

UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE MEDECINE

ANNEE 2012

THESE N°

**EVALUATION DE LA CONSOMMATION DE SEL EN
PRATIQUE MEDICALE :
VALIDATION D'UN AUTO-QUESTIONNAIRE**

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement le 16 Novembre 2012

par

Coralie JALLET

Née le 7 février 1981 à Limoges

EXAMINATEURS DE LA THESE

Mr le Professeur Patrice VIROT.....Président

Mr le Docteur Dominique MENARD.....Directeur de Thèse et Juge

Mme le Professeur Nathalie DUMOITIERJuge

Mr le Docteur Julien ALLARD Juge

Mr le Docteur François DANYMembre invité

Mme le Docteur Chrystelle ROBARD-MARTIN.....Membre invité

UNIVERSITE DE LIMOGES – FACULTE DE MEDECINE

DOYEN DE LA FACULTE : Monsieur le Professeur VALLEIX Denis

ASSESEURS : Monsieur le Professeur LASKAR Marc

Monsieur le Professeur MOREAU Jean-Jacques

Monsieur le Professeur PREUX Jean-Marie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS :

C.S = chef de service

ABOYANS Victor	CARDIOLOGIE
ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
ADENIS Jean-Paul (SUR. 31.08.2015)	OPHTALMOLOGIE
ALAIN Sophie	BACTERIOLOGIE – VENEROLOGIE
ALDIGIER Jean-Claude	NEPHROLOGIE
ARCHAMBEAUD Françoise (C.S)	MEDECINE INTERNE
ARNAUD Jean-Paul	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
AUBARD Yves (C.S)	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
AUBRY Karine	OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE
BEDANE Christophe	DERMATOLOGIE-VENEROLOGIE
BERTIN Philippe (C.S)	THERAPEUTIQUE
BESSEDE Jean-Pierre (C.S)	OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE
BONNAUD François (SUR. 31.8.2015)	PNEUMOLOGIE
BORDESSOULE Dominique (C.S)	HEMATOLOGIE
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
CLAVERE Pierre (C.S)	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre (C.S)	PSYCHIATRIE ADULTE
COGNE Michel (C.S)	IMMUNOLOGIE
COLOMBEAU Pierre (SUR. 31.08.2014)	UROLOGIE

CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
COURATIER Philippe (C.S)	NEUROLOGIE
DANTOINE Thierry	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT
DARDE Marie-Laure (C.S)	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
DAVIET Jean-Christophe	MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION
DESCAZEAUD Aurélien	UROLOGIE
DESSPORT Jean-Claude	NUTRITION
DRUET-CABANAC Michel (C.S)	MEDECINE ET SANTE DU TRAVAIL
DUMAS Jean-Philippe (C.S)	UROLOGIE
ESSIG Marie	NEPHROLOGIE
FAUCHAIS Anne-Laure	MEDECINE INTERNE
FEISS Pierre (SUR. 31.08.2013)	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
FEUILLARD Jean (C.S)	HEMATOLOGIE
FOURCADE Laurent (C.S)	CHIRURGIE INFANTILE
FUNALOT Benoît	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
GAINANT Alain (C.S)	CHIRURGIE DIGESTIVE
GUIGONIS Vincent	PEDIATRIE
JACCARD Arnaud	HEMATOLOGIE
JAUBERTEAU-MARCHAN Marie-Odile	IMMUNOLOGIE
LABROUSSE François (C.S)	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUE
LACROIX Philippe	MEDECINE VASCULAIRE
LASKAR Marc (C.S)	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
LIENHARDT-ROUSSIE Anne (C.S)	PEDIATRIE
LOUSTAUD-RATTI Véronique	HEPATOLOGIE
MABIT Christian (C.S)	ANATOMIE
MAGY Laurent	NEUROLOGIE

MARQUET Pierre	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
MATHONNET Muriel	CHIRURGIE DIGESTIVE
MELLONI Boris (C.S)	PNEUMOLOGIE
MERLE Louis (SUR.31.08.2015) (C.S)	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
MONTEIL Jacques (C.S)	BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE
MOREAU Jean-Jacques (C.S)	NEUROCHIRURGIE
MOULIES Dominique (SUR. 31.08.2013)	CHIRURGIE INFANTILE
MOUNAYER Charbel	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
NATHAN-DENIZOT Nathalie (C.S)	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
PARAF François	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUE
PLOY Marie-Cécile (C.S)	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
PREUX Pierre-Marie	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
ROBERT Pierre-Yves (C.S)	OPHTALMOLOGIE
SALLE Jean-Yves (C.S)	MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION
SAUTEREAU Denis (C.S)	GASTRO-ENTEROLOGIE, HEPATOLOGIE
STURTZ Franck (C.S)	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
TEISSIER-CLEMENT Marie-Pierre	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES
TREVES Richard	RHUMATOLOGIE
TUBIANA-MATHIEU Nicole (C.S)	CANCEROLOGIE
VALLAT Jean-Michel (SUR. 31.08.2014)	NEUROLOGIE
VALLEIX Denis	ANATOMIE-CHIRURGIE GENERALE
VERGNENEGRE Alain (C.S)	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
VERGNE-SALLE Pascale	THERAPEUTIQUE
VIDAL Elisabeth (C.S)	MEDECINE INTERNE
VIGNON Philippe	REANIMATION MEDICALE
VINCENT François	PHYSIOLOGIE

VIROT Patrice (C.S)	CARDIOLOGIE
WEINBRECK Pierre (C.S)	MALADIES INFECTIEUSES
YARDIN Catherine (C.S)	CYTOLOGIE ET HISTOLOGIE

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

AJZENBERG Daniel	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
ANTONINI Marie-Thérèse (C.S)	PHYSIOLOGIE
BOURTHOUMIEU Sylvie	CYTLOGIE ET HISTOLOGIE
BOUTEILLE Bernard	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
CHABLE Hélène	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
DURAND-FONTANIER Sylvaine	ANATOMIE-CHIRURGIE DIGESTIVE
ESCLAIRE Françoise	BIOLOGIE CELLULAIRE
HANTZ Sébastien	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
LAROCHE Marie-Laure	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
LE GUYADER Alexandre	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
MARIN Benoît	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
MOUNIER Marcelle	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE-HYGIENE
PICARD Nicolas	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
QUELVEN-BERTIN Isabelle	BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE
TERRO Faraj	BIOLOGIE CELLULAIRE

PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

CAIRE François	NEUROCHIRURGIE
-----------------------	----------------

P.R.A.G

GAUTIER Sylvie	ANGLAIS
-----------------------	---------

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS

BUCHON Daniel	MEDECINE GENERALE
BUISSON Jean-Gabriel	MEDECINE GENERALE
DUMOITIER Nathalie	MEDECINE GENERALE
PREVOST Martine	MEDECINE GENERALE

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIES A MI-TEMPS

MENARD Dominique	MEDECINE GENERALE
-------------------------	-------------------

A notre Président du jury.

Monsieur le Professeur Patrice VIROT

Cardiologie

Professeur des Universités, Médecin des Hôpitaux

Chef de service

Vous nous faites l'honneur de présider ce jury de thèse.

Soyez assuré de ma plus sincère reconnaissance et de mon profond respect.

A notre Directeur de Thèse et Juge.

Mr le Docteur Dominique Menard

Enseignant de Médecine Générale, Maître de Conférence associé à mi-temps

Médecin généraliste à Oradour-sur-Glane (87)

Je vous remercie d'avoir accepté de diriger cette thèse.

Vous avez été l'un des praticiens que j'ai eu la chance de suivre dans son exercice libéral et vous êtes de ceux qui m'ont donné envie de faire de la Médecine Générale. Soyez assuré de ma profonde gratitude.

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail. Soyez assuré de notre profonde reconnaissance.

A nos Juges.

Mme le Professeur Nathalie DUMOITIER

Professeur des Universités associée à mi-temps
Enseignant de Médecine Générale
Médecin généraliste à Limoges (87)

Nous sommes honorés que vous ayez accepté de juger ce travail.
Soyez assurée de ma reconnaissance et de mon respect.

Mr le Docteur Julien Allard

Néphrologie
Médecin des Hôpitaux

Merci d'accepter de juger notre travail. Nous vous prions de trouver ici l'expression de notre sincère reconnaissance.

A nos invités.

Mr le Docteur François Dany

Cardiologie
Médecin des Hôpitaux

Vous nous faites l'honneur de siéger au jury de notre thèse. Soyez assuré de notre profonde gratitude.

Mme le Dr Chrystelle Robard-Martin

Médecin généraliste

Je te remercie de m'avoir fait partager ton travail d'une grande qualité et de m'avoir fait l'honneur de pouvoir le poursuivre. Merci pour ton soutien et tes encouragements.

Je suis très honorée que tu aies accepté de juger ma thèse.

A ceux qui ont participé à ce travail.

Mme le Professeur Marie Essig

Néphrologie

Professeur des Universités, Médecin des Hôpitaux

Vous êtes en partie à l'initiative de cette thèse et je vous remercie de votre implication. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de ma gratitude et de mon respect.

Mr François Dalmay

Unité de Recherche Clinique et Biostatistique

Je vous remercie d'avoir réalisé l'analyse statistique de cette thèse. Merci pour votre disponibilité et votre implication.

A tous les volontaires et aux médecins recruteurs.

Connus ou non, qui ont donné un peu de leur temps à cette étude et sans qui ce travail n'aurait pas été possible.

A mes filles.

Louise et Zoé, mes plus belles réussites. Vous serez toujours ma priorité. Je vous aime.

A François.

Tu as été à mes côtés pendant toutes ces années, pour les bons moments, mais aussi pour les plus difficiles. Merci pour ton soutien et ta patience...

Avec tout mon amour.

A ma famille.

A mes parents, qui m'ont toujours soutenu pendant ces longues années d'étude. Vous avez toujours fait passer vos enfants avant tout. Sans vous je n'en serais évidemment pas là aujourd'hui.

A ma sœur Nathalie et à Christophe, qui ont toujours été présents pour moi, prêts à m'accueillir, notamment dans les moments difficiles.

A mon frère Romain et à Mailys, les hyperactifs de la famille ; merci pour votre enthousiasme et votre bonne humeur. Continuez à régaler nos papilles...

A mes nièces, Maëlle, Pauline, Alix et Anaé, que j'adore. Vive les filles !

A ma belle-famille, qui m'a accueilli à bras ouverts depuis quelques années déjà, et répond toujours présente en cas de besoin.

A mes amis.

A Hélène, Damien, Caro, Sonia, Joseph, Gaël et Manue, avec qui j'ai partagé tant de bons moments pendant toutes ces années d'étude.

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	14
2	LE SEL	15
2.1	GENERALITES	15
2.2	ROLE PHYSIOLOGIQUE.....	16
2.3	BESOINS, APPORTS CONSEILLES ET CARENCE.....	17
2.4	CONSEQUENCES PHYSIOPATHOLOGIQUES ET CLINIQUES D'UN EXCES DE SEL.....	18
2.4.1	<i>Excès de sel et hypertension artérielle [4]</i>	18
2.4.2	<i>Excès de sel et maladies cardio-vasculaires</i>	22
2.4.3	<i>Excès de sel et ostéoporose</i>	23
2.4.4	<i>Excès de sel et cancer de l'estomac</i>	23
2.4.5	<i>Excès de sel et calculs rénaux</i>	24
2.4.6	<i>Excès de sel et asthme</i>	24
2.5	LE SEL : ENJEU DE SANTE PUBLIQUE.....	24
2.5.1	<i>L'expérience finlandaise [35]</i>	24
2.5.2	<i>L'expérience belge</i>	25
2.5.3	<i>L'expérience américaine [38]</i>	25
2.5.4	<i>L'expérience britannique</i>	25
2.5.5	<i>L'état des lieux en France</i>	26
3	L'EVALUATION DE LA CONSOMMATION DE SEL EN FRANCE	29
3.1	GENERALITES [53] [2].....	29
3.2	LES ENQUETES DE CONSOMMATION ALIMENTAIRE.....	30
3.2.1	<i>Enquête Inca-1[54]</i>	30
3.2.2	<i>Enquête Inca-2 [55]</i>	31
3.2.3	<i>Etude nationale nutrition santé (ENNS) [47]</i>	31
3.2.4	<i>Etude SU-VI-MAX [56]</i>	32
3.2.5	<i>Etude Nutrinet-Santé [57]</i>	33
3.3	LES SOURCES ALIMENTAIRES DE SEL.....	34
3.4	OBJECTIF DE L'AUTO-QUESTIONNAIRE « ÉVALUEZ VOTRE CONSOMMATION DE SEL ! ».....	36
4	NATRIURESE DES 24 HEURES	39
4.1	GOLD STANDARD POUR L'ESTIMATION DU SEL CONSOMME [58] [60]	39
4.2	MESURE DE LA NATRIURESE DES 24 HEURES EN PRATIQUE [61].....	39
4.2.1	<i>Modalités pratiques de réalisation</i>	39
4.2.2	<i>Intérêt pratique du dosage du sodium urinaire</i>	40
4.2.3	<i>Limites de la natriurèse</i>	40
4.3	LES ETUDES FRANÇAISES MESURANT LA NATRIURESE DES 24 HEURES	42
4.3.1	<i>Etude réalisée en Languedoc-Roussillon (Pr A.Mimran) [63]</i>	42
4.3.2	<i>Etude réalisée sur une population de sujets hospitalisés (Pr J. Ménard) [64]</i>	43
5	METHODOLOGIE	44
5.1	OBJECTIF PRINCIPAL ET OBJECTIFS SECONDAIRES	44
5.2	PRESENTATION DE L'AUTO-QUESTIONNAIRE (ANNEXE 1)	44
5.2.1	<i>Contenu de l'auto-questionnaire</i>	45
5.2.2	<i>Le calcul final</i>	49
5.3	LA REALISATION DE L'AUTO-QUESTIONNAIRE EN PRATIQUE.....	50
5.4	LES CONDITIONS PRATIQUES DE LA MESURE DE LA NATRIURESE DES 24 HEURES	50
5.5	TAILLE DE L'ECHANTILLON ET RECRUTEMENT DES PATIENTS	51
5.6	PROTOCOLE DE L'ETUDE	52

