risque** l'être par rapport à celles qui en consomment peu.

Le lait et les produits laitiers révèlent que celles dont la consommation est élevée, ont **96% moins de risque** d'être déficientes par rapport à celles qui en consomment peu. Les consommatrices moyennes quant à elles ont **70,5% moins de risque** de l'être par rapport à celles qui en consomment peu.

Enfin, les consommatrices de sel iodé voient leur **risque diminué de 33,4%** d'avoir des insuffisances en iode par rapport à celles qui n'en consomment pas.

**Tableau XV : Résultats de la régression logistique multivariée**

Variables sociodémographiques et alimentaires	HOMMES		FEMMES	
	Effets nets (p<0,0001)		Effets nets (p<0,0001)	
	Probabilité du X <sup>2</sup>	OR Ajustés	Probabilité du X <sup>2</sup>	OR Ajustés
<b>Age</b>	<b>0,3451</b>	<b>(ns)</b>	<b>0,8946</b>	<b>ns</b>
35-39 ans			<b>mr</b>	<b>1,000</b>
40-44 ans			0,4714	1,086(ns)
45-49 ans	<b>mr</b>	<b>1,000</b>	0,7632	1,023 (ns)
50-54 ans	0,6921	0,921 (ns)	0,3885	0,870 (ns)
55 ans et +	0,1632	0,742 (ns)	0,8803	0,961 (ns)
<b>Catégorie socioprofessionnelle</b>	<b>0,4512</b>	<b>(ns)</b>	<b>0,0099***</b>	
Agricult/employé/ouvriers	<b>mr</b>	<b>1,000</b>	<b>mr</b>	<b>1,000</b>
Artisans/commerc/chef d'entrep/prof. Intermédiaires	0,9078	1,143 (ns)	0,0117**	1,621
cadre/prof. Intellectuelles sup.	0,1056	1,493 (ns)	0,2559	1,497 (ns)
Retraités/inactifs/chômeurs	0,5851	1,061 (ns)	0,0254**	0,904
<b>Niveau d'instruction</b>	<b>0,0270**</b>		<b>0,3305</b>	<b>(ns)</b>
Primaire	<b>mr</b>	<b>1,000</b>	<b>mr</b>	<b>1,000</b>
Secondaire	0,6713	0,694 (ns)	0,6997	0,895 (ns)
Supérieur	0,0638	0,569 (ns)	0,1661	0,709 (ns)
<b>Région de résidence</b>	<b>0,0275**</b>		<b>0,8409</b>	<b>(ns)</b>
Nord Picardie	0,0713	0,429 (ns)	0,752	0,960 (ns)
Haute Normandie/Basse Normandie	0,4656	1,093 (ns)	0,473	0,863 (ns)
Alsace/Lorraine/Champagne/Franche-Comté	<b>mr</b>	<b>1,000</b>	<b>mr</b>	<b>1,000</b>
Ile-de-France	0,0430**	1,187	0,958	1,066 (ns)
Bretagne	0,8411	0,811 (ns)	0,676	1,151 (ns)
Pays de la Loire	0,1631	0,595 (ns)	0,489	0,909 (ns)
Poitou-charente/Aquitaine/Midi-Pyrénées	0,6775	0,780 (ns)	0,842	1,016 (ns)
Auvergne/Limousin	0,4927	0,660 (ns)	0,481	0,828 (ns)
Rhône-Alpes	0,1778	1,170 (ns)	0,867	1,101 (ns)
Paca/Languedoc/Roussillon	0,8324	0,900 (ns)	0,517	1,238 (ns)
Centre/Bourgogne	0,2379	1,203 (ns)	0,057	1,755 (ns)
<b>Indice de masse corporelle</b>	<b>0,3407</b>	<b>(ns)</b>	<b>0,0263**</b>	
Maigre			<b>mr</b>	<b>1,000</b>
Normal	<b>mr</b>	<b>1,000</b>	0,0026**	0,265
Surpoids	0,5791	1,252 (ns)	0,0715	0,307 (ns)
Obésité	0,6999	1,261 (ns)	0,8061	0,477 (ns)
<b>Nombre d'enfants</b>	<b>0,8233</b>	<b>(ns)</b>	<b>0,1090</b>	<b>(ns)</b>
0 à 1 enfant	0,5967	1,142 (ns)	0,8043	0,872 (ns)
2 enfants	0,9905	1,071 (ns)	0,0473**	0,704 (ns)
3 enfants et plus	<b>mr</b>	<b>1,000</b>	<b>mr</b>	<b>1,000</b>

<b>Consommation du poisson/crustacé</b>	<b>&lt;0,0001***</b>		<b>&lt;0,0001**</b>	
Faible (peu)	<b>mr</b>	<b>1,000</b>	<b>mr</b>	<b>1,000</b>
Moyenne	<0,001***	0,365	<0,0001***	0,360
Elevée	0,1046	0,054 (ns)	0,7608	0,066 (ns)
Très élevée (abondamment)	<0,0001***	<0,001	<0,0001***	<0,001
<b>Consom. Pain, viennoiseries, pâtisserie biscuits</b>	<b>0,0003***</b>		<b>&lt;0,0001***</b>	
Faible	<b>mr</b>	<b>1,000</b>	<b>mr</b>	<b>1,000</b>
Moyenne	0,7632	0,767 (ns)	0,1897	0,689 (ns)
Elevée	0,2434	0,857 (ns)	0,2923	0,523 (ns)
Très élevée	<0,001***	0,439	0,0001***	0,343
<b>Conso Viande, volaille charcuterie, abats, graisses</b>	<b>&lt;0,0001***</b>		<b>&lt;0,0001***</b>	
Faible	<b>mr</b>	<b>1,000</b>	<b>mr</b>	<b>1,000</b>
Moyenne	<0,0001***	0,502	<0,0001***	0,574
Elevée	0,1121	0,196 (ns)	0,6771	0,229 (ns)
Très élevée	<0,0001***	0,034	<0,0001***	0,025
<b>Consom. Œufs et dérivés, snacks, produits amylacés et autres</b>	<b>&lt;0,0001***</b>		<b>&lt;0,0001***</b>	
Faible	<b>mr</b>	<b>1,000</b>	<b>mr</b>	<b>1,000</b>
Moyenne	<0,0001***	0,645	<0,0001***	0,344
Elevée	0,1661	0,218 (ns)	0,2932	0,145 (ns)
Très élevée	<0,0001***	0,033	<0,0001***	0,015
<b>Consom. Produits laitiers, dessert lactés, glaces</b>	<b>&lt;0,0001***</b>		<b>&lt;0,0001***</b>	
Faible	<b>mr</b>	<b>1,000</b>	<b>mr</b>	<b>1,000</b>
Moyenne	<0,0001***	0,137	<0,0001***	0,295
Elevée	0,0105**	0,034	<0,0001***	0,040
Très élevée	<0,0001**	0,001	<0,0001***	0,0001
<b>Sel iodé</b>	<b>0,0001***</b>		<b>0,0037***</b>	
Consomment pas	<b>mr</b>	<b>1,000</b>	<b>mr</b>	<b>1,000</b>
Consomment	0,0001***	0,554	0,0037***	0,666

(*mr*) modalité de référence  
(*ns*) non significatif  
(*\*\*\**) Significatif à 1 %  
(*\*\**) Significatif au seuil de 5 %

## **3 – Discussion, recommandations et perspectives pour le Cameroun**

---

### **3.1 - Discussion**

La conduite de cette étude a nécessité l'élaboration d'un schéma d'analyse nutritionnel inspiré du modèle de Beghin et al. (1988) qui a la particularité de tabler sur les facteurs de risque. De ce modèle, il a été retenu que les facteurs sociodémographiques et alimentaires influent sur les apports en iode. Ainsi, l'objectif général allant dans le sens de la détermination des facteurs d'exposition aux apports inadéquats en iode, nous a amené à cerner la proportion des sujets concernés. En outre, la présomption de relation entre chaque variable sociodémographique ou alimentaire et les apports en iode a été établie au moyen du Khi-deux. L'analyse de la variance a ouvert une brèche sur l'explication statistique en recherchant l'influence entre chaque variable sociodémographique et alimentaire sur les apports en iode. En les mettant ensemble dans un modèle multivarié (régression logistique), nous avons identifié les facteurs qui expliquent effectivement la consommation différentielle d'iode dans la population adulte française.