5.6.1	Bras « néphrologie ».....	- 52 -
5.6.2	Bras « médecine générale ».....	- 52 -
5.7	ANALYSE STATISTIQUE [65-66].....	- 53 -
6	RESULTATS.....	- 56 -
6.1	DESCRIPTION DE LA POPULATION D'ETUDE	- 56 -
6.2	RESULTATS SUR LA POPULATION TOTALE.....	- 57 -
6.2.1	Comparaison des résultats de l'auto-questionnaire et des natriurèses pour le groupe total (tableau 7) - 57 -	
6.2.2	Recherche de corrélation et graphe de régression pour le groupe total	- 57 -
6.2.3	Recherche de concordance et graphe de Bland-Altman.....	- 59 -
6.3	RESULTATS DU GROUPE MEDECINE GENERALE	- 60 -
6.3.1	Description de la population du groupe Médecine Générale	- 60 -
6.3.2	Comparaison des résultats des auto-questionnaire et des natriurèses dans le groupe Médecine Générale (tableau 8).....	- 61 -
6.3.3	Comparaison des résultats du groupe Médecine Générale en fonction du sexe.....	- 61 -
6.3.4	Recherche de corrélation et graphe de régression pour le groupe Médecine Générale	- 64 -
6.4	RESULTATS DU GROUPE NEPHROLOGIE	- 66 -
7	ANALYSE DES RESULTATS ET IMPLICATIONS MAJEURES	- 67 -
7.1	OBJECTIF PRINCIPAL	- 67 -
7.2	OBJECTIFS SECONDAIRES	- 68 -
8	DISCUSSION	- 70 -
8.1	BIAIS ET LIMITES LIES AU RECUEIL DES URINES DES 24H	- 70 -
8.2	BIAIS ET FAIBLESSES LIES A L' AUTO-QUESTIONNAIRE	- 72 -
8.2.1	Biais communs à toute enquête alimentaire destinée à l'estimation de la consommation de sel - 72 -	
8.2.2	Faiblesses de l'auto-questionnaire sur sa forme et sa réalisation.....	- 73 -
8.2.3	Faiblesses de l'auto-questionnaire sur son contenu	- 74 -
8.3	BIAIS LIES A LA METHODE	- 78 -
8.4	COMPARAISON AVEC DES ETUDES SIMILAIRES.....	- 79 -
8.4.1	Etude japonaise de 1995 visant à estimer l'apport de sel par un simple questionnaire [79]	- 79 -
8.4.2	Etude britannique datant de 1987 ayant pour but une évaluation des apports en sel par un questionnaire et par la mesure de natriurèses des 24 heures [82].....	- 81 -
8.4.3	Etude finlandaise de 1982, dans le but d'élaborer un questionnaire permettant de classer les sondés en fonction de leur consommation de sel [84]	- 84 -
8.5	QUELLES PROPOSITIONS A L'ISSUE DE CETTE DISCUSSION ?	- 85 -
9	CONCLUSION.....	- 88 -
10	ANNEXES	- 89 -
11	BIBLIOGRAPHIE	- 100 -
12	TABLE DES FIGURES	- 105 -
13	TABLE DES TABLEAUX.....	- 106 -

1 INTRODUCTION

Il est actuellement admis que l'excès de sel dans l'alimentation représente un véritable enjeu de Santé Publique. En effet c'est notamment un facteur de risque majeur dans le développement de l'hypertension artérielle essentielle, ainsi que dans la survenue d'accidents cardio-vasculaires. Des politiques de Santé Publique ont été mises en place dans de nombreux pays, afin d'en réduire la consommation à l'échelon individuel. En France, le Plan National Nutrition Santé, élaboré à l'initiative du Ministère de la Santé, a défini des objectifs de limitation de consommation de sel se situant à moins de 8 g/j chez les hommes et de 6.5 g/j chez les femmes et les enfants, alors que l'OMS a fixé un objectif de consommation de sel de moins de 5 g/j. Or les consommations moyennes retrouvées dans les études françaises les plus récentes se situent entre 9.2 et 9.9 g/j chez les hommes et entre 7.4 et 7.6 g/j chez les femmes. Ces chiffres restent donc encore trop élevés par rapport aux objectifs que chacun devrait atteindre.

Notre rôle de soignant est d'aider chacun de nos patients à atteindre cet objectif. Pour y parvenir il paraît essentiel de connaître le niveau habituel de leur consommation de sel. Malheureusement il n'existe à l'heure actuelle aucun instrument simple permettant d'évaluer rapidement, lors d'une consultation, la quantité de sel consommé quotidiennement. Cette évaluation est d'autant plus difficile que la majorité du sel consommé provient d'aliments préparés, transformés, dont la teneur en sel n'est pas connue des consommateurs. C'est dans ce but qu'a été élaboré en 2011 par le Dr Chrystelle Robard-Martin l'auto-questionnaire « Évaluez votre consommation de sel » [1]. Mais cet auto-questionnaire n'a pu être validé et ne pouvait donc être utilisé en pratique courante.

L'objectif principal de mon travail est donc de valider cet auto-questionnaire, et ainsi de permettre son utilisation en pratique médicale quotidienne, en le comparant à la méthode de référence admise pour l'évaluation de la consommation de sel, soit la natriurèse des 24 heures.

2 LE SEL

2.1 Généralités

Historiquement, le sel a été découvert en 1807 par le chimiste et physicien britannique Humphrey Davy. Son nom lui vient de l'anglais *soda* qui signifie *soude* et du latin *natrium*, nom donné à un composé de sodium. Ce sont ainsi les deux premières lettres du mot latin qui ont été reprises pour le symbole chimique du sodium (Na).

A l'état solide, le sel est constitué de petits cristaux durs et solides de dimension inférieure à un millimètre au goût âpre, mais incolore et inodore, qui se dissout dans tous les liquides aqueux.

Le sel, tel que nous l'utilisons quotidiennement, est du chlorure de sodium (NaCl) à 97% (ou à 94% pour le sel gris marin).

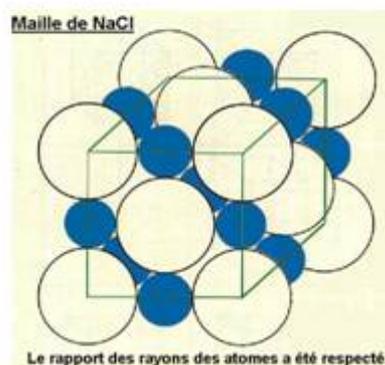
Le chlorure de sodium est un des minéraux les plus abondants de notre planète. Il est ainsi disponible en quantité quasi-illimitée dans la nature sous plusieurs formes :

- Le sel marin, récolté dans les marais salants ou les salines
- Le sel gemme exploité dans les mines, issu d'anciens dépôts marins
- Le sel igné, obtenu en chauffant l'eau des sources salées.

Le chlorure de sodium (NaCl), est constitué de 40% de sodium (Na) et de 60% de chlore (Cl) (0.4g de Na = 1g de NaCl) (figure 1).

Figure 1 : Chlorure de sodium

$1 \text{ g de NaCl} = 393,4 \text{ mg de Na} = 17,1 \text{ mmol de Na}$ $1 \text{ g de Na} = 2,54 \text{ g de NaCl}$
--



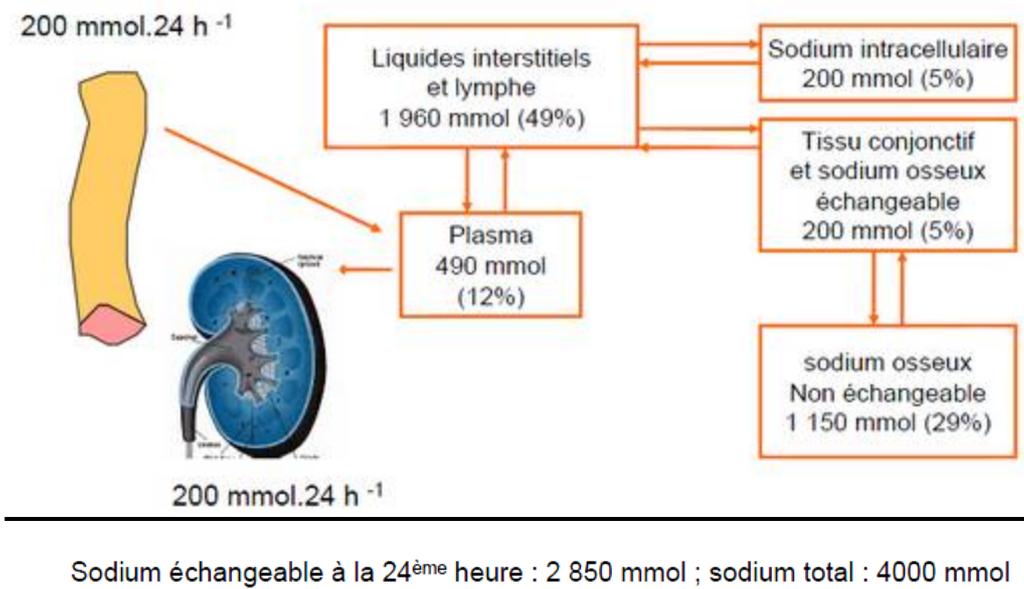
Le sel est un minéral essentiel à la survie des animaux. L'ingestion du sel naturellement présent dans les aliments répond à une nécessité biologique. Le sel n'étant pas un élément pouvant être synthétisé par l'organisme, sa consommation régulière est nécessaire pour compenser les pertes journalières dans l'urine, les fèces et la sueur.

2.2 Rôle physiologique

Le sodium est un élément minéral que l'on trouve essentiellement dans le sang et les liquides extracellulaires dont il est l'élément principal. L'organisme en contient 100g en moyenne répartis de la façon suivante (figure 2) :

- 50% dans les liquides extracellulaires
- 5 à 10% en intracellulaire
- 30% dans les os
- 10% dans tous les autres organes

Figure 2 : Exemple de répartition du sodium chez un homme adulte de 70 kgs.



Son absorption se déroule au niveau de l'intestin. La biodisponibilité du sel ingéré est quasi-totale et il n'y a pas d'interaction connue avec d'autres nutriments.

Son élimination se fait par trois voies :

- Par les fèces en faible quantité
- Par la sueur en quantité également très faible, hormis en cas d'effort intense et prolongé et/ou en cas de fortes chaleurs

- Par les reins de façon très majoritaire. Comme la quantité de sel ingéré est typiquement très supérieure à la faible perte obligatoire, il faut que les reins excrètent dans l'urine l'excès de sel afin d'en maintenir le bilan en équilibre.

Un apport suffisant en sel est indispensable au bon fonctionnement physiologique de l'organisme, car sous forme d'ions, il préserve l'équilibre de la cellule et participe aux flux de matières entre les cellules. Le sodium agit en synergie avec le chlore et le potassium. Il a de nombreuses fonctions biologiques :

- Sa fonction principale dans l'organisme est de retenir l'eau. Le sodium et le potassium contribuent à maintenir l'équilibre acido-basique en régulant la pression osmotique, qui régit les échanges d'eau entre les milieux intra et extracellulaire.
- Au niveau du système neuro-musculaire, la transmission de l'influx nerveux ainsi que les contractions musculaires sont directement liées à la concentration de sodium dans l'organisme.
- D'un point de vue métabolique, il joue un rôle dans le transfert des sucres et autres nutriments nécessaires à la cellule.

Le sel est un vecteur d'iode, élément nécessaire au développement du cerveau et à la glande thyroïde pour la sécrétion des hormones thyroïdiennes.

Le sel a également une action bactéricide. C'est pourquoi pendant longtemps, le sel est resté un moyen efficace de conservation des aliments.

En usage externe, le sel peut être utilisé comme un puissant antiseptique.

2.3 Besoins, apports conseillés et carence

En ce qui concerne les besoins, l'homéostasie du NaCl dans l'organisme requiert un apport quotidien minimum de l'ordre de 1 à 2g. Ces besoins varient légèrement en fonction des conditions climatiques, ethniques, des habitudes alimentaires et du mode de vie des individus.

Les apports conseillés font, quant à eux, l'objet de débats en raison des relations très controversées entre la consommation de NaCl et la pression artérielle. Nous y reviendrons plus longuement dans un chapitre suivant.

Une restriction sodée est susceptible d'induire des effets secondaires, notamment chez le sujet âgé ou chez le sportif :

- Pertes de connaissance
- Fatigue musculaire, crampes
- Insomnie
- Déshydratation et hypotension
- Troubles digestifs, nausées...

Chez le sportif, des pertes sudorales importantes doivent être compensées par des apports en sel augmentés. Ainsi lorsque l'exercice physique est de longue durée, un apport supplémentaire de la boisson en NaCl est conseillée mais ne doit pas dépasser 1.2 g/l.

En revanche, un régime hyposodé est recommandé chez certaines personnes hypertendues, les individus obèses, les insuffisants cardiaques et certains insuffisants rénaux.

A l'inverse, et beaucoup plus fréquemment que la carence, l'abus chronique de sel, ajouté systématiquement dans ou sur les aliments, est un facteur déclenchant ou aggravant de plusieurs pathologies détaillées ci-dessous.