La première limite méthodologique de cette étude va dans le sens que le khi-deux et la probabilité de Fischer n'ont pas été calculés par sexe dans la section consacrée à la recherche de présomption de relation entre les caractéristiques sociodémographiques/alimentaires et les apports en iode. Néanmoins, cette limite n'affecte pas la suite des résultats du fait que cette section était exclusivement réservée à la description du phénomène et non à son explication. La seconde limite réside dans la non prise en compte des analyses d'iode urinaire qui auraient dû être confrontées aux apports d'iode alimentaire. En effet, les critères épidémiologiques permettant d'évaluer le statut en iode d'une population sont

basés sur les concentrations médianes d'iode urinaire (WHO/UNICEF/ICCIDD, 2001) comme l'illustre le tableau XVI.

**Tableau XVI : Critères épidémiologiques d'évaluation du statut en iode dans une population**

Concentration médiane en iode urinaire ( $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ )	Statut en iode de la population
< 2,0	Déficiência sévère (carence)
2,0-4,9	Déficiência modérée
5,0-9,9	Déficiência légère
$\geq 10$	Statut adéquat

Cependant, certains auteurs comme Dai et al. (1996) ont démontré une faible incorporation de l'iode dans la thyroïde, si bien que le taux d'ingestion d'iode correspond sensiblement aux taux d'excrétion. Ainsi, les apports d'iode alimentaire sont également un bon reflet du statut en iode de la population. D'ailleurs l'AFSSA (2005) a utilisé cet indicateur pour évaluer les apports en iode dans la population française.

Nous notons également comme limite, l'absence d'ajustement de la consommation alimentaire sur l'apport calorique qui aurait permis d'affiner les résultats. Néanmoins, cette limite ouvre les portes à des recherches ultérieures.

S'agissant de la généralisation des résultats, l'essai SU.VI.MAX a utilisé un échantillonnage aléatoire ayant permis d'obtenir un échantillon représentatif, donnant la possibilité de faire des extrapolations sur l'ensemble de la population ciblée.

### **3.1.1 – Prévalence des sujets ayant des apports inadéquats et conséquences sur la santé**

L'analyse des données a révélé que plus de la moitié de la population adulte française (59%) avait des apports inadéquats en iode, c'est-à-dire légèrement inférieurs à la moyenne de 150  $\mu\text{g}/\text{j}$  recommandée. Ce résultat va dans le sens des études réalisées par Lamand et al. (1994), Valeix (1999) et Volatier (2000) attestant d'une légère déficiencé en iode dans la population adulte française. Cette situation est la conséquence de l'évolution des modes de consommation, avec le développement de la restauration collective et hors foyer, et la part croissante

occupée par les produits transformés, qui ont rendu marginale l'efficacité de la salière domestique comme vecteur du sel iodé (AFSSA, 2005). Le sel ajouté (sel de cuisson et sel d'ajout volontaire) représente environ 20% de l'apport total en sel (James et al., 1987), et moins de 50% de ce sel est enrichi en iode (Comité des Salines de France, 2003). Les campagnes de prévention du risque d'hypertension artérielle engagées depuis plus de vingt ans ont conduit à diminuer la fréquence d'utilisation de la salière domestique, ainsi que les quantités ajoutées de sel (AFSSA, 2005). Dans ce contexte, le taux de pénétration du sel iodé est passé en France de 55% en 1988 à 47% en 2002 (Valeix, 2003b), ce qui contribue à maintenir les prévalences d'inadéquation à des niveaux élevés.

Bien que cette déficience légère, ne soit pas à même de provoquer le développement d'un goitre endémique, elle peut néanmoins affecter la fonction thyroïdienne du nouveau-né (Delange, 1986). En effet, Moulin et al. (2003) partagent cette vision en démontrant un risque, certes faible chez les enfants, d'une augmentation de la mortalité, des anomalies congénitales, d'un retard du développement physique et mental et d'un retard scolaire. Pourtant chez les adultes, la déficience légère en iode se manifeste par une diminution de la capacité de travail et une augmentation du taux d'avortement (Lind et al., 1998).

### **3.1.2 – Influence des caractéristiques sociodémographiques**

En mettant en relation chaque variable sociodémographique avec les apports en iode (Khi-deux), il s'est dégagé une relation qui était dans certains cas significative (âge, catégorie socioprofessionnelle, niveau d'instruction, indice de masse corporelle, région de résidence) et dans d'autres cas non significative (nombre d'enfants) au seuil de 5%. Ces relations établies n'étaient que des présomptions de liens qui pouvaient se confirmer ou devenir fallacieux en présence d'autres variables. C'est ce que nous a démontré le modèle multivarié de régression logistique avec la significativité du nombre d'enfants qui ne l'était pas au départ, et le passage au non significatif de l'âge et du niveau d'instruction.

### *3.1.2.1 – Chez les hommes*

Selon les résultats obtenus, les hommes résidant en Ile-de-France ont plus de risque d'avoir des apports inadéquats en iode que ceux résidant dans la région d'Alsace/Lorraine. Ce résultat confirme l'étude de Kelly et al. (1960) qui a démontré une relation entre les apports en iode et le milieu de résidence. Par ailleurs, selon Taga et al. (2004), la proximité de la mer et la teneur en iode dans les sols influent indirectement sur le statut iodé de la population. Cependant, le fait que ce soit uniquement les hommes qui soient concernés par la question dans cette région de France n'est pas relevé dans la littérature. On peut néanmoins spéculer que les hommes consomment moins les vecteurs d'iodé (poisson/crustacé, produits laitiers et sel iodé) parce qu'ils fréquenteraient plus les restaurants collectifs que les femmes.

### *3.1.2.2 – Chez les femmes*

D'après nos résultats, les facteurs d'exposition aux apports inadéquats chez les femmes adultes sont la catégorie socioprofessionnelle, l'IMC, et le nombre d'enfants.

S'agissant de la catégorie socioprofessionnelle, le fait que les résultats montrent que les femmes artisanes/commerçantes/chefs d'entreprise/professions libérales, ont plus de risque d'avoir des apports inadéquats que les agricultrices/ouvrières/employées, ouvre des horizons à une recherche interdisciplinaire. Des études telles que celles d'Agbessi (1987) et Desjeux (1996) ont tablé sur les facteurs de la malnutrition sans pour autant insister sur le différentiel d'apport en micronutriments selon la catégorie socioprofessionnelle. Cependant, le temps mis au travail pourrait être un argument explicatif en plus de la pratique de la restauration collective qui serait plus prononcée chez artisanes/commerçantes/chefs d'entreprise/professions libérales que chez les agricultrices/ouvrières/employées.

Pour ce qui est de l'IMC, il est ressorti des résultats que les femmes maigres ou dénutries ont plus de risque d'être déficientes en iode que les femmes normales.

Ce qui abonde dans le sens général des études de Lemonnier (1986) et de Berg (1989) qui attestent que la maigreur est un signe de malnutrition exposant à des carences en micronutriments spécifiques.

Le résultat selon lequel les apports en iode diminuent avec l'augmentation du nombre d'enfants confirme les recherches d'Oberai (1991) qui abondent dans le sens général de l'augmentation de la pauvreté avec le nombre d'enfants. Ainsi, cette situation serait imputable à l'insuffisance de revenus consacrés à une bonne alimentation dans les familles de taille élevée. Si le revenu avait été introduit dans le modèle, le nombre d'enfants se présenterait comme un facteur aggravant des apports inadéquats en iode et non comme un facteur principal.

### **3.1.3 – Influence du type et quantité d'aliments**

Les résultats du modèle multivarié ont montré que le type d'aliments ainsi que les quantités consommées influent significativement sur les apports en iode. En comparant les risques de ceux qui consomment moyennement un type d'aliment considéré par rapport à ceux qui en consomment peu, il ressort que les principaux apports alimentaires en iode sont **le poisson/crustacé et les produits laitiers** tant pour les hommes que pour les femmes. Ce résultat abonde dans le sens des études de l'AFSSA (2005) qui montrent une corrélation positive entre la consommation de ces aliments et les apports en iode. Ce qui confirme également la place marginale occupée par le sel de cuisine dans la contribution aux apports en iode. En effet, seulement 47% de la population ont accès au sel iodé (Valeix, 2003b) et les recommandations de l'AFSSA (2002) en faveur d'une réduction des apports sodés, notamment au moyen des meilleures pratiques culinaires et comportementales, devraient encore réduire l'impact du sel iodé dans la prophylaxie de la déficience en iode. Les résultats ont par ailleurs révélé que quel que soit le type d'aliment, l'augmentation des quantités consommées entretient une corrélation positive avec les apports en iode. Cependant, il est à redouter le cas des excès pouvant conduire à des surcharges en iode. En effet, un apport brutal et excessif en iode peut entraîner des cas de goitres nodulaires toxiques (Delange et al., 1999).

## **3.2 - Recommandations**

Au regard des résultats de cette étude, les recommandations suivantes peuvent être formulées à l'endroit du gouvernement français :

### **1. Renforcement de l'éducation nutritionnelle**

Le risque de déficience en iode observé en Ile-de-France par rapport aux autres régions peut être corrigé par l'éducation nutritionnelle. De même, les artisanes/commerçantes et les femmes maigres sont également concernées par ce programme.

### **2. Diversification de l'alimentation**

Les pouvoirs publics devraient renforcer leur partenariat avec les industriels, afin de rendre plus accessibles les produits marins sur le marché (poisson/crustacé) ainsi que les produits industriels contenant de l'iode tels que du pain/pâtisserie et du lait.

### **3. Enrichissement en iode**

L'enrichissement d'un vecteur d'iode autre que le sel comme mesure alternative pour satisfaire la population à risque de maladies cardiovasculaires est nécessaire. A cet effet, les produits laitiers qui déjà, sont abondamment consommés, mériteraient d'être systématiquement enrichis en iode.

### **4. Supplémentation des femmes enceintes**

Etant donné que ce sont les femmes qui sont les plus touchées par la déficience en iode, une supplémentation systématique des femmes enceintes devrait être envisagée pour préserver la fonction thyroïdienne du nouveau-né et limiter les cas d'avortements.

### **5. Renforcement de la recherche en nutrition-santé**

La recherche en nutrition-santé doit être renforcée au moyen des essais cliniques et des enquêtes appropriées afin de satisfaire les besoins en iode de toute la population.

### **3.3 – Perspectives pour le Cameroun**

La capitalisation de l'expérience française nous permet de concevoir un protocole de recherche sur l'efficacité d'un système d'iodation de l'eau de puits dans une zone de forte endémicité goitreuse au Cameroun (région du Nord-Ouest).

#### **Le protocole de recherche**

##### **A. Titre du projet**

*Etude de l'efficacité d'un système d'iodation de l'eau de puits dans une zone de forte endémicité goitreuse du Cameroun (région du Nord-Ouest)*

##### **B. Promoteur**

MEBARA Sylvain Tatien, Démographe, M.D en Nutrition de Santé Publique, Chargé d'Etudes au Ministère de la Planification, de la Programmation du Développement et de l'Aménagement du Territoire du Cameroun (contact : [sylvamebs@yahoo.fr](mailto:sylvamebs@yahoo.fr)).

##### **C. Contexte général**

###### ***C.1. Présentation du Cameroun***

Au creux du golfe de Guinée, le Cameroun fait la jonction entre l'Afrique centrale et l'Afrique occidentale. Sa situation géographique explique la variété de ses paysages, climats et populations qui lui vaut l'appellation d'"Afrique en miniature". D'une superficie de 475 000 km<sup>2</sup>, le Cameroun est bordé au nord-ouest par le Nigeria, au nord par le Tchad, à l'est par la République Centrafricaine, au sud par le Congo, le Gabon et la Guinée équatoriale. Il dispose au littoral d'une ouverture de 364 km sur l'océan Atlantique. Deux grandes saisons rythment le climat : une saison des pluies (d'avril à novembre) et une saison sèche (de novembre à avril). En 2005, la population du Cameroun était estimée à 18 millions d'habitants avec un taux de croissance démographique de

2,04%. Le taux de croissance du PIB quant à lui était de 4% en 2006. Plus de 60 % de la population active est employée dans l'agriculture. Ce secteur représente 42% du PIB. Les mines et l'industrie 22% du PIB. En effet, le sous sol camerounais est pourvu de richesses diverses (pétrole, étain, uranium, calcaire,...) . Malgré toutes ces richesses et cette variété climatique favorable à l'agriculture, les troubles dus à la carence iodée restent un épineux problème de santé publique au Cameroun.

### ***C.2. Prévalence des TDCI***

La prévalence des TDCI au Cameroun n'est pas connue pour l'ensemble du pays. Cependant, les études d'Aquaron (1985), de Moulin (1986) et de Fosso (1988) ont révélé une prépondérance du goitre endémique à l'Est (58%), au Nord (28,4%), au Nord-Ouest (75%) et à l'Adamaoua (54,3%). Des travaux récents axés sur l'analyse de l'iodurie, réalisés sur les populations des régions des chaînes montagneuses de l'Ouest ont rapporté des prévalences allant de 36 à 48% (Tchabong, 2003). Ces prévalences élevées sont essentiellement dues à la pauvreté de certains sols en iode entraînant une faible teneur dans les aliments, l'accès difficile aux produits marins, et la consommation du sel non ou mal iodé (Aquaron, 1986 ; Taga, 2004). Les enfants et les femmes enceintes représentent la population la plus vulnérable (Doh et al., 1986).