2.4 Conséquences physiopathologiques et cliniques d'un excès de sel

C'est Pierre Meneton, chercheur à l'INSERM (Institut national de la Santé et de la Recherche Médicale), qui fut l'un des premiers à soulever le délicat problème du sel en France [2], même si ses effets néfastes sont pour la plupart connus depuis bien longtemps. En février 2000, il transmet à l'AFSSA (Agence française de sécurité sanitaire des aliments) un rapport sur les conséquences de la surconsommation de sel en France. Pour lui « l'abus de sel représente un danger pour l'ensemble de la population, quel que soit l'âge ». Tout le monde doit être concerné, pas seulement les hypertendus, les insuffisants rénaux ou cardiaques, mais aussi tous les « biens portants ». Lors du colloque international « Sel et santé » organisé par l'AFSSA en 2002 [3], des scientifiques du monde entier ont dressé le bilan de l'impact du sel sur différentes maladies.

2.4.1 Excès de sel et hypertension artérielle [4]

Le lien direct entre hypertension et consommation de sel a fait et fait toujours pour certains l'objet de débats dans de nombreux pays. Les preuves qui associent le sel à la pression artérielle proviennent de six sources différentes : études épidémiologiques, études d'intervention, études sur les populations immigrées, les essais thérapeutiques, les études génétiques sur l'homme et sur d'autres animaux.

Deux importantes études d'observation donnent des résultats sur l'excrétion urinaire de sodium et la pression artérielle sur une période de 24 heures.

La première et la plus complète est l'étude **INTERSALT** [5-7], réalisée au milieu des années 80 dans 52 populations différentes réparties sur les 5 continents et représentant plus de 10000 personnes. Elle a révélé pour tous les échantillons de population, des associations positives et très significatives entre la natriurèse et la pression artérielle des sujets observés (une différence de 6g de NaCl dans l'apport journalier est associée à une différence de 3 à 6 mmHg de la pression systolique), et entre la natriurèse et l'augmentation de la pression artérielle avec l'âge (une différence de 6g de NaCl dans l'apport journalier est corrélée à une différence de 10 mmHg de la pression systolique entre 25 et 55 ans). (figures 3 et 4). Dans les populations absorbant moins de 3g de sel par jour, vivant sur différents continents et ne présentant aucune

parenté génétique, non seulement il n'existe pratiquement pas d'augmentation de la pression artérielle avec l'âge, mais les maladies cardio-vasculaires y sont aussi pratiquement inconnues.

Figure 3 : Etude INTERSALT : lien entre la natriurèse et l'augmentation de la tension artérielle systolique avec l'âge.

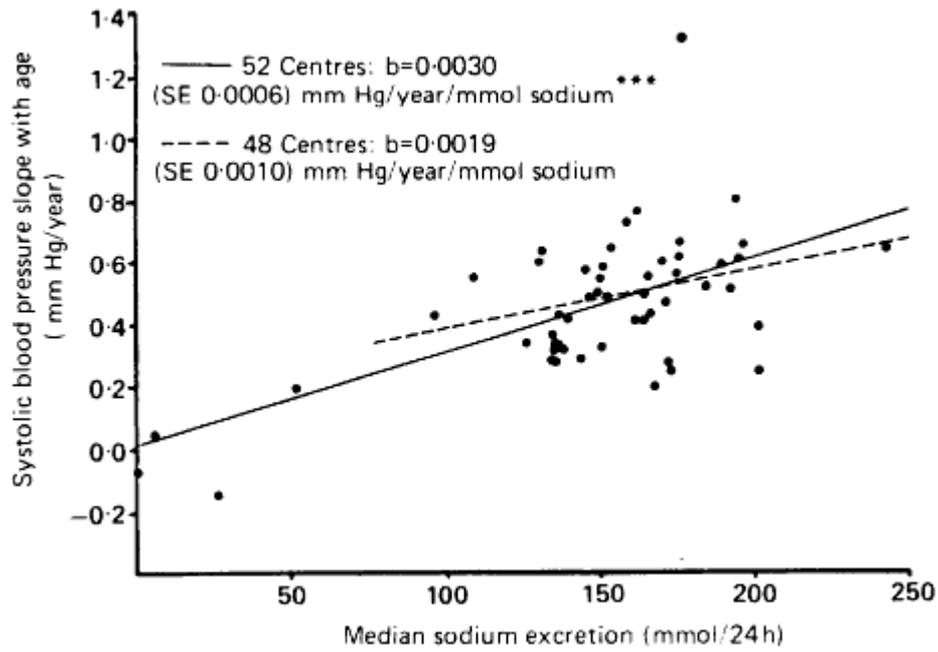
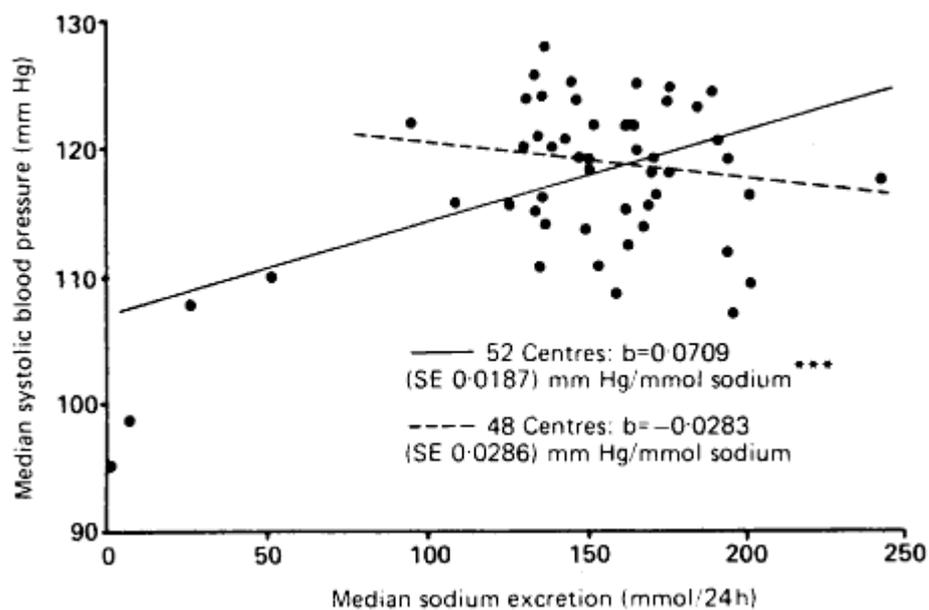


Figure 4 : Etude INTERSALT : lien entre la natriurèse et l'augmentation de la tension artérielle diastolique avec l'âge.



La deuxième, l'étude **INTERMAP** [8] (étude internationale conjointe sur les macronutriments et la pression artérielle), réalisée à la fin des années 90 et portant sur 4680 personnes résidant au Royaume-Uni, aux Etats-Unis, en Chine ou au Japon, a non seulement permis de recueillir des données sur l'excrétion urinaire des 24h, mais a également permis de recueillir, sur une période de 4 fois 24h, des informations concernant l'alimentation des sujets observés. Ces informations ont été fournies grâce à un questionnaire approfondi, dont le niveau de standardisation et le contrôle de la qualité étaient extrêmement rigoureux. Les résultats obtenus à l'issue de cette étude vont dans le même sens que ceux de INTERSALT, venant ainsi confirmer le rôle d'une consommation excessive de sel dans l'alimentation dans le développement de l'hypertension artérielle.

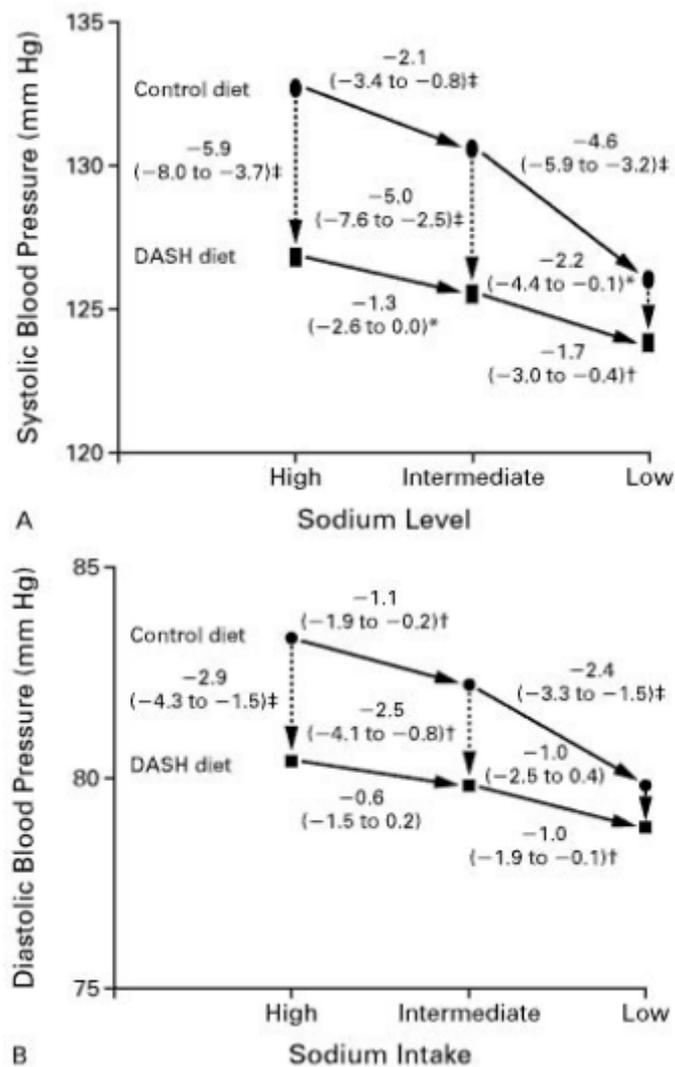
On peut également citer une autre étude d'observation épidémiologique portant sur les **migrants Yi** [9], l'étude de suivi **NANHES** [10-11], ainsi que les essais cliniques sur la population **TONE** [13] et **TOHP** [12], qui ont tous permis d'établir un lien entre la consommation de sel et la pression artérielle.

L'étude **TOHP** [12] (Trials Of Hypertension Prevention) a évalué les apports de la perte de poids et de la réduction de l'apport en NaCl à 5g/jour. Les résultats suggèrent que les effets des deux interventions sur l'incidence de l'hypertension sont additifs à 6 mois.

L'étude **TONE** [13] (Trial Of Non-pharmacologic intervention in the Elderly) va dans le même sens, puisqu'elle a mis en évidence chez des sujets obèses hypertendus une réduction de 53% des accidents cardio-vasculaires à 29 mois avec une combinaison des deux interventions.

Par ailleurs, de nombreuses études d'intervention, très difficiles à réaliser d'un point de vue pratique puisqu'il s'agit de mesurer la pression artérielle avant et après réduction de la teneur en sel dans l'alimentation habituelle, montrent que l'effet hypotenseur de la restriction sodée est manifeste pour l'ensemble de la population. L'une d'entre elles, l'étude **DASH** (Dietary Approaches to Stop Hypertension) [14-15], est ainsi l'étude d'intervention la mieux contrôlée, réalisée en 2001 sur une population américaine de plus de 400 personnes. Elle montre que la pression artérielle systolique et diastolique diminue respectivement de 2.1 et 1.1 mm de mercure lorsque l'apport journalier en sel est réduit de 8 à 6 g pendant quatre semaines. Cet effet hypotenseur est encore plus marqué quand l'apport journalier en sel est réduit de 6 à 4 g puisque dans ce cas, la diminution de la pression systolique et diastolique atteint respectivement 4.6 et 2.4 mm de mercure (figure 5).

Figure 5 : Effets de la réduction de l'apport de sel et du régime DASH sur la tension artérielle systolique et sur la tension artérielle diastolique



D'autres études peuvent également être mentionnées au vu de la taille de la population étudiée et de la durée d'intervention : une première réalisée au Portugal [16], une deuxième en Hollande [17] qui tendrait à prouver que l'organisme est très sensible à l'apport en sel dans les premiers mois de la vie post-natale et enfin une dernière étude, TOHP phase II [18], donnant une idée de l'effet des baisses de pression artérielle induites par une restriction sodée modérée en terme de nombre d'hypertendus.

Toutes ces études confirment donc l'association entre excès de sel et hypertension, mais démontrent également qu'en réduisant la consommation de sel, on parvient à réduire la pression artérielle, que celle-ci soit élevée ou normale.

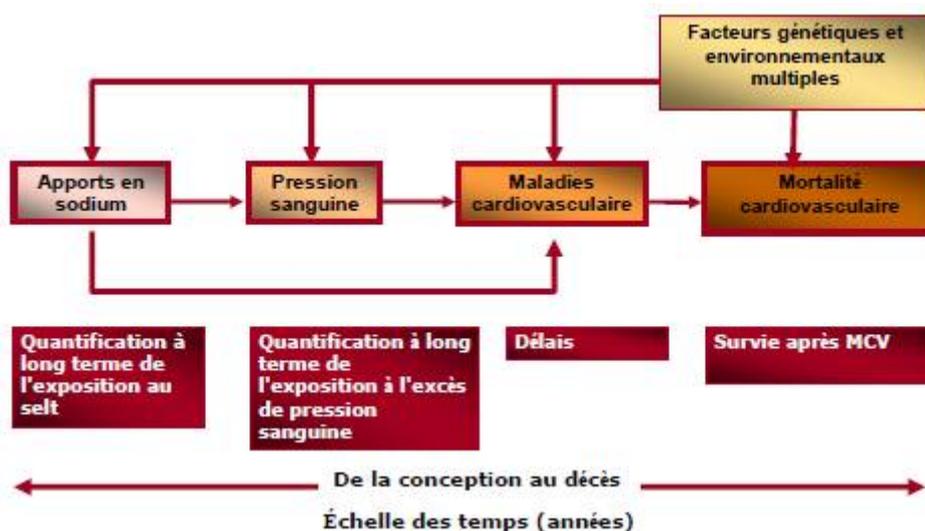
2.4.2 Excès de sel et maladies cardio-vasculaires

D'après Pierre Meneton, « le sel serait directement responsable chaque année en France de 75000 accidents cardio-vasculaires, dont 25000 décès ».