### ***C.3. Mesures de prévention***

Pour faire face à ce problème, le Cameroun a entrepris dès 1981, d'ioder systématiquement le sel de cuisine. Cette mesure sera renforcée en 1990 par la recommandation de l'OMS visant l'iodation universelle du sel (IUS) comme stratégie de prévention et de contrôle des TDCI. Bien que des solutions existent depuis des décennies, la gravité du problème demeure.

### ***C.4. Spécificités de la zone d'étude***

La région du Nord-Ouest Cameroun est l'une des deux régions anglophones du pays. Elle dispose d'une superficie de 17 810 km<sup>2</sup> pour une population de 1 840 500 habitants, soit 103 habitants/km<sup>2</sup>. La majorité de la population est rurale (70%) et l'essentiel de l'activité est agricole et pastorale. La région est subdivisée en sept départements (Boyo, Bui, Donga-Mantung, Menchum, Mezam, Momo,

Ngo-Ketunjia) avec pour chef lieu Bamenda (Cf. carte en annexe 1). Cette agglomération n'a pas accès à la mer et le relief est majoritairement constitué de chaînes montagneuses. Ce qui explique la pauvreté des sols en iode et par conséquent dans les aliments. La population bénéficie néanmoins de la disponibilité des puits forés (près de 6000), soit 307 habitants/puits. De toutes les régions du Cameroun, elle est celle qui dispose d'un taux de prévalence de goitre le plus élevé (75%). A cause de l'accessibilité difficile, la distance d'acheminement occasionne d'importantes pertes d'iode allant parfois de 45 à 82% du fait des intempéries et du conditionnement. Dans ce contexte, l'iode parvient au consommateur en quantité insuffisante pour pouvoir couvrir les besoins requis (Taga et al., 1995). Si le déficit d'apport alimentaire iodé est le principal facteur d'apparition des TDCI, la consommation de certains aliments inhibiteurs de l'iode semble être un facteur favorisant. En effet, certains facteurs exogènes en concurrence avec l'iodure du fait de l'inhibition compétitive au niveau de la thyroïde diminuent la biodisponibilité de l'iode. Ingérées à doses suffisantes, ces substances alimentaires organiques ou inorganiques (glucosinolates, glucosides cyanogénétiques) ont un pouvoir goitrigène et contribuent à augmenter les besoins en iode (Valeix, 2003b). Le rôle adjuvant du manioc et du millet dans l'endémie goitreuse a été démontré en Afrique et dans d'autres régions du monde (Delange, 1982).

Ainsi, il est nécessaire d'envisager des solutions alternatives comme l'a fait la France, pour pouvoir satisfaire les besoins en iode de cette population. D'où le présent projet qui vise à tester l'efficacité de l'iodation de l'eau de puits foré. Ce genre d'essais a déjà été mené au Mali et en Centrafrique, mais n'a pas abouti à des résultats très significatifs à cause de la faiblesse de l'échantillon et de la puissance de l'étude (Yazipo et al., 1995).

#### **D. Système de diffusion d'iode par silicone**

Les diffuseurs sont constitués de matrices de silicone de 100 g chacune, renfermant de façon homogène 30% d'iodure de sodium. Le rapport surface/volume des matrices et la granulométrie de l'iodure de sodium utilisé ont été calculés de façon à libérer, en continu, environ 2 mg d'iodure de sodium à l'heure pendant une année. L'utilisation d'un nombre adéquat de matrices doit

permettre une concentration d'iode dans l'eau d'au moins 5µg/dl. L'absorption de façon directe ou indirecte de 2 à 3 litres d'eau par habitant et par jour permet ainsi un apport quotidien d'environ 100 à 150 µg d'iode, proche des besoins physiologiques.

### **E. Cadre institutionnel**

Le maître d'ouvrage du projet est le Programme national de nutrition et d'alimentation du Cameroun. Il s'agit d'une institution étatique nouvellement créée (décembre 2006) dont les axes prioritaires portent sur l'allaitement maternel, la malnutrition protéino-énergétique, les carences en fer, iode, vitamine A et zinc, la prise en charge diététique des malades et la sécurité sanitaire des aliments. Le maître d'œuvre quant à lui est le promoteur du projet.

### **F. Objectifs**

#### ***F.1. Objectif général***

Tester l'efficacité de l'iodation de l'eau de puits foré dans l'échantillon des sujets retenus.

#### ***F.2. Objectifs spécifiques***

- Sensibiliser au moins 90% de la population sur la nécessité de l'étude ;
- Former 40 agents de terrain ;
- Evaluer la prévalence des goitres dans l'échantillon ;
- Installer le matériel de diffusion d'iode dans 350 forages ;
- Mesurer les concentrations d'iode dans l'eau de puits et dans les urines des sujets sélectionnés ;
- Traiter et publier les données sous forme de rapport.

### **G. Durée de l'étude : 18 mois**

### **H. Hypothèse**

Nous faisons l'hypothèse qu'à la fin de l'étude, nous observerons une diminution de la prévalence de goitre de 75% dans l'échantillon retenu de la région.

## **I. Population de l'étude**

### ***I.1. Caractéristiques***

- *Critères d'inclusion*
  - Etre résident permanent du Nord-Ouest ;
  - Hommes et femmes non enceintes ;
  - Avoir 18 ans ou plus ;
  - Etre disponible tout au long de l'étude ;
  - Avoir un statut iodé déficient ou présenter un goitre léger ;
  - Utiliser l'eau du puits foré comme eau de boisson et de cuisson.
  
- *Critères d'exclusion*
  - Les résidents non permanents ;
  - Les femmes enceintes ;
  - Personnes présentant des cas de goitres sévères (nécessitant une prise en charge clinique) ;
  - Les mineurs.
  
- *Critères de sortie*
  - Les perdus de vue ;
  - Personnes déplacées ;
  - Survenue d'une maladie empêchant le sujet de poursuivre l'étude.
  
- *Critère de jugement principal*

Développement d'un goitre aggravé suggérant la prise en charge clinique.

### ***I.2. Type d'enquête***

Enquête longitudinale prospective et randomisée sur une période de 18 mois.

### ***I.3. Echantillonnage***

L'enquête repose sur un échantillon en grappes (sélection représentative de villages dans chaque département de la région), et non pas sur un échantillon aléatoire simple. Les sujets dans chaque village seront tirés au sort selon les modalités d'inclusion.

#### ***1.4. Nombre de sujets nécessaires***

Les facteurs qui déterminent essentiellement la taille de l'échantillon pour une enquête faite dans la population sont, la prévalence estimative de la variable étudiée, le niveau de confiance visé, la marge d'erreur acceptable, le nombre de grappes, les impondérables, le nombre de départements de la région (Annexe 2). Après calcul, **4 235 sujets** seront observés durant l'étude dans l'ensemble de la région. Etant donné qu'il existe sept départements dans la région et comme dans chacun d'eux on tire 30 grappes, nous aurons un total de 210 grappes. Ainsi, en divisant le nombre de sujets par le nombre de grappes, nous retiendrons 20 sujets par grappes.

#### ***1.5. Tests utilisés pour la validité des résultats***

Le test de Fischer et celui du Khi-deux seront utilisés pour la validation des résultats.

### **J. Données à recueillir**

#### ***J.1. Sources de données***

- Données d'examen clinique ;
- Données d'examen biologique ;
- Données environnementales ;
- Données sociodémographiques.

#### ***J.2 – Procédure de collecte***

- Les données d'examen clinique seront obtenues par palpation de la thyroïde auprès des sujets concernés dans les ménages ;
- Les données d'examen biologique concerneront les urines des 24 heures prélevées auprès des sujets dans les ménages ;
- Des prélèvements seront faits dans l'eau des puits forés pour mesurer la teneur en iode ;
- Les données sociodémographiques seront recueillies auprès des ménages au moyen d'un questionnaire.

## **K. Formulaire de consentement**

Un formulaire de consentement sera soumis à signature aux sujets retenus de manière à respecter les règles d'éthique. Les sujets étant des personnes carencées, l'étude est donc à bénéfice direct et ne nécessitera pas une prise en charge financière particulière.

## **L. Ressources**

- Budget : **267 984 500 FCFA (409 137 Euros)**, soit 63 279 FCFA par tête de volontaire sélectionné.
- Moyens humains :
  - Promoteur du projet (coordonnateur) ;
  - 10 médecins ;
  - 03 démographes ;
  - 02 nutritionnistes ;
  - 05 techniciens de laboratoire ;
  - 02 statisticiens ;
  - 05 ingénieurs hydrauliques ;
  - 02 informaticiens ;
  - 01 spécialiste en Communication
  - 30 agents de terrain ;
  - 03 agents de saisie ;
  - 02 vigiles.
- Matériels et logistiques
  - Locaux ;
  - Diffuseurs d'iode ;
  - 07 véhicules ;
  - Matériel de laboratoire ;
  - Matériel informatique ;
  - Matériel de bureau ;
  - Matériel clinique ;
  - Questionnaires d'entretien ;
  - Autres matériels et accessoires.

## **M. Partenaires**

Organisation des Nation Unies pour l'Enfance (UNICEF), Organisation Mondiale de la Santé (OMS), Banque Mondiale, Agence Universitaire de la Francophonie (AUF), Université Senghor d'Alexandrie, les Communes de la régions du Nord-Ouest, la Faculté de médecine de l'Université des Montagnes de l'Ouest.

## **N. Ajustement**

- Possibilité de décalage dans le temps (glissement) sans modification du projet ;
- Revirement des montants alloués entre les lignes budgétaires sans modification du coût global.

## **O. Communication**

Mise en place des mécanismes de communication suivants :

- Opérationnelle (entre les acteurs permanents et les autres acteurs)
- Interne (promotionnelle et informative)
- Externe (relais et influences des médias).

## **P. Pérennité du projet**

Les populations et les Communes du Nord-Ouest seront fortement associées à la mise en œuvre et au suivi-évaluation du projet pour qu'elles puissent trouver un intérêt à le rendre durable. A cet effet, les Communes seront chargées de gérer les investissements après projet et d'assurer la maintenance des équipements. Etant donné qu'il existe en moyenne un puits pour 307 habitants et que la recharge d'iode dans le diffuseur coûtera à peu près 90.000 CFA par an, la Commune ne prélèvera que 293 FCFA (0,45 Euro) par an à chaque habitant. Ce qui est très insignifiant par rapport aux montants dépensés par an et par personne pour l'acquisition du sel iodé de bonne qualité (9.125 FCFA). Soit un bénéfice en valeurs absolues de 8.832 FCFA par personne.

### Q. Chronogramme des principales activités (diagramme de Gant)

Principales activités	Année 1												Année 2					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Recherche des locaux, achat du matériel et autres outils préparatoires	■																	
Formation et sélection des agents de terrain		■																
Sensibilisation de la population	■	■	■															
Evaluation de la prévalence de goitre				■						■								■
Installation du matériel de diffusion d'iode					■													
Recharge d'iode dans le diffuseur																		■
Mesure des concentrations d'iode dans l'eau de puits				■			■				■							■
Mesure des concentrations d'iode dans l'urine				■						■								■
Suivi évaluation						■					■							■
Analyse et traitement des données																		■
Confection du rapport d'étude et publication																		■

(M) : mois

## R. Budget estimatif des principales activités

Rubrique	Quantité	Coût unitaire (FCFA)	Durée	Coût Total (FCFA)	Financement			
					Fonds BIP		Fonds PPTE	
					%	FCFA	%	FCFA
<b>I. Préparation</b>								
Frais de déplacement (/jour)	3	15 000	15	675 000			100%	675 000
Per diem (/jour)	3	50 000	15	2 250 000			100%	2 250 000
Logement (jour)	3	15 000	15	675 000			100%	675 000
<b>Sous-total 1</b>				<b>3 600 000</b>			100%	<b>3 600 000</b>
<b>II. Investissement</b>								
Diffuseurs d'iode	400	250 000		100 000 000	100%	100 000 000		
Matériel de laboratoire				15 000 000	100%	15 000 000		
Matériel clinique				5 000 000	100%	5 000 000		
Matériel informatique				3 000 000	100%	3 000 000		
Questionnaires et outils d'enquête				1 500 000	100%	1 500 000		
Matériel de sensibilisation				1 800 000	100%	1 800 000		
Formation des agents de terrain				1 800 000	100%	1 800 000		
<b>Sous-total 2</b>				<b>128 100 000</b>	100%	<b>128 100 000</b>		
<b>III. Fonctionnement</b>								
Location des locaux (/mois)	1	250 000	18	4 500 000			100%	4 500 000
Location des véhicules (/jour)	7	25 000	260	45 500 000			100%	45 500 000
Factures d'eau et d'électricité (/mois)	1	50 000	18	900 000			100%	900 000
Factures téléphoniques (/mois)	1	60 000	18	1 080 000			100%	1 080 000
<b>Sous-total 3</b>				<b>51 980 000</b>			100%	<b>51 980 000</b>
<b>IV. Personnel</b>								
Promoteur (Coordonnateur)	1	400 000	18	7 200 000			100%	7 200 000
Démographes	3	200 000	6	3 600 000			100%	3 600 000
Médecins	10	200 000	4	8 000 000			100%	8 000 000
Nutritionnistes	2	150 000	6	1 800 000			100%	1 800 000
Techniciens de laboratoire	5	150 000	6	4 500 000			100%	4 500 000
Spécialiste en Communication	1	150 000	3	450 000			100%	450 000
Ingénieurs hydrauliques	5	200 000	2	2 000 000			100%	2 000 000
Evaluateurs	2	200 000	3	1 200 000			100%	1 200 000
Informaticiens	2	150 000	3	900 000			100%	900 000
Agents de terrains	30	80 000	6	14 400 000			100%	14 400 000
Agents de saisie	10	75 000	3	2 250 000			100%	2 250 000
Vigiles	2	50 000	18	1 800 000			100%	1 800 000
Primes et missions diverses	5	50 000	5	1 250 000			100%	1 250 000
<b>Sous-total 4</b>				<b>49 350 000</b>			100%	<b>49 350 000</b>
<b>V. Marge pour prévision (5%)</b>				<b>11 651 500</b>	100%	<b>11 651 500</b>		
<b>VI. Frais généraux (10%)</b>				<b>23 303 000</b>	100%	<b>23 303 000</b>		
<b>Total général</b>				<b>267 984 500</b>		<b>163 054 500</b>		<b>104 930 000</b>
<b>% de contribution</b>					<b>61%</b>		<b>39%</b>	

Le budget est estimé à 267 984 500 FCFA, soit 409 137 Euros. Les fonds disponibles sont essentiellement nationaux, constitués de 61% du budget d'investissement public (BIP), alloué au Programme national de nutrition, et 39% des fonds de l'Initiative Pays Pauvres Très Endettés (PPTE).