On comprend aisément le rôle du sel dans la survenue des accidents cardio-vasculaires, puisque le niveau moyen élevé de la pression artérielle dans les populations occidentales est un déterminant majeur de la morbidité et de la mortalité importantes des maladies cardio-vasculaires.

Mais plusieurs données semblent indiquer que tous les effets du sodium dans les maladies cardio-vasculaires, à savoir infarctus du myocarde, accidents vasculaires cérébraux et insuffisance rénale, ne sont pas médiés par la pression artérielle (figure 6).

Figure 6 : Cadre conceptuel pour l'analyse de la relation entre les apports quotidiens en sodium et la morbidité ou la mortalité



En effet, le sodium lui-même a été identifié dans de nombreuses études comme un facteur de risque puissant et indépendant de la pression artérielle dans les cas d'hypertrophie du ventricule gauche. Dans deux études [19-20] a été démontré l'indépendance de la consommation de sel par rapport à la pression artérielle sur la masse ventriculaire gauche, même en tenant compte de la pression artérielle moyenne sur 24h (paramètre le plus précis pour l'accroissement de la post-charge). Cette relation entre apport accru de sodium et augmentation de la masse du ventricule gauche semble causale et au moins partiellement médiée par l'interaction avec le système rénine-angiotensine-aldostérone. Inversement dans l'étude **THOMS** [21], la réduction de la consommation de sel alimentaire s'est avérée avoir un effet, indépendant de la pression artérielle, sur la diminution de la masse ventriculaire gauche. Or l'hypertrophie ventriculaire gauche est un facteur de risque cardio-vasculaire prépondérant bien connu et indépendant de la pression artérielle.

Par ailleurs, des études suggèrent fortement que l'excès de sel dans l'alimentation est un facteur majeur dans le développement des infarctus du myocarde [22], notamment chez les

patients en surpoids ou obèses [23], indépendamment de tout autre facteur de risque cardio-vasculaire et en particulier ici la pression artérielle.

De même, si l'on considère la mortalité cardio-vasculaire dans l'étude **INTERSALT** [5-7], on peut constater qu'il existe une forte corrélation entre l'apport sodé et la fréquence des accidents vasculaires cérébraux. Des données récentes, notamment dans l'étude américaine **NHANES** [10-11], montrent aussi qu'une forte consommation de sel est liée d'une façon claire et significative au risque d'accident vasculaire cérébral chez les personnes en surpoids ou obèses mais pas chez les personnes de poids normal.

L'insuffisance rénale est aussi évidemment aggravée par l'excès de sel. Divers mécanismes se surajoutent ainsi pour expliquer l'observation faite lors d'une étude réalisée aux Etats-Unis sur plus de 3000 participantes durant 11 ans [24] : le déclin de la fonction rénale est plus rapide chez les fortes consommatrices de sel.

Il a donc été prouvé que le sodium alimentaire influe directement sur la progression des maladies rénales et vasculaires, indépendamment des changements de pression artérielle.

Enfin chez les patients souffrant d'insuffisance cardiaque congestive, une consommation excessive de sodium peut accélérer la progression de la maladie.

Les effets du sodium sur le cœur, le cerveau, le rein et l'arbre vasculaire, s'ajoutent à ceux de la pression artérielle, mais pourraient aussi avoir sur ces derniers un effet synergique.

2.4.3 Excès de sel et ostéoporose

Les preuves connues à ce jour semblent indiquer que la consommation de sel joue un rôle important dans la perte minérale osseuse et donc dans l'ostéoporose. En effet la consommation de sel est le principal déterminant de l'excrétion urinaire de calcium. Plus la natriurèse est élevée, plus l'excrétion urinaire de calcium est importante. Il s'agit d'une relation de cause à effet comme l'ont montré des essais d'intervention [25-27]. La quantité de calcium absorbé diminue alors, ce qui provoque une diminution de la densité minérale osseuse et donc l'apparition d'une ostéoporose.

Par ailleurs il a été montré qu'une réduction de la consommation de sel pourrait être une mesure efficace pour la prévention de l'ostéoporose [28].

2.4.4 Excès de sel et cancer de l'estomac

Plusieurs études indiquent une association entre un apport sodé élevé et l'incidence du cancer de l'estomac [29-31].

2.4.5 Excès de sel et calculs rénaux

L'existence d'un lien entre les apports sodés et calciques et le développement de calculs rénaux est suggérée par notamment deux études [32-33], puisque l'excès de sel provoque une hypercalciurie.

2.4.6 Excès de sel et asthme

Une relation entre excès de sel et aggravation de l'asthme est actuellement avancée par quelques auteurs [34], mais ceci nécessite des preuves supplémentaires pour être affirmé.

2.5 Le sel : enjeu de santé publique

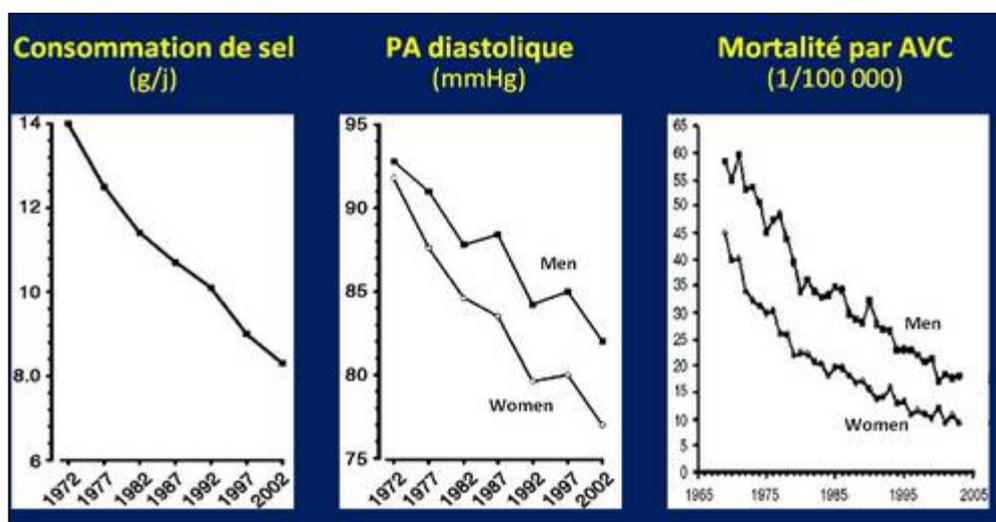
Compte tenu des liens avancés et décrits ci-dessus entre sel et santé, certains pays ont mis en place des politiques de réduction des apports en sel.

2.5.1 L'expérience finlandaise [35]

En 1979, la Finlande a été une des premières nations à adopter une politique systématique pour réduire sa consommation de sel. Cette politique a reposé sur plusieurs mesures, telles que des campagnes d'information pour sensibiliser les consommateurs aux effets néfastes du sel, l'utilisation d'un sel de substitution, une nouvelle réglementation relative à l'étiquetage du sel informant d'un contenu en sel élevé ou faible, et une réduction des apports sodés des produits industriels.

Les résultats de cette campagne sont présentés dans les graphiques ci-dessous (figure 7) [36].

Figure 7 : Evolution de la consommation de sel, de la tension artérielle systolique et de la mortalité par AVC entre 1972 et 2002 suite à la campagne de prévention finlandaise.



Cette campagne a ainsi permis de faire baisser la consommation moyenne de sel dans la population de 14 à moins de 9 g/j entre 1972 et 2002. Cette baisse s'est accompagnée d'une diminution de près de 80% de la mortalité par accident vasculaire cérébral ou coronarien, ainsi que d'une augmentation de près de 6 ans de l'espérance de vie.

2.5.2 L'expérience belge

Un autre exemple européen est celui de la Belgique où le gouvernement a lancé dans les années 70 une campagne d'information massive qui s'est traduite entre autres par une diminution de la quantité de sel incorporée dans le pain [37].

Cette campagne a abouti à réduire la consommation de sel de 16 à 11 g chez les hommes et de 12 à 9 g chez les femmes entre 1967 et 1986.

2.5.3 L'expérience américaine [38]

Aux Etats-Unis, plusieurs institutions de santé insistent sur la nécessité de lutter contre l'excès de sel dans l'alimentation depuis les années 70. Ainsi les industriels doivent étiqueter la teneur en nutriments par portion ; un programme fédéral dénommé « National High Blood Pressure Education Program », vise à encourager la population américaine à réduire sa consommation de sel et à consommer davantage de fruits et légumes et de produits laitiers pauvres en graisses [39].

La prise de conscience de la problématique du sel par les consommateurs semblent toutefois limitée et les produits à teneur en sel réduite seraient peu appréciés sur le plan gustatif.

2.5.4 L'expérience britannique

Les initiatives finlandaises ont posé les bases de la politique de réduction du sodium au Royaume-Uni. En 2003, un rapport d'experts a recommandé de réduire de 9.5 à 6 g par jour l'apport moyen de sel [40].

La Foods Standards Agency (FSA) et le Ministère de la Santé britannique ont alors lancé une campagne visant à sensibiliser les consommateurs et encourager les industriels pour qu'ils améliorent la teneur en sodium et l'étiquetage des produits alimentaires [41].

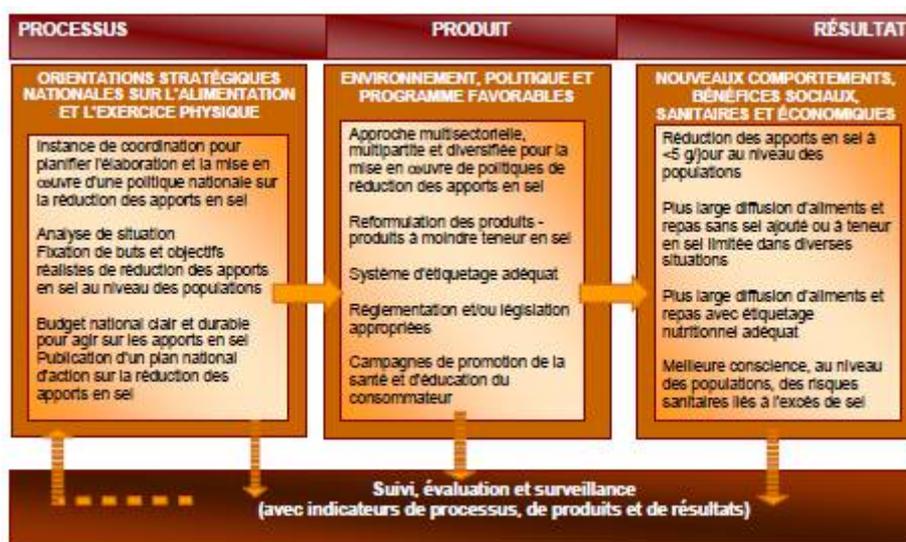
Même si tous les produits n'ont pas atteint les objectifs, la quantité de sel utilisée a ainsi été réduite progressivement, jusqu'à 60 % dans certains cas. La consommation individuelle de sel a baissé en moyenne d'un gramme par jour, et il est estimé que cela a évité plusieurs milliers de décès par accident vasculaire cérébral ou coronarien.

A la suite du succès des mesures volontaires initiées par les pays pionniers en la matière, de nombreux autres intensifient leurs efforts de réduction du sodium. En 2008, l'Union

Européenne a demandé aux Etats membres de s'engager à réduire de 16% l'apport en sodium dans leur population d'ici 2012 [42].

Par ailleurs l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (ONUAA ou FAO) ont publié un rapport commun en 2003 [43] classant l'excès de sel comme un facteur de risque cardio-vasculaire majeur et appelant à mettre en place des politiques de santé publique à l'échelle nationale pour lutter contre ce problème (figure 8). L'objectif fixé alors correspond à une consommation moyenne de sel inférieure à 5 g/jour.

Figure 8 : Modèle pour l'élaboration et la mise en œuvre d'une politique de réduction des apports en sel conseillé par l'OMS dans son rapport de 2003.



2.5.5 L'état des lieux en France

En France, la prise de conscience du problème par les pouvoirs publics est nette depuis 2000.

Le PNNS (Plan National Nutrition Santé) [46], mis en place en 2001 par le Ministère de la santé et chargé d'améliorer la santé de la population en agissant sur l'un de ses déterminants majeurs que représente la nutrition, a également reconnu le problème. Il a alors fixé des objectifs de limitation de consommation de sel (< 8 g/j chez les hommes et < 6.5 g/j chez les femmes et les enfants) et appelé à l'action avec notamment des campagnes d'information du grand public. En 2006, ces actions ont été évaluées, notamment par le biais de l'étude ENNS (Etude Nationale Nutrition Santé) [47]. Les résultats montrent que l'objectif est presque atteint globalement, mais il importe de faire la distinction entre les hommes – dont la consommation est plus élevée – et les femmes, et de tendre progressivement vers les recommandations internationales (soit 5 à 6 g/j). Ainsi l'objectif de limiter la consommation de sel reste dans le PNNS 2 [48] instauré en 2006. Dans ce cadre, de 2008 à 2010, dix-neuf

grandes entreprises ont signé avec le Ministère de la santé une « Charte d'engagement de progrès nutritionnels ». Inscrites au cœur du PNNS, ces chartes sont le fer de lance de l'action gouvernementale pour améliorer progressivement l'offre alimentaire dans la grande distribution. Le PNNS 3 (2011-2015) [49] maintient les mêmes objectifs de limitation de consommation de sel.