### S. Mécanismes de suivi-évaluation (cadre logique global)

Objectifs spécifiques	Résultats attendus (extrants)	Indicateurs et (moyens de vérification)	Activités	Ressources nécessaires (intrants)	Hypothèses
Sensibiliser au moins 90% des populations sur la nécessité de l'étude	-Adhésion des autorités administrative, religieuses, traditionnelles à la cause  -90% de la population de la région sensibilisée	-Décisions prises par les autorités (textes légaux)  -% de personnes sensibilisées (liste de participants aux réunions)	-Plaidoyer auprès des autorités locales pour lever certaines barrières  -Marketing social pour le changement de comportement	Experts en communication	Possibilité de réticence de la population
Former 40 agents de terrain	100% des agents formés	Nombre d'agents formés (liste des lauréats)	-organisation des séances de formation  -organisation des activités pratiques	Médecins Démographes & Statisticiens Nutritionnistes	Possibilité d'absence de certains auditeurs
Evaluer la prévalence des goitres par palpation dans l'échantillon	100% de l'échantillon examiné	Proportion de sujets examinés (répertoire des volontaires)	organisation des séances de palpation de la thyroïde	Médecins	Risque d'erreur de diagnostic
Installer le matériel de diffusion d'iode dans 350 forages	100% de puits forés ciblés équipés en matériel de diffusion d'iode	Nombre de puits forés équipés de diffuseurs d'iode	-installation du matériel  -test du matériel installé	Ingénieurs hydrauliques	Risque de non fonctionnement des équipements
Mesurer les concentrations d'iode dans l'eau de puits identifiés	100% des échantillons d'eau de puits collectés et analysés	Résultats des tests	-collection des échantillons  -analyse des échantillons	Médecins	Risque d'erreur d'analyse
Mesurer les concentrations d'iode dans les urines de l'échantillon	100% des échantillons d'urines collectés et analysés	Proportion des sujets dont l'urine a été prélevée	-collection des échantillons  -analyse des échantillons	Médecins	Risque d'erreur d'analyse
Traiter et publier les données	Rapport d'études disponible	Nombre d'exemplaire du rapport	Traitement et analyse des données	Démographes, médecins, informaticiens, statisticiens	Sortie tardive du document

# Conclusion

---

La présente étude dont l'objectif principal était de déterminer de manière différentielle les facteurs d'exposition aux apports inadéquats en iode dans la population adulte française, nous a permis de comprendre que les déficiences en micronutriments sont extrêmement fréquentes. En effet, la déficience iodée certes modérée, touche en France la majorité des adultes et suggère la mise en place d'une intervention nutritionnelle appropriée. L'essai randomisé longitudinal SU.VI.MAX qui a permis la collecte et le traitement des données en vue de la diffusion des informations, est un modèle de surveillance nutritionnelle dont il faut s'inspirer pour le contrôle et le suivi des TDCI en Afrique, et notamment au Cameroun.

En effet, il n'existe pas dans ce pays un indicateur de prévalence globale de goitre qui puisse éclairer les décideurs dans leurs actions. Cependant, la prévalence de goitre endémique dans des régions de forte endémicité culmine jusqu'à 75%, ce qui témoigne de la gravité de la situation. Pour tenter d'y remédier, le stage que nous avons effectué à Paris, à l'Institut national de santé et de recherche médicale (INSERM), notamment à l'Unité U 557 nous a permis de concevoir un protocole de recherche de mesures alternatives. Il s'est avéré que l'iodation de l'eau de puits foré a de meilleures chances que le sel insuffisamment iodé de réduire la prévalence des TDCI. En outre, ce projet présente un ratio coûts/avantages et coûts/efficacité favorables à sa pérennité. Toutefois, les populations doivent l'accepter et l'internaliser en vue de l'amélioration de leur santé. D'où la nécessité d'une sensibilisation permanente accompagnée d'une éducation nutritionnelle.

# Références

---

- Agbessi H, Danon M. *Manuel de nutrition africaine*. Tome 1. France: IPD-ACCT-KARTHALA; 1987 311 p.
- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA). *Rapport sel : évaluation et recommandations*. Nancy: AFSSA; 2002. 200 p.
- Agence Française pour la Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA). *Evaluation de l'impact nutritionnel de l'introduction de composés iodés dans les produits agroalimentaires*. Nancy: AFSSA; 2005. 119 p.
- Agence Française pour la Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA). Iode. In: *Apports nutritionnel conseillés pour la population française*; 2001; 3<sup>e</sup> édition, Nancy: AFSSA; 2001.p. 161-5.
- Aquaron A, Rivière R, Hendegris H, Martineaud M. Teneur en iode de l'eau de boisson et sel de cuisine consommé au Cameroun dans les zones avec et sans endémie goitreuse. In: Lemonnier D, Ingenbleek Y. *Les malnutritions dans les pays du Tiers-monde*. Journées internationales scientifiques du GERM. Edition de l'INSERM. vol 136, Paris, 1986, p. 437-44.
- Aquaron R, Nguessi P, Ben El, Rivière R. Endemic goiter in Cameroon. *La revue française d'endocrinologie clinique nutrition et métabolisme*, 1985; 26: 537-46.
- Beghin I, Cap M, Dujardin B, *Guide pour le diagnostic nutritionnel*. OMS, 1988.
- Benmiloud M, Bachtarzi S, Chaouki ML., Maoui R. Prévalence et aspects du goitre en Afrique. In : Lemonnier D, Ingenbleek Y. *Les malnutritions dans les pays du Tiers-monde*. Journées internationales scientifiques du GERM. Edition de l'INSERM, vol 136, Paris, 1986, p. 373-86.
- Berg A. *La malnutrition. Les remèdes existent*. Washington-DC: BM, 1989, 146 p.
- Bochard M, David A. *Guide Nutrition*. Paris: Médecins sans Frontières; 1998, 2006 p.
- Bürgi H, Schaffner T, Seiler JP. The toxicology of iodate: a review of the literature. *Thyroid*. 2001; 11: 449-56.
- Caron. Apport iodé en France. Résultats nationaux du projet thyromobile dans une population d'enfants scolarisés de 6 à 14 ans. *Annales d'endocrinologie*. 1996; 57: 228-83.
- Chappuis P, Favier A. *Les oligoéléments en nutrition et en thérapeutique*. Paris: Lavoisier-ENI; 1995, 474 p.
- Comité des Salines de France. *Rapport du Délégué Général*, 2003.
- Crauser JP, HAVARTO PY, SARNIN P. *Guide Pratique d'analyse des données*. Les éditions d'organisation, 1989, 381 p.
- Dai G, Levy O, Carrasco N. Cloning and characterization of the thyroid iodine transporter. In: *Nature*. 1996; 379: 458-60.
- De Benoist B, Delange F. La carence iodée : bilan et perspectives pour le future. *Cahiers santé* 2002; 12 (1): 9-17.
- Delange F, Ahluwalia R (eds). *IDRC Monograph*, Ottawa, 1983, 207: 17-26.

- Delange F, de Benoist B, Alnwick D. Risks of iodine-induced hyperthyroidism after correction of iodine deficiency by iodized salt. In: *Thyroid*, 1999, 9: 545-56.
- Delange F, Dum JT, Glinoe D (eds). *Iodine deficiency in Europe: a continuing concern*. NATO ASI Series A: Life Sciences, 241, New-York, Plenum Press, 1993, 492 p.
- Delange F, Iteke FB, Erman AM. *Nutritional factors involved in the goitrogenic action of cassava*. Ottawa: International Development Research Centre Public ; 1982.
- Delange F. Endemic cretinism. An overview. In: Delong GR, Robbins J, Condliffe PG., Eds. *Iodine and the brain*. New York: Plenum Press; 1989, 219-30.
- Delange F. Endemic cretinism. In: Braverman LE, Utiger RD, Eds. *The thyroid. A fundamental and clinical text*. 8<sup>th</sup> Ed. Philadelphia: Lippincott; 2000, 743-54.
- Delange F. Facteurs nutritionnels et fonction thyroïdienne. In: Lemonnier D, Ingenbleek Y. *Les malnutritions dans les pays du Tiers-monde*. Journées internationales scientifiques du GERM. Edition de l'INSERM, vol 136, Paris, 1986, 387-402.
- Delange F. Nutritional factors involved in goitrogenic action of cassava. In: *Cassava Toxicity and thyroid*; Research and Public Health Issues.
- Desjeux J-F, Hercberg S. *La malnutrition humaine. La recherche en sciences de la santé*. Paris: INSERM-NATHAN; 1996, 207 p.
- Doh A, Fiamon, Kabassema T, Gambe Y, Idrissou S, Darrah A, Baron C. Facteurs étiologiques du goitre au Togo. In : Lemonnier D, Ingenbleek Y. *Les malnutritions dans les pays du Tiers-monde*. Journées internationales scientifiques du GERM. Edition de l'INSERM, vol 136, Paris, 1986, 403-12.
- Dupin H, Abraham J. *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. Paris: TEC&DOC Lavoisier ; 1992, 146 p.
- FAO. *Human Nutrition in Developing World*, Rome: FAO; 1997, 508 p.
- Fosso NJ. Prévalence du goitre endémique dans l'Adamaoua (département de la Vina). *Mémoire Ecole nationale supérieure des ingénieurs agroalimentaires du Cameroun (ENSIAAC)*, Ngaoundéré : ENSIAC, 1988 : 7-8.
- Glinoe D, Delange F. Maternal and neonatal thyroid function at birth in area of marginally iodine intake. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 1992; 75: 800-5.
- Glinoe D, Delange F. The potential repercussion of maternal, foetal and neonatal hypothyroxinemia on the progeny. *Thyroid*, 2000, 871-87.
- Hetzel BS. Iodine Deficiency Disorders (IDD) and their eradication. *Lancet*, 1983, 1126-9.
- Ingenbleek Y., Luipaert B., De Nayer P. Nutritional status and endemic goitre. *Lancet*, 1980; 1: 388-92.
- James WP, Ralph A, Sanchez-Castillo CP. The dominance of salt in manufactured food in the sodium intake of affluent societies. *Lancet* 1987; 1: 426-29.
- John T, Hellen E. Methods for Measuring Iodine in urine. In: *Report on the Intercountry Training Workshop for Iodine Deficiency Disorders Laboratory Managers*, Damas, 14-21 December 1992.
- Kelly FC, Snedden WW. Prevalence and geographical distribution of endemic goitre. In: *Endemic*

- Goitre, WHO. Geneva Monograph, 1960, 44: 117-53.
- Köhrle J. Local activation and inactivation of thyroid hormones: the deiodinase family. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 1999, 151: 103-119.
- Lallemant M. Malnutrition et problématique urbaine. In : Lemonnier D, Ingenbleek Y. *Les malnutritions dans les pays du Tiers-monde*. Journées internationales scientifiques du GERM. Edition de l'INSERM, vol 136, Paris, 1986, 53-60.
- Lamand. The mineral and trace element composition in French food items and intake levels in France. *Journal of Trace Elements and Electrolyte in Health and Disease*. 1994; 8: 195-202.
- Lambert JL. *L'évolution des modèles de consommation alimentaire en France*. Paris: Lavoisier; 1987, 188 p.
- Laplanche A, Com-Nougé C. *Méthodes statistiques appliquées à la recherche clinique*. Paris: Flammarion 168 p.
- Leclère J, Orgiazzi J, Rousset B, Schlienger JL., Memeau JL. *La thyroïde : des concepts à la pratique*. Elsevier, 492 p.
- Lemonnier D, Engenbleek Y. *Les malnutritions dans les pays du Tiers-monde*. Paris: Editions INSERM; 1986, 732 p.
- Lemonnier D, Ingenbleek Y, Hennart Ph. *Alimentation et nutrition dans les pays en développement*. 4<sup>e</sup> journées scientifiques internationales du GERM-ACCT-AUPELF-KARTHALA. Paris-Montreal, 1986, 741 p.
- Lind P, Langsteger W, Molnar M. Epidemiology of thyroid diseases in iodine sufficiency. *Thyroid*. 1998, 8: 1179-83.
- Maire B, Beghin I, Delpeuch F, Kolsteren P, Remaut-de-Winter AM. *La surveillance nutritionnelle : une approche opérationnelle et durable*. Studies in health services organisation and policy, 13. Antwerp : ITG Press, 1999 ; 83 p.
- Marine D, Kimball OP. Prevention of simple goitre. In *man*. Arch Item med, 1920, 25: 661-72
- Mornex R. Enquête sur la prévalence du goitre en France. *Bulletin de l'académie nationale de médecine*, 1987, 171: 3001-306.
- Moulin P, Marsot S. Conséquences pathologiques des carences en iode. In: *L'iode*. Paris: Institut Français pour la Nutrition. Dossier scientifique n°13, IFN, 2003b, 47-58.
- Moulin P, Ncharre C, Hashom A, Boucherat A, Berthezene F. Une nouvelle zone d'endémicité goitreuse : le Nord-Est bénoué (Nord-Cameroun). *Annale d'endocrinologie*, 1986 ; 47: 435-40.
- Oberai AS. Croissance de la population urbaine, emploi et pauvreté dans les pays en développement : un cadre conceptuel pour l'analyse des politiques. In : Tapinos, Balnchet D., Horlacher D. (eds). *Conséquences de la croissance démographique rapide dans les pays en développement*. Congrès et colloques n°5, Paris, INED, 117-203.
- OMS, ICCIDD, UNICEF. *Progrès en vue de l'élimination des troubles dus à la carence iodée*. OMS/NHD/99.4. Genève : OMS, 1999, 48 p.
- OMS/UNICEF/ICCIDD. *Indicateurs d'évaluation des troubles dus à la carence en iode et la lutte contre ces troubles par l'iodation du sel*. Série sur les micronutriments WHO/NUT/94.6., 1994, Genève, 50 p.
- Pedersen KM, Lamerberg P, Nohrs S, Jorgensen A, Andersen S. Iodine in drinking water varies by

more than two-fold in Denmark. Importance for iodine content of infant formulas. In *Eur. J Endocrinol.*, 1999, 140: 400-03.

Rumeau-Rouquette, Breat C. *Méthodes en épidémiologie*. Paris: Flammarion Médecine Sciences; 1970, 306 p.

Scriba PC, Becjers C, Bürgi H, Escobar Del Rey F. Goitre and iodine deficiency in Europe. *Lancet*, 1985, 1: 1289-93.

Scriba PC, Beckers C, Bürgi H, Escobar del Rey F, Gembicki M, Koutras DA., Lamberg BA, Langer P, Lazarus JH, Querido A, Thilly C, Vigneri R. Goitre and iodine deficiency in Europe. Report of the subcommittee for the study of endemic goitre and iodine deficiency of European Thyroid Association. *Lancet*. 1985; 1: 1289-93.