L'Agence Française de Sécurité Sanitaire et des Aliments (AFSSA) a émis des recommandations suite au colloque international organisé en 2002.

Ces recommandations sont présentées dans le « Rapport sel : évaluation et recommandations » [3], datant de janvier 2002. Il y est proposé de viser une diminution de la consommation moyenne de sel de la population française de 20 % sur 5 ans. Les propositions de l'AFSSA permettent d'avoir un impact proportionnellement plus fort chez les forts consommateurs de sel (plus de 12 g/j), ce qui paraît assuré par le fait que les principaux aliments vecteurs de sel chez ces individus sont les mêmes que ceux de l'ensemble de la population, mais consommés en plus grande quantité. Un certain nombre d'initiatives étaient préconisées pour impliquer les consommateurs ainsi que les professionnels de la restauration, de l'industrie alimentaire et de la santé.

Des outils ont été conçus pour accompagner le grand public et les professionnels dans une démarche responsable à l'égard de l'alimentation :

- **MADAM** [44], la machine à décrypter les aliments mystérieux, a été pensée pour donner au consommateur une conscience plus concrète de ce qu'ils ingèrent au quotidien.
- **OQALI** [45], l'observatoire de la qualité de l'alimentation, est un outil permettant aux professionnels de suivre la qualité des aliments transformés mis sur le marché et d'évaluer les chartes volontaires d'engagements nutritionnels.

En 2004 l'Académie Nationale de Médecine a publié un rapport sur le sujet [50] confirmant la nécessité de réduire la consommation de sel dans la population générale. Elle y propose les mesures suivantes :

- Des négociations avec les artisans et industriels de l'alimentation en vue de réduire la teneur en sel des aliments préparés.
- L'étiquetage avec indication de la teneur en sel des aliments pré-emballés.
- L'information du public sur l'inutilité de l'ajout de sel de table.
- La mise en œuvre de mesures permettant le maintien d'un apport alimentaire iodé suffisant.
- La mise en place d'outils épidémiologiques pour juger des résultats de cette politique sur la consommation de sel et la prévalence de l'hypertension artérielle.

Enfin en août 2004 la loi relative à la politique de Santé Publique a intégré la réduction de l'apport en sel comme un de ses objectifs prioritaires [51]. L'objectif est de parvenir à une consommation moyenne inférieure à 8g par jour et par personne. Le HCSP (Haut Comité de Santé Publique) a par la suite publié un rapport en avril 2010 intitulé « Objectifs de Santé Publique : évaluation des objectifs de la loi du 9 août 2004. Propositions. ».[52] Celui-ci

montre les effets bénéfiques des politiques de santé publique sur la réduction de la consommation de sel, et propose de poursuivre ces efforts.

Au vu de toutes ces données, il apparaît indispensable de connaître la consommation de sel des patients, afin de leur permettre d'atteindre les objectifs fixés par les différents organismes de Santé Publique.

Or il existe deux principales méthodes pour cette évaluation :

- les enquêtes de consommation alimentaire
- les enquêtes de natriurèse.

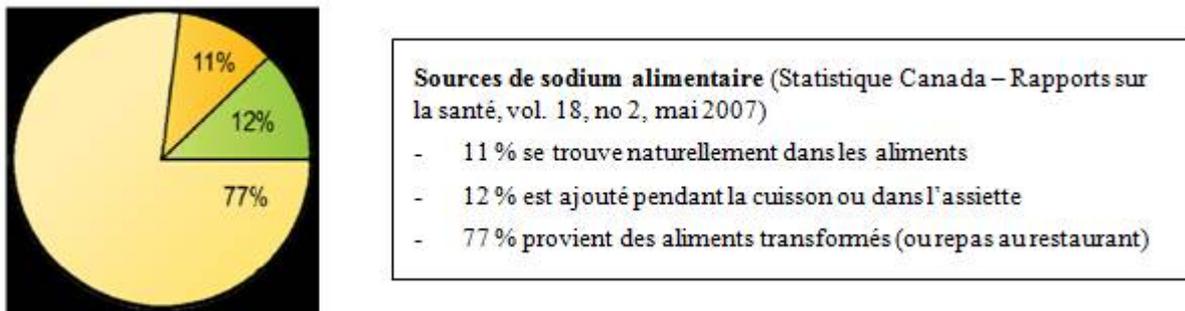
Chacune présente des avantages, mais aussi des inconvénients qui seront décrits par la suite. Dans un premier temps, nous allons nous intéresser aux enquêtes de consommation alimentaire, qui permettent une évaluation moyenne de la consommation de sel en France, mais qui renseignent également sur les principaux aliments vecteurs de sel dans notre pays. C'est à partir de ces données qu'a été réalisé l'auto-questionnaire « Évaluez votre consommation de sel ! ».

3 L'ÉVALUATION DE LA CONSOMMATION DE SEL EN FRANCE

3.1 Généralités [53] [2]

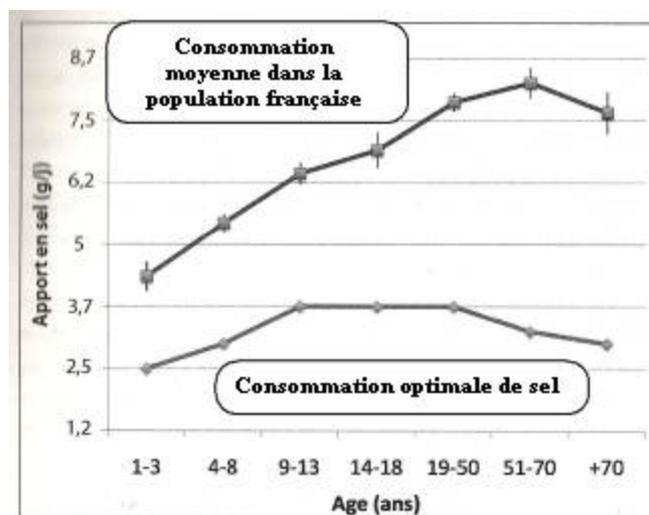
Le sel ingéré peut être naturellement présent dans les aliments, ajouté au cours du conditionnement et de la fabrication, ajouté à la cuisson ou dans l'assiette, présent dans les eaux de boisson ou encore dans les médicaments (figure 9).

Figure 9 : Les sources de sodium alimentaire



L'essentiel du sel ingéré provient de l'alimentation de fabrication industrielle (près de 80%), le sel étant un exhausteur de goût bon marché, qui rehausse les saveurs sucrées et inhibe les saveurs amères. Ainsi les individus ne sont généralement pas conscients de leur niveau de consommation puisque le plus souvent, aucune information ne leur est fournie à ce sujet par l'industrie agro-alimentaire. Il s'agit d'une situation largement incontrôlée sur le plan individuel, certaines personnes se retrouvant en surconsommation de sel selon leurs habitudes alimentaires (figure 10).

Figure 10 : Consommation optimale de sel en fonction de l'âge et consommation moyenne observée dans la population française [53]



Les enquêtes de consommation alimentaire réalisées au niveau national permettent d'une part de connaître la quantité moyenne de sel consommée quotidiennement, mais aussi de déterminer, sur la quantité totale de sel avalé, le pourcentage revenant à chaque denrée, qui va dépendre à la fois de la teneur en sel de l'aliment et de sa quantité ingérée journalièrement.

3.2 Les enquêtes de consommation alimentaire

L'estimation de la consommation de sel de la population française repose sur la combinaison de données de consommation alimentaire recueillies au niveau individuel et de la teneur en sel des aliments. Pour le sel, l'élaboration de la table de composition du Centre d'Information sur la Qualité (CIQUAL) de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire et des Aliments (Anses) s'est appuyée sur un échantillonnage et une analyse chimique spécifique des principaux aliments les plus contributeurs aux apports quotidiens en sel complétée par des données issues de la littérature scientifique ou des industriels.

3.2.1 Enquête Inca-1[54]

L'enquête Inca est une étude de la consommation alimentaire individuelle portant sur un échantillon représentatif de la population française effectuée en 1998 – 1999. La consommation alimentaire a été évaluée par la méthode du carnet sur 7 jours consécutifs (avec utilisation de photographies pour identifier les portions d'aliments). L'étude a porté sur 1345 adultes, et a été développée pendant 11 mois pour intégrer les effets de saisonnalité.

Dans cette étude, n'a pas été pris en compte le sel ajouté à domicile (au moment de la cuisson ou à table), ce qui entraîne une sous-estimation de la consommation.

Les valeurs du sodium de la table de composition alimentaire du CIQUAL ont été utilisées pour la majorité des aliments.

Les résultats (tableau 1) montrent une consommation moyenne de 8.1 g/j chez les adultes (6.9 chez les femmes et 9.1 chez les hommes). Avec 1 à 2 g de sel ajouté, cela correspond à une consommation totale de sel de 9 à 10 g/j. La consommation de sel est corrélée à la prise énergétique totale. Peu de différences régionales ont été observées de même que peu de variations en fonction de l'âge (au-delà de 25 ans). Les forts consommateurs de sel (>12 grammes par jour) représentent environ 8% (15.8% des hommes et 2.2% des femmes). La consommation de sel augmente avec l'accroissement de l'indice de masse corporelle (IMC).

Tableau 1 : Consommation quotidienne de chlorure de sodium selon le sexe chez les adultes normoévaluants (15 ans ou plus, N = 1474)

Sexe	Effectif	Moyenne [95 % IC]	Ecart type	Q1	Médiane	Q3	P90	P95
Homme	672	9,1 [8,9-9,3]	2,9	7,1	8,5	10,7	12,9	14,5
Femme	802	6,9 [6,7-7,1]	2,1	5,3	6,6	8,0	9,5	10,5
Ensemble	1474	7,9 [7,7-8,1]	2,8	6,0	7,4	9,2	11,4	13,1

3.2.2 Enquête Inca-2 [55]

Il s'agit également d'une étude de la consommation alimentaire individuelle portant sur un échantillon représentatif de la population française, réalisée en 2006 – 2007 auprès de 1918 adultes de 18 à 79 ans. Elle permet de suivre l'évolution des consommations par comparaison aux données des études précédentes, et en particulier à l'étude Inca-1.

La comparaison des deux études est possible dans la mesure où le recueil des consommations a été réalisé selon la même méthode et sur une même durée d'observation.

Les consommations moyennes retrouvées lors de cette étude (hors sel ajouté à table et lors de la cuisson) étaient respectivement de 8.7 g/jour chez les hommes et de 6.7 g/jour chez les femmes, soit une consommation moyenne estimée de 7.7 g de sel par jour. Les ajouts individuels de sel pouvant être estimés entre 1 et 2 g de sel par jour, on obtient des apports totaux moyens entre 8.7 et 9.7 g/jour. Ces consommations ne présentaient pas de variation selon les régions ou l'âge.

Par rapport à l'étude Inca-1, les apports en sel ont ainsi diminué de 5.2%. Cette baisse de consommation se caractérise notamment par une réduction importante (de l'ordre de 20-30 %) de la proportion de « forts » consommateurs (personnes dont les apports sodés provenant de l'alimentation sont supérieurs à 12 g/j), avec 10.5% des hommes et 1.7% des femmes. Cette évolution peut être en partie expliquée par la baisse des teneurs moyennes en sel des différents groupes d'aliments (tableau 2).

Tableau 2 : Evolution des apports moyens en sel provenant des aliments selon les études INCA

	Effectifs de l'étude INCA-1	Effectifs de l'étude INCA-2	Apports moyens en sel en g/j (INCA-1)	Apports moyens en sel en g/j (INCA-2)	Écart en %
Hommes	613	839	9,3	8,7	-6,6
Femmes	732	1079	6,9	6,7	-4,1
Ensemble	1345	1918	8,1	7,7	-5,2

Champ : Adultes de 18 à 79 ans. France entière.

Sources : INCA-1 (1998-1999), INCA-2 (2006-2007).

3.2.3 Etude nationale nutrition santé (ENNS) [47]

L'étude ENNS 2006-2007 de l'InVS portant sur l'état de santé et le statut nutritionnel de la population est couplée à l'étude Inca-2.

Contrairement à cette dernière, l'estimation des apports sodés dans l'alimentation dans ENNS a été réalisée en tenant compte (du mieux possible) du sel ajouté à table et à la cuisson (tableau 3).

La moyenne des apports en sel alimentaire estimée au moyen de trois rappels des 24h consécutifs était de 9.9 g/j chez les hommes et de 7.0 g/j chez les femmes, soit légèrement plus que dans l'étude Inca-2. De manière cohérente, la proportion de « forts » consommateurs était également plus importante avec 25.6% des hommes et 2.8% des femmes présentant des apports en sel supérieurs à 12 g/jour. Chez les femmes, les apports des 18-34 ans apparaissaient un peu plus faibles que chez les générations des 35-54 ans et des 55-74 ans alors que chez les hommes les apports demeuraient stables avec l'âge.

Tableau 3 : Apports en sel chez les adultes selon l'étude ENNS 2006 (en g/j)

	Hommes	Femmes	Ensemble
18-34 ans	9,6	6,7	8,1
35-54 ans	10,1	7,1	8,6
55 ans ou plus	10,0	7,1	8,5
Ensemble	9,9	7,0	8,4

Champ : France métropolitaine (hors Corse). Population âgée de 18 à 74 ans résidant en ménage ordinaire.
Sources : Étude nationale nutrition santé (ENNS) 2006.