Taga I, Sameza M, Kayo A, Ngongang J. Evaluation de la teneur en iode des aliments et du sol de certaines régions au Cameroun. *Cahiers d'études et de recherches francophone/santé*. Volume 1, 11-5, janvier-mars 2004, Etude originale.

Tchabong R. *Apport iodique des aliments et apport iode/thiocyanate de l'excrétion urinaire des adolescents de certaines régions de l'Ouest-Cameroun*. Mémoire de maîtrise, Université de Douala, Cameroun, 2003 : 23-4.

UNICEF. *World Summit for Children Follow-up*. Rapport du Secrétaire général, 1996, 49 p.

UNICEF-ICCCIDD. *Combating Micronutrient Deficiencies-Problems and Perspectives*. 1993, .6 p.

Valeix P, Preziosi P, Rossignole. Relationship between urinary iodine concentration and hearing capacity in children. *European Journal of Clinical Nutrition*, 1999, 48: 54-9.

Valeix P, Zarebska M. Iodine deficiency in France. *Lancet*. 353: 1766-7.

Valeix P. L'iode dans l'alimentation. In : *L'iode*. Paris: Institut français pour la nutrition. Dossier scientifique n°13, IFN, 2003b, 11-45.

Valeix P. La Carence iodée dans le monde. In *L'iode*. Paris: Institut français pour la nutrition. Dossiers scientifiques, n°13, INF, Paris, 2003a, 1-9.

Volatier JL. *Enquête INCA individuelle et nationale sur la consommation alimentaire*. CREDOC, AFSSA, Ministère de l'Agriculture et la pêche, TEC&DOC, Paris, 2000, 158 p.

WHO, UNICEF, ICCIDD. *Recommended iodine levels in salt and guidelines for monitoring their adequacy and effectiveness*. WHO/NUT/96.13, 1996, Geneva, p 9.

WHO/UNICEF/ICCIDD. *Assessment of Iodine Deficiency Disorders and monitoring their elimination. A guide for programme managers*. Second editions. Geneva: WHO/NHD/01.1 World Health Organization, 2001, 107 p.

Wiersinga WM. Amiodarone and the thyroid. In: *Pharmacotherapy of the thyroid gland*, eds: A.P Weetman et al., Springer-Verlag, Berlin, 1997; 128: 225-87.

Wiersinga WM. Amiodarone and the thyroid. In: *Pharmacotherapy of the thyroid gland*, eds: A.P. Weetman, A. Grossman, Handbook of experimental pharmacology, Springer-Verlag, Berlin. 1997, 128 : 225-287.

Wong ET, Schultz AL. Changing values for the normal thyroid radioactive iodine uptake test. In: *Journal of the American Medical Association*, 1997, 238: 1741-43.

Yazipo D, Ngaindirol. Efficacité d'un système d'iodation de l'eau dans la lutte contre les troubles dus à la carence iodée en Afrique centrale. *Cahier santé*, 1995 ; 5: 9-17



# Annexes

---

## 1. Carte du Cameroun et zone d'étude

# Provinces du Cameroun



## **2. Techniques statistiques de l'estimation de la taille d'un échantillon**

### ***Calcul de la taille de l'échantillon***

Dans ce cas, la taille de l'échantillon se réfère au nombre d'enfants à inclure dans l'enquête.

Première étape: Calcul de la taille de l'échantillon de base

Trois facteurs déterminent essentiellement la taille de l'échantillon pour une enquête faite dans la population: i) la prévalence estimative de la variable étudiée – malnutrition chronique dans le cas présent, ii) le niveau de confiance visé et iii) la marge d'erreur acceptable.

Pour un modèle d'enquête fondé sur un échantillon aléatoire simple, on peut calculer la taille d'échantillon requise en appliquant la formule suivante.

**Formule:**

$$n = \frac{t^2 \times p(1-p)}{m^2}$$

*Explication:*

n = taille d'échantillon requise

t = niveau de confiance à 95% (valeur type de 1,96)

p = prévalence estimative de la malnutrition dans la zone du projet

m = marge d'erreur à 5% (valeur type de 0,05)

Exemple

Dans le projet d'Al Haouz au Maroc, on a estimé qu'environ 30% (0,3) des enfants de la zone du projet souffraient de malnutrition chronique. Ce chiffre provenait des statistiques nationales sur la malnutrition en milieu rural. L'utilisation des valeurs types indiquées plus haut donne le calcul suivant.

*Calcul:*

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,3(1-0,3)}{0,05^2}$$

$$n = \frac{3,8416 \times 0,21}{0,0025}$$

$$n = \frac{0,8068}{0,0025}$$

$$n = 322,72 \sim 323$$

**Deuxième étape:** Effet du plan d'échantillonnage

L'enquête anthropométrique repose sur un échantillon en grappes (sélection représentative de villages), et non pas sur un échantillon aléatoire simple. Pour corriger la différence, on multiplie la taille de l'échantillon par l'effet du plan d'échantillonnage (D).

On suppose généralement que cet effet est de 2 pour les enquêtes nutritionnelles faisant appel au sondage en grappes.

Exemple

$$n \times D = 323 \times 2 = 646$$

**Troisième étape:** Impondérables

On ajoute encore 5% à l'échantillon pour tenir compte d'impondérables comme les non-réponses ou les erreurs d'enregistrement.

Exemple

$$n + 5\% = 646 \times 1,05 = 678,3 \sim 678$$

**Quatrième étape:** Distribution des sujets observés

Pour conclure, on arrondit le chiffre obtenu au nombre le plus proche du nombre de grappes (30 villages) à étudier.

Trente est le nombre type de grappes fixé par le Programme élargi de vaccination de l'OMS (enquêtes en grappes du PEV). Il n'y a pas de raison statistique logique de s'en tenir exactement à 30 grappes et le nombre peut être ajusté en cas de nécessité impérieuse.

Exemple

Taille d'échantillon finale: N = 690 enfants

On divise ensuite la taille d'échantillon finale (N) par le nombre de grappes (30) pour déterminer le nombre de sujets à observer par grappe.

Exemple

$N \div \text{no. grappes} = 690 \div 30 = 23$  enfants par village

Règle générale: Tailles d'échantillon normalisées pour les enquêtes nutritionnelles

On trouvera dans le tableau ci-dessous les tailles d'échantillon recommandées pour divers niveaux estimatifs de malnutrition, avec prise en compte des valeurs types pour le niveau de confiance et la marge d'erreur.

La taille d'échantillon finale, après inclusion du pourcentage relatif aux impondérables, est arrondie pour correspondre à une enquête portant sur 30 grappes.

P (est. % malnutrition)	n (taille d'échantillon de base)	n x D (n x effet du plan d'échantil-lonnage)	N (taille d'échantillon finale)
0.2 (20%)	246	492	540
0.25 (25%)	288	576	600
0.3 (30%)	323	646	690
0.35 (35%)	350	700	720
0.4 (40%)	369	738	750
0.45 (45%)	380	760	780
0.5 (50%)	384	768	810

Note: S'il n'est pas possible de trouver la prévalence estimative de la malnutrition pour la zone du projet, il est recommandé de fixer à 810 la taille de l'échantillon.

### **3. Extrait du guide à l'usage du participant à l'étude SUVIMAX**