3.2.4 Etude SU-VI-MAX [56]

L'étude SU-VI-MAX est une étude d'intervention (1994-2003) regroupant 12535 volontaires sains (femmes âgées de 35 à 60 ans et hommes de 45 à 60 ans) répartis au niveau national. Les consommations alimentaires sont enregistrées, sur un sous-échantillon, tous les deux mois par un enregistrement des 24 heures (tailles des portions déterminées à l'aide d'un cahier photographique). Dans le cadre de cette étude, les valeurs du sodium de la table de composition alimentaire du CIQUAL ont été utilisées pour la majorité des aliments. Le sel ajouté aux aliments par le consommateur n'a pas été pris en compte.

Pour la période allant de novembre 1994 à décembre 1998, les consommations moyennes de sel apporté par les aliments (hors sel ajouté par les sujets) sont de l'ordre de 7.5 g/jour chez les hommes et 5.5 g/jour chez les femmes. (tableau 4).

Tableau 4 : Etude SUVIMAX : moyenne des apports de sodium et de sel (hors sel ajouté) à partir de 12 enquêtes alimentaires développées entre novembre 1994 et décembre 1998 (moyenne des enquêtes)

HOMMES					
	45-49 ans	50-54 ans	55-60 ans		<i>p</i> *
Nombre de volontaires:	771	660	670		
Sodium (mg/j)					
moy (sd)	2858,6 (792,4)	2910,2 (826,3)	3050,0 (855,1)		0,0001(b,c)
min - max	611,3 - 5581,7	829,8 - 6417,5	488,2 - 6113,2		
médiane	2788,0	2855,8	2961,7		
Sel (g/j)					
moy (sd)	7,3 (2,0)	7,4 (2,1)	7,7 (2,2)		
min - max	1,6 - 14,2	2,1 - 16,3	1,2 - 15,5		
médiane	7,1	7,3	7,5		
* Test global de Fisher ; comparaisons des moyennes deux à deux par le test de Student (a) : 45-49 ans versus 50-54 ans, <i>p</i> <0,05 (b) : 45-49 ans versus 55-60 ans, <i>p</i> <0,05 (c) : 50-54 ans versus 55-60 ans, <i>p</i> <0,05					
FEMMES					
	35-44 ans	45-49 ans	50-54 ans	55-60 ans	<i>p</i> *
Nombre de volontaires:	1080	808	517	456	
Sodium (mg/j)					
moy (sd)	2147,4 (604,6)	2144,5 (648,6)	2181,0 (565,1)	2216,7 (635,5)	0,15 (c,e)
min - max	735,1 - 5026,2	794,6 - 4850,2	787,7 - 4254,3	650,0 - 4707,1	
médiane	2082,4	2087,1	2157,7	2152,4	
Sel (g/j)					
moy (sd)	5,5 (1,5)	5,4 (1,6)	5,5 (1,4)	5,6 (0,9)	
min - max	1,9 - 12,8	2,0 - 12,3	2,0 - 10,8	1,7 - 12,0	
médiane	5,3	5,3	5,5	5,5	
* Test global de Fisher ; comparaisons des moyennes deux à deux par le test de Student (a) : 35-44 ans versus 45-49 ans, <i>p</i> <0,05 (b) : 35-44 ans versus 50-54 ans, <i>p</i> <0,05 (c) : 35-44 ans versus 55-60 ans, <i>p</i> <0,05 (e) : 45-49 ans versus 50-54 ans, <i>p</i> <0,05 (f) : 45-49 ans versus 55-60 ans, <i>p</i> <0,05 (g) : 50-54 ans versus 55-60 ans, <i>p</i> <0,05					

3.2.5 Etude Nutrinet-Santé [57]

L'étude Nutrinet-Santé a été lancée en mai 2009 par le ministère de la Santé. Ce programme a pour objectif d'étudier pendant 5 ans les comportements alimentaires et les relations nutrition santé de 500000 personnes recrutées par internet.

L'analyse des 140000 premiers questionnaires de cette étude (correspondant chacun à 3 enregistrements alimentaires non-consécutifs de 24 heures) rapporte des apports alimentaires moyens en sel de 8,4 g/jour (respectivement 9,2 g/j chez les hommes et 7,6 g/j chez les femmes), comparables à ceux estimés dans ENNS. L'estimation des apports totaux en sel tient compte, comme dans ENNS, du sel provenant des aliments et du sel directement ajouté par le consommateur (à table ou à la cuisson). La part des « forts » consommateurs apparaît cependant plus faible avec 12% des hommes et 2% des femmes présentant des apports supérieurs à 12g/jour.

3.3 Les sources alimentaires de sel

De ces différentes enquêtes alimentaires, on peut non seulement avoir une estimation de la consommation moyenne de sel des Français, mais on peut également définir les principaux aliments vecteurs de la consommation de sel dans notre pays. (tableaux 5 et 6)

On retrouve ainsi dans un ordre décroissant :

- Le pain et les biscottes
- Les charcuteries
- Les fromages
- Les soupes (environ 75% de soupes faites maison et 25% de soupes toutes prêtes)
- Les plats composés
- Les snacks (pizzas, quiche, hamburgers, sandwiches ...)
- Les viennoiseries
- Les condiments et sauces
- Les pâtisseries

Ces principaux vecteurs de sel représentent plus de 80% des apports quotidiens.

Il apparaît donc indispensable que ces aliments soient ceux retrouvés dans l'auto-questionnaire « Évaluez votre consommation de sel ! ».

On peut également noter que les principaux aliments sources de sel chez les forts consommateurs sont les mêmes que ceux de l'ensemble de la population, d'où l'importance de prendre en compte la taille des portions.

Tableau 5 : Aliments vecteurs de sodium et de sel dans l'enquête Inca [55]

GROUPE D'ALIMENTS	Quantité consommée (en g/j)		Sodium consommé (en mg/j)		Sel consommé (en g/j)			
	Moyenne	P95	Moyenne	P95	Moyenne	P95	% du produit dans l'apport total en sel	% cumulé
Pain, biscuits	122,58	200,71	700	1000	1,97	4,66	25,1%	25,1%
Charcuterie	38,4	100,71	418	1090	1,83	2,76	13,1%	38,2%
Soupes *	86,37	328,57	328	1238	0,81	3,13	10,3%	48,5%
Fromages	39,25	100,71	278	758	0,69	1,91	8,8%	57,4%
Plats composés	79,62	228,57	278	818	0,67	2,06	8,5%	65,9%
Pizzas, quiches et pâtisseries salées	23,57	89,29	128	468	0,31	1,18	4,8%	69,9%
Sandwiches, casse-croûte	13,8	74,29	98	498	0,24	1,24	3,1%	73,0%
Viennoiseries	17,34	85,71	98	438	0,23	1,09	2,9%	75,9%
Condiments et sauces	9,68	24,7	98	278	0,22	0,68	2,8%	78,7%
Pâtisseries	35,82	122,43	88	268	0,2	0,67	2,6%	81,3%
Poissons	29,54	85,71	70	210	0,17	0,54	2,2%	83,4%
Biscuits	13,87	57,14	60	230	0,14	0,59	1,8%	85,2%
Lait	119,46	356,07	60	170	0,14	0,43	1,8%	87,0%
Légumes (hors pommes de terre)	122,46	256,43	60	180	0,14	0,46	1,8%	88,8%
Oeufs et dérivés	18,29	57,14	40	140	0,11	0,36	1,4%	90,2%
Viandes	59,55	138,57	40	100	0,11	0,24	1,4%	91,6%
Ultra frais laitier	75,52	223,71	40	120	0,1	0,3	1,3%	92,9%
Crustacés et mollusques	4,5	22,86	40	230	0,09	0,58	1,3%	94,2%
Pommes de terre et apparentés	63,21	150	30	120	0,09	0,32	1,1%	95,2%
Volailles et gibiers	36,95	111,86	30	90	0,08	0,24	1,0%	96,2%
Entrées	10	43,57	30	160	0,07	0,41	0,9%	97,1%
Céréales pour petit déjeuner	5,21	35,71	20	170	0,06	0,42	0,8%	97,8%
Légumes secs	10,27	42,86	10	100	0,02	0,26	0,7%	98,1%
Œufs	556,85	1234,29	10	20	0,02	0,06	0,7%	98,3%
Boissons alcoolisées	150,88	628,57	10	30	0,02	0,08	0,3%	98,6%
Extremets	24,46	95	10	40	0,02	0,1	0,3%	98,9%
Beurre	13,99	34,09	0	10	0,01	0,02	0,2%	99,0%
Margarine	3,86	9,17	0	10	0,01	0,03	0,1%	99,1%
Abats	3,22	21,43	0	20	0,01	0,05	0,1%	99,2%
Fruits	134,16	397,86	10	20	0,01	0,06	0,1%	99,4%
Glaces	5,92	32,14	0	20	0,01	0,06	0,1%	99,5%
Chocolat	3,04	15	0	10	0,01	0,03	0,1%	99,6%
Sucres et dérivés	27,94	76,07	0	10	0,01	0,03	0,1%	99,7%
BRESA	99,79	414,29	0	20	0,01	0,05	0,1%	99,9%
Boissons chaudes	73,32	400	10	30	0,01	0,09	0,1%	100,0%
Pâtes	36,09	100	0	0	0	0	0,0%	100,0%
Riz et semoule	20,79	71,43	0	0	0	0	0,0%	100,0%
Autres céréales	0,81	0	0	0	0	0	0,0%	100,0%
Huiles	2,14	8,43	0	0	0	0	0,0%	100,0%
Autres graisses	0,13	0	0	0	0	0	0,0%	100,0%
Fruits secs et graines oléagineuses	3	17,86	0	0	0	0	0,0%	100,0%
Café	200,67	600	0	0	0	0	0,0%	100,0%
Compotes et fruits cuits	10,73	57,14	0	0	0	0	0,0%	100,0%
Boissons de l'effort et substitut de repas	1,25	0,96	0	0	0	0	0,0%	100,0%
TOTAL	2416,7		3100		7,84		100,0%	

* « Soupes » = 75 % de soupes « faites maison » et 25 % de soupes toutes prêtes.

NB : BRESA : sodas, jus de fruits, boisson sans alcool, boisson au soja, ...

Tableau 6: Apports journaliers en sodium par famille d'aliments dans l'étude SU-VI-MAX [56]

	HOMMES		FEMMES	
	mg	%	mg	%
Pains et biscuits	930 mg	30,7 %	589 mg	26,5 %
Charcuteries	393 mg	13,3 %	252 mg	11,6 %
Fromages	337 mg	11,4 %	210 mg	9,5 %
Soupes *	236 mg	7,7 %	232 mg	10,2 %
Snacks (sandwiches, friands, hot-dogs, croque-monsieur, quiche, pizzas, hamburgers, ...)	130 mg	4,6 %	116 mg	5,6 %
Légumes	117 mg	4,1 %	105 mg	5,0 %
Plats composés traditionnels	96 mg	3,3 %	69 mg	3,1 %
Plats composés exotiques	33 mg	1,2 %	29 mg	1,3 %
Plats composés du commerce individuels	5 mg	0,2 %	4 mg	0,2 %
Poissons	64 mg	2,3 %	48 mg	2,3 %
Crustacés	49 mg	1,7 %	43 mg	2,0 %
Viandes	42 mg	1,5 %	29 mg	1,4 %
Volailles	27 mg	1,0 %	18 mg	0,9 %
Sauces (moutarde, ketchup, vinaigrette, sauces roquefort, béarnaise, mayonnaise, cornichons, ...)	64 mg	2,3 %	52 mg	2,5 %
Lait	56 mg	2,0 %	48 mg	2,3 %
Yaourts	44 mg	1,7 %	37 mg	2,8 %
Croisseries/biscuiteries	34 mg	1,2 %	32 mg	1,6 %
Céréales petit déjeuner	27 mg	1,0 %	30 mg	1,5 %
Amuse-gueules (olives, chips, mini-sandwiches, mini-bouffins, apéritifs, biscuits salés, cacahuètes, pistaches, amandes, noix de cajon, toasts, ...)	23 mg	0,8 %	20 mg	0,9 %

* « Soupes » = soupes faites maison (74 %) et soupes toutes prêtes (26 %).

3.4 Objectif de l'auto-questionnaire « Évaluez votre consommation de sel ! »

Dans un cadre préventif le médecin traitant devrait être en mesure d'aider ses patients à déterminer la teneur de leur consommation habituelle en sel, afin de les aider à atteindre les objectifs de Santé Publique de réduction d'une consommation excessive et donc délétère. Ceci aussi bien pour les patients hypertendus, insuffisants cardiaques ou rénaux..., pour lesquels le contrôle de la consommation de sel est essentiel, que pour tous les autres.

Malheureusement, il est impossible d'envisager une enquête nutritionnelle pour chaque patient, par manque de moyen mais surtout de temps, d'autant que la réalisation d'une enquête de consommation alimentaire s'avère très longue et délicate à réaliser, puisqu'elle impose de convertir les données sur la consommation de divers aliments en données sur les apports nutritionnels, et ce à l'aide de tables uniformes. Par ailleurs, ces méthodes sont sujettes à de nombreuses erreurs : erreurs de transcription, tables de composition des aliments incomplètes ou erronées, erreurs de codage, échantillons biaisés...[58] Les sources d'erreurs spécifiques aux apports en sodium sont liées à la difficulté d'estimer les quantités de chlorure de sodium ajoutées en cours de cuisson (notamment dans les restaurants) et à table, à la diversité de la proportion du sel ajouté en cours de cuisson qui se retrouve dans l'aliment

final, aux déperditions de service (sel laissé dans l'assiette), aux différences de teneur en sodium des produits alimentaires transformés, et à celles constatées dans la concentration en sodium de l'eau d'usage courant. La teneur en sodium des aliments transformés et de restauration revêt une importance particulière, puisqu'ils contribuent au moins pour les trois quarts aux apports en sodium du régime alimentaire typique des pays développés. En conséquence de ces sources d'erreurs, les estimations fondées sur le journal des repas, le pesage des aliments, les questionnaires de fréquence alimentaire ou le compte-rendu sur 24 heures, tendent toutes à sous-évaluer les apports en sodium par rapport aux estimations fondées sur les portions témoins ou le prélèvement des urines des 24 heures [59].

Il semble donc nécessaire de bénéficier d'un outil simple, rapide, et donc utilisable en pratique quotidienne par tous les médecins, aussi bien hospitaliers que libéraux, permettant non seulement d'estimer la consommation de sel des patients, mais aussi de déterminer leurs principaux aliments vecteurs de sel consommés. Ceci permettra aux médecins de donner des objectifs de réduction de consommation au patient, en lui demandant de manière très objective de limiter tel ou tel aliment en fonction des résultats. Il est en effet beaucoup plus concret de demander à un patient de réduire sa consommation d'après les résultats d'un test qu'il aura lui-même réalisé, plutôt que de lui dire vaguement qu'il ne faut pas resaler à table ou qu'il faut manger moins de charcuteries.

C'est donc le but de l'auto-questionnaire « Évaluez votre consommation de sel ! » (Annexe 1), d'autant qu'il n'existe à l'heure actuelle en France aucun autre outil validé et donc utilisable par les professionnels de santé répondant à ces critères. Cet auto-questionnaire (dont le contenu sera détaillé dans le chapitre *Méthodologie*) a été réalisé dans cette optique en 2011 lors d'un précédent travail de thèse par le Dr Chrystelle Robard-Martin [1]. Il avait alors été élaboré avec l'aide de Mme Jocelyne Doré, diététicienne attachée au service de cardiologie du CHU de Limoges, avec comme objectifs :

- La fiabilité du résultat pour objectif principal
- La facilité d'usage pour les praticiens aussi bien que pour les patients, avec une interprétation aisée du résultat
- La rapidité d'utilisation
- Le faible coût.

Or si l'auto-questionnaire a semble-t-il pu répondre aux trois objectifs secondaires ainsi définis, sa validation n'a pas été possible. En effet pour prouver sa fiabilité, il avait alors été comparé à l'enquête alimentaire ENACEL utilisée en Limousin. Ce logiciel ENACEL a été mis en point en 2006 par les diététiciennes du réseau de santé ICARLIM en utilisant entre autres les données du CIQUAL. Mais les résultats de cette étude retrouvaient une concordance trop faible entre les deux méthodes pour le valider et le proposer en l'état aux professionnels de santé.

Pour valider cet outil il est donc indispensable de le comparer à une méthode de référence objective et reproductible, qui ne peut être une enquête alimentaire. Ce gold-standard est dans ce cas la mesure de la natriurèse des 24 heures.

4 NATRIURESE DES 24 HEURES

4.1 Gold standard pour l'estimation du sel consommé [58] [60]

La quantité de sodium excrétée dans les urines représente la quasi-totalité du sodium ingéré et varie en fonction des apports sodés. Ainsi la seule méthode fiable pour évaluer la quantité de sodium ingérée quotidiennement est la mesure de l'excrétion urinaire de sodium sur 24 heures, soit la natriurèse. Elle présente l'avantage d'être insensible à la subjectivité caractéristique des rapports alimentaires. A partir de la natriurèse, il est possible d'estimer la quantité de sel en multipliant la quantité de sodium par un facteur de 2.54. Ce calcul tend à surestimer les apports en sel puisqu'il ne tient pas compte des apports de sodium en dehors du sel. Cependant il ne prend pas en compte les pertes digestives (limitées) et les pertes sudorales qui sont faibles en climat tempéré. On accepte ces approximations de sens contraire et on peut considérer que la natriurèse des 24 heures reflète correctement les apports en sel.

4.2 Mesure de la natriurèse des 24 heures en pratique [61]

4.2.1 Modalités pratiques de réalisation

Le recueil des urines des 24 heures doit être effectué selon la procédure suivante : le sujet vide sa vessie à une heure déterminée et l'urine est jetée. A partir de ce moment, la totalité des urines émises pendant 24 heures est recueillie dans un récipient de contenance suffisante, habituellement de deux litres. Ces urines sont conservées à température ambiante. Le dernier recueil se fait le jour suivant à la même heure, en gardant les urines de la première miction suivant le lever. Le recueil des urines est effectué sans conservateur et sans acidification. Les urines sont centrifugées avant l'analyse. Elles peuvent être conservées pendant au moins 5 jours à température ambiante.

L'excrétion urinaire de sodium est exprimée en mmol/l ou en mEq/l, ce cation étant monovalent, son expression est identique dans ces deux unités. Il n'y a pas de valeur de référence fixe, puisque le rein adapte son taux d'excrétion en fonction des besoins de l'organisme et de l'apport alimentaire. Chez le sujet normal, soumis à un régime habituel, en l'absence de diarrhées ou de sueurs abondantes, les valeurs usuelles sont comprises entre 50 et 220 mmol/l.

La diurèse des 24 heures permet de ramener ce résultat en mmol/24h.

Une fois obtenu le résultat de la natriurèse des 24 heures en mmol/24h, il suffit de diviser celui-ci par 17 pour obtenir la quantité de sel consommée en g/24h (1g de NaCl = 17mmol de Na).

4.2.2 Intérêt pratique du dosage du sodium urinaire

La concentration urinaire de sodium peut être utilisée comme une estimation de la volémie. Ainsi la natriurèse est utile en pratique dans le diagnostic différentiel de l'hyponatrémie et pour le diagnostic étiologique de l'insuffisance rénale aiguë.

Chez les sujets normaux, l'excrétion de sodium urinaire équivaut à la consommation alimentaire. Ce type de mesure peut donc être utilisé pour évaluer l'apport alimentaire en sodium des patients et ainsi apprécier l'adhésion au régime hyposodé ou sans sel prescrit à des patients hypertendus, insuffisants cardiaques ou rénaux, à condition que leur poids soit stable. Il est important de noter que le traitement diurétique ne modifie pas l'intérêt de cette mesure tant que la dose de diurétiques et l'apport sodé restent relativement constants. En effet, moins d'une semaine après l'institution d'un traitement diurétique, un nouvel état d'équilibre est atteint avec à nouveau une égalité entre les entrées alimentaires et l'excrétion urinaire de sodium. Ainsi la natriurèse n'est pas un bon paramètre de surveillance de l'efficacité d'un diurétique [62].

4.2.3 Limites de la natriurèse

Afin d'interpréter au mieux une mesure de la natriurèse des 24 heures, il semble indispensable d'avoir des informations relatives au patient, qui pourraient rendre les résultats inutilisables, et notamment :

- Un régime alimentaire particulier
- Un état d'hydratation modifié
- La prise de médicaments, en particulier de diurétiques, avec leur date d'introduction.

L'autre difficulté d'une mesure de la natriurèse des 24 heures réside dans les modalités de réalisation de celle-ci, pour obtenir l'adhésion des patients et avoir ainsi un recueil complet des urines des 24 heures. Pour avoir des résultats fiables, il faut en effet que ce recueil soit le plus complet possible. Une des façons de contrôler ceci est la mesure simultanée de la créatininémie, qui sera comparée à la créatininurie [62]. Dans la mesure où, en dehors d'un écart d'apport alimentaire carné, la créatininurie des 24 heures est une constante de l'individu fonction de sa masse musculaire, la valeur de la créatininurie des 24 heures permet de s'assurer que ce recueil a été effectué correctement. Chez l'homme cette créatininurie est de 177 à 230 $\mu\text{mol/kg/24h}$ (ou 20 à 26 en mg/kg/24h). Chez la femme, elle est de 124 à 195 $\mu\text{mol/kg/24h}$ (ou 14 à 22 mg/kg/24h). Tout recueil d'urines dont la créatininurie s'écarte de ces normes doit être éliminé et refait. Ceci est capital quel que soit le but du recueil d'urines des 24 heures : mesure de clairance, mesure de l'excrétion urinaire d'hormones, de l'urée ou des électrolytes. Il est important de souligner que ces normes d'excrétion de créatinine sont également valables au cours de l'insuffisance rénale chronique, à condition que la filtration glomérulaire soit stable sur l'intervalle d'étude (24 heures), et supérieure à 6 ml/min. En effet en-dessous de cette limite, une partie non négligeable de la créatinine est éliminée par l'intestin où elle est détruite.

La validation du recueil des urines des 24 heures étant basée sur la comparaison de la valeur mesurée de la créatininurie avec celle de la valeur attendue, il importe de garder en mémoire celle-ci en fonction du sexe et de l'âge. Pour éviter cet effort de mémoire on peut comparer la clairance de la créatinine estimée selon la formule de Cockcroft et Gault avec la clairance mesurée à partir du recueil des urines des 24 heures, ce qui permet de vérifier l'adéquation ou non de ce recueil suivant que cette clairance mesurée tombe dans les 20-30 % de l'estimation faite par la formule de Cockcroft et Gault. Quand on ne dispose pas de la créatininémie pour calculer ces clairances il suffit de se rappeler que le numérateur de la formule de Cockcroft représente la créatininurie de 1000 minutes lorsque la créatininémie est exprimée par litre (en μmol ou mg) et de 100 minutes lorsqu'elle est exprimée par décilitre (en mg selon l'habitude américaine). Pour obtenir la créatininurie attendue des 24 heures (ou 1440 minutes), il suffit de multiplier le numérateur de la formule de Cockcroft par 1.44 si la créatininémie est exprimée par litre, et par 14.4 si la créatininémie est exprimée en mg/dl . A titre d'exemple, si la créatininémie est exprimée en $\mu\text{mol}/24\text{h}$, la créatininurie attendue est alors en $\mu\text{mol}/24\text{h}$ de :

- Chez l'homme : $(140 - \text{âge}) \times \text{poids (en kg)} \times 1.23 \times 1.44 = (140 - \text{âge}) \times \text{poids (en kg)} \times 1.77$.
- Chez la femme : $(140 - \text{âge}) \times \text{poids (en kg)} \times 1.04 \times 1.44 = (140 - \text{âge}) \times \text{poids (en kg)} \times 1.5$.

Compte tenu des imprécisions de l'estimation statistique de la créatininurie des 24 heures à partir de la formule de Cockcroft, on soupçonnera un recueil incomplet si la créatininurie dosée sur la diurèse des 24 heures est de 20% inférieure à la créatininurie attendue, ou au contraire un recueil excédant 24 heures si elle supérieure de 20%.

La proposition de rejeter les recueils d'urines dont la créatininurie mesurée diffère de la créatininurie estimée à partir de la formule de Cockcroft et Gault est basée sur le fait que ces auteurs ont constaté que la différence entre la valeur estimée et la valeur mesurée de la clairance de la créatinine était inférieure à 20% chez 67% des sujets (et inférieure à 35% chez 95% des sujets).

Il convient toutefois de préciser que dans certaines circonstances particulières la masse musculaire, ajustée à l'âge et au poids, diffère grandement de la moyenne de la population générale : sportifs musclés, obésité majeure, amyotrophie pathologique, états œdémateux. Il devient alors préférable de remplacer le poids réel par le poids sec idéal compte tenu de la taille.

Les erreurs sur la mesure de la natriurèse sont essentiellement celles survenant sur le recueil des urines des 24 heures [62]. Pour les éviter, il faut bien les connaître. Il s'agit d'erreurs pratiques :

- Le sujet n'urine pas dans son bocal avant d'aller à la selle et urine lors de la défécation.
- L'urine émise n'est pas mise tout de suite dans le grand bocal et est jetée.

- L'urine correspondant à la vidange initiale de la vessie est mise dans le bocal, ce qui fait que le recueil n'est plus de 24 heures, mais de 24 + 5 à 8 heures.
- Le bocal étant plein, le sujet jette les urines des mictions ultérieures, satisfait à tort d'avoir fait son devoir alors que la période des 24 heures n'est pas terminée ; il faut donc bien se méfier au laboratoire de tout bocal arrivant plein à ras bord.
- Le mélange des urines recueillies dans le bocal avant le prélèvement pour dosage n'est pas correcte.

Certaines situations pathologiques, bien que rares, pouvant influencer sur la mesure du sodium urinaire doivent également être rappelées.

En effet, un sodium urinaire bas peut être observé chez des patients normovolémiques à l'occasion d'une ischémie rénale ou glomérulaire liée à une sténose artérielle rénale bilatérale ou à une glomérulonéphrite aiguë. Inversement un défaut de réabsorption tubulaire de sodium entraîne une natriurèse élevée malgré une déplétion volémique. Ceci est le cas notamment avec les diurétiques, l'hypoadostéronisme ou l'insuffisance rénale avancée.

Enfin le sodium urinaire peut aussi être influencé par le débit d'eau réabsorbé. Au cours du diabète insipide central où la diurèse peut atteindre 10 litres / jour, l'excrétion quotidienne de 100 mmoles correspond à une concentration urinaire de 10 mmoles/l ou moins. Inversement une réabsorption importante d'eau peut augmenter la concentration urinaire de sodium et masquer l'hypovolémie.

4.3 Les études françaises mesurant la natriurèse des 24 heures

A ce jour en France, il n'existe aucune étude représentative de la population française ayant estimé la consommation de sel à partir de la mesure de la natriurèse de 24 heures. Deux études régionales conduites respectivement chez une population de consultation hospitalière en Ile-de-France et chez une population de volontaires normo et hypertendus dans la région Languedoc-Roussillon peuvent être citées.

4.3.1 Etude réalisée en Languedoc-Roussillon (Pr A.Mimran) [63]

Cette étude porte sur 836 sujets, âgés de 18 à 75 ans dont 65% présentaient une hypertension artérielle et 35% étaient des normotendus. Les urines des 24 heures des sujets ont été collectées sur deux jours successifs. Les natriurèses des 24 heures ont été contrôlées et validées par la mesure de la créatinine. Moins de 10% des participants ont été exclus à cause d'un recueil des urines considéré comme incomplet.

Les niveaux moyens de consommation de sel retrouvés ici sont respectivement de 9.7 g/jour chez les hommes et 7.4 g/jour chez les femmes. Les résultats montrent que les femmes consomment moins de sel que les hommes. Les consommateurs au-dessus de 12 g/j représentent environ 23% des hommes et 10% des femmes. Les natriurèses en fonction du sexe n'ont pas montré de différences significatives entre les différentes tranches d'âge.

4.3.2 Etude réalisée sur une population de sujets hospitalisés (Pr J. Ménard) [64]

Dans cette étude, des données de natriurèse ont été collectées de 1976 à 1978 sur 558 sujets consultants à l'hôpital Saint Joseph suite à un diagnostic d'hypertension par leur médecin traitant. Ces patients ne présentaient pas d'insuffisance rénale et ne recevaient pas de traitement. Cette étude a été renouvelée entre 1998 et 2000 sur 401 sujets.

Un seul recueil urinaire sur 24 heures a été réalisé. Les résultats montrent une moyenne des natriurèses correspondant à respectivement 6.7 et 8 g de NaCl/24h pour les femmes et les hommes pour la période 1976 – 1978. Les sujets consommant plus de 12 g/j représentent également environ 12% pour cette période. Cependant, il faut noter que les résultats obtenus durant les périodes 1976 – 1978 et 1998 – 2000 ne permettent pas de conclure sur le fond en terme d'évolution de la situation.

5 METHODOLOGIE

5.1 Objectif principal et objectifs secondaires

L'auto-questionnaire utilisé dans ce travail a été réalisé afin de mettre à disposition des médecins et donc de leurs patients un outil simple, validé, pour aider à l'estimation de la consommation de sel au cours d'une consultation.

Ainsi l'objectif principal de cette étude est de valider cet auto-questionnaire, afin qu'il soit suffisamment fiable pour être utilisé en pratique médicale courante. Pour cela il doit être comparé à la méthode de référence choisie : la natriurèse des 24 heures. Le protocole de l'étude mise en place pour y parvenir est décrit ici. Le critère de jugement principal est la corrélation et la concordance entre les résultats obtenus par l'auto-questionnaire et les résultats des mesures des natriurèses des 24 heures.

Les objectifs secondaires pourraient être regroupés en un seul : évaluer la mise en application de l'auto-questionnaire en consultation de médecine générale. Pour qu'il soit utilisé en pratique, il faut obtenir l'adhésion des patients et des médecins. J'ai ainsi tout au long de l'étude tenté d'avoir les avis des médecins participant à sa réalisation, en recueillant par voie orale leurs remarques sur l'accueil du questionnaire et les difficultés rencontrées pour le mettre en application. J'ai également demandé l'avis écrit des patients participants en les incitant à me laisser leurs commentaires et suggestions éventuelles sur l'auto-questionnaire, en marge de celui-ci. Les critères de jugement secondaires ont donc été :

- L'accueil général du questionnaire
- Le temps de réalisation
- La facilité d'utilisation
- La facilité d'interprétation des résultats.

5.2 Présentation de l'auto-questionnaire (Annexe 1)

L'auto-questionnaire a été élaboré par le Dr Chrystelle Robard – Martin avec l'aide de Mme Jocelyne Doré, diététicienne attachée au service de cardiologie du CHU de Limoges, de façon à répondre aux critères suivants, reprenant les objectifs secondaires décrits ci-dessus :

- attrait visuel, afin d'augmenter l'adhésion des patients au test
- facilité d'utilisation et d'interprétation des résultats, pour le patient comme pour le praticien
- rapidité de réalisation (10 minutes environ)
- faible coût

Celui-ci est présenté sur une feuille A4 recto – verso.

La forme d'un auto-questionnaire a été préférée pour plusieurs raisons :

- faciliter la réalisation , avec notamment la possibilité d'être rempli en dehors du cabinet médical et donc sans contrainte de temps ;
- augmenter la fiabilité des résultats en supprimant tout regard extérieur pendant la réalisation de l'auto-questionnaire, qui pourrait gêner le patient ou influencer sur ses réponses ;
- permettre une meilleure évaluation de la taille des portions consommées, le patient pouvant lui-même les déterminer en fonction des pictogrammes visuels proposés.

5.2.1 Contenu de l'auto-questionnaire

L'auto-questionnaire est divisé en 4 parties :

- Une première partie très brève donnant quelques instructions de réalisation et invitant à utiliser une calculatrice pour faciliter le calcul final ;

Mode d'emploi: une calculatrice est recommandée

1. Cochez les cases ou remplissez d'un chiffre les pointillés selon les cas
2. Effectuez les calculs demandés
3. Reportez chaque résultat dans la grande case BLEUE
4. Faites la SOMME de tous les grandes cases BLEUES
5. Divisez le total par 12 et rajoutez 2: vous obtenez le résultat final

- La deuxième partie, essentielle et évidemment la plus longue, correspond aux différents items du questionnaire permettant d'estimer la consommation en sel des patients. Neuf items ont été choisis et sont détaillés ci-dessous ;
- La troisième partie comporte un récapitulatif des résultats obtenus aux neuf items, permettant d'une part de faciliter le calcul final, mais aussi d'autre part de visualiser rapidement les catégories d'aliments principalement responsables de l'apport en sel des patients ;

R E C A P I T U L A T I F	1. PAIN		Divisez le total par 12 puis rajoutez 2 →
	2. FROMAGES SALES		
	3. CHARCUTERIES FROIDES		
	4. CHARCUTERIES CHAUDES		
	5. PLATS CUISINES, SOUPES ET CONSERVES		
	6. PIZZAS, QUICHES, CROQUES-MONSIEURS, HAMBURGERS...		
	7. GÂTEAUX APERITIFS, CHIPS, FRUITS SECS SALES		
	8. VIENNOISERIES, PÂTISSERIES DU COMMERCE		
	9. CUBES DE BOUILLON		
	TOTAL		

- Enfin la quatrième partie permet une interprétation très rapide du résultat final, donnant d'emblée au patient son profil de consommation, de façon toujours très simple et très visuelle.

Interprétation

4-6 : consommation faible

6-8 : consommation raisonnable

8-10 : consommation excessive

> 10 : consommation très excessive

Les neuf items choisis pour évaluer la consommation de sel « caché » dans l'alimentation des patients correspondent aux principaux aliments vecteurs de la consommation de sel en France détaillés dans un chapitre précédent ; ils sont ainsi représentés sur l'auto-questionnaire :

➤ **Le pain**

Une baguette de 250g et un pain de 400g sont représentés ici. Pour chacun d'eux, le sondé estime la quantité consommée quotidiennement (rien, un quart, la moitié ou un entier), et coche la proposition qui lui semble la plus proche de la réalité. Il reporte le score correspondant au taux de sel contenu dans la portion choisie, puis multiplie le tout par 7 pour obtenir une estimation du taux de sel apporté par sa consommation hebdomadaire en pain.

1. PAIN

*Vous mangez en moyenne approximativement **PAR JOUR** (veuillez cocher les propositions qui vous semblent les plus proches de la réalité):*

<p>Baguette de 250g</p> 	<p>rien <input type="checkbox"/> 0</p> <p>un quart <input type="checkbox"/> 2</p> <p>la moitié <input type="checkbox"/> 4</p> <p>une entière <input type="checkbox"/> 8</p>	+	<p>Pain de 400g</p> 	<p>rien <input type="checkbox"/> 0</p> <p>un quart <input type="checkbox"/> 4</p> <p>la moitié <input type="checkbox"/> 8</p> <p>un entier <input type="checkbox"/> 16</p>	= × 7 =	=
<div style="border: 2px solid blue; width: 40px; height: 20px; display: inline-block;"></div>						

NB : Le score attribué pour chaque case est multiplié par deux pour des facilités de calcul. Cette multiplication est valable pour tous les items du questionnaire, le calcul final rétablissant le compte correct.

➤ **Les fromages salés**

Deux portions de taille différentes sont représentées ici, une plus grande et une plus petite, pour chacun des trois pictogrammes de fromages. Le patient choisit tout d'abord la portion correspondant le plus à ce qu'il consomme habituellement. Puis il en estime la fréquence de consommation hebdomadaire. Il multiplie alors par le score indiqué, correspondant comme précédemment au taux de sel contenu dans le produit en fonction de la portion choisie, et additionne le tout.

4. CHARCUTERIES CHAUDES

Taille moyenne de vos portions

<input type="checkbox"/>			Petit salé	Vous en mangez tous les jours	..... fois/ jour en moyenne	× 14 =
				ou		
				Vous en mangez moins souvent mais au moins une fois par semaine	..... fois/ semaine en moyenne	× 2 =
<hr/>						
<input type="checkbox"/>			Petit salé	Vous en mangez tous les jours	..... fois/ jour en moyenne	× 28 =
				ou		
				Vous en mangez moins souvent mais au moins une fois par semaine	..... fois/ semaine en moyenne	× 4 =
						<input type="text"/>

➤ Les plats cuisinés, soupes et conserves

Le patient doit indiquer la fréquence de sa consommation hebdomadaire de ce type de produits. On considère que chaque portion contient 2g de sel, donc on multiplie le nombre de portions prises par semaine par 4.

5. PLATS CUISINES, SOUPES ET CONSERVES

					<i>Vous en mangez en moyenne approximativement</i> fois par semaine	× 4 =	<input type="text"/>
---	---	---	---	---	--	------------------------	-------	----------------------

➤ Les pizzas, quiches, croquemonsieurs, sandwiches, hot-dogs, hamburgers ...

Comme précédemment, chaque part de ces produits contient environ 2g de sel. Ainsi le patient en évalue la fréquence de sa consommation hebdomadaire et la multiplie par 4.

6. PIZZAS, QUICHES, CROQUE-MONSIERS, SANDWICHES, HOT-DOGS, HAMBURGERS...

						<i>Vous en mangez en moyenne approximativement</i> part(s) par semaine	× 4 =	<input type="text"/>
---	---	---	---	---	---	--	---------------------------	-------	----------------------

➤ Les gâteaux apéritifs, chips, fruits secs salés

Trois portions-types de ces produits sont illustrés ici, chacune correspondant à une poignée d'aliments et contenant environ 1g de sel. On multiplie donc le nombre de portions consommées par semaine par 2.

7. GATEAUX APERITIFS, CHIPS, FRUITS SECS SALES



Vous en mangez en moyenne approximativement

..... fois par semaine $\times 2 =$

➤ Les viennoiseries et pâtisseries du commerce

Chacun de ces aliments contient en moyenne 1g de sel. Le patient estime à nouveau la fréquence hebdomadaire de consommation de ce type de produits et la multiplie par 2.

8. VIENNOISERIES, PATISSERIES DU COMMERCE



Vous en mangez en moyenne approximativement

..... part(s) par semaine $\times 2 =$

➤ Les cubes de bouillon

Il a été décidé d'inclure cette catégorie à l'auto-questionnaire du fait de l'importante quantité de sel qu'ils contiennent. En effet un cube de bouillon contient environ 5g de sel. Le patient estime le nombre de cubes qu'il utilise chaque semaine, le multiplie par 10 puis divise le résultat par le nombre de personnes à table afin d'obtenir la quantité consommée individuellement, puisque les plats préparés avec ces aides culinaires sont le plus souvent partagés par toute la famille.

9. CUBES DE BOUILLON



Vous en utilisez en moyenne approximativement

..... cubes par semaine $\times 10 \div$ nombre de convives $=$

5.2.2 Le calcul final

A la fin de l'auto-questionnaire, le patient doit faire la somme des résultats de chaque rubrique, diviser le total par 12 puis rajouter 2 pour obtenir l'estimation de ses apports quotidiens en sel.

En effet la première somme retrouvée correspond à la consommation évaluée sur 7 jours, avec des scores qui avaient été multiplié par 2 pour des raisons pratiques comme expliqué précédemment. Il faudrait donc diviser ce premier résultat par 14 pour avoir la consommation quotidienne.

Mais il a été décidé d'apporter un facteur correcteur pour tenir compte du reste des aliments préparés consommés apportant du sel et qui n'apparaissent pas dans le questionnaire, ainsi que l'apport de la salière. Ainsi on divise le résultat obtenu par 12 et non par 14 afin d'inclure ce facteur correcteur.

Enfin on rajoute 2, correspondant à une part fixe de 2g de sel par jour pour tenir compte du sel naturellement présent dans les aliments (on considère qu'ils apportent ainsi 1.5 g de sel par jour), ainsi que du sel des sauces et condiments (correspondant à environ 0.5 g de sel par jour).

5.3 La réalisation de l'auto-questionnaire en pratique

Le questionnaire a été distribué aux patients lors de consultations, soit avec leur médecin généraliste, soit avec leur médecin néphrologue. Il leur a alors été demandé de remplir celui-ci seul, à leur domicile, le jour où ils ont réalisé le recueil des urines des 24 heures, puis de le redéposer à leur médecin une fois rempli.

L'auto-questionnaire a été accompagné d'une feuille A4 agrafée à ce dernier (Annexe 2), sur laquelle le patient devait remplir quelques informations à son sujet :

- Nom et prénom afin de pouvoir retrouver de façon plus simple les résultats des auto-questionnaires correspondant aux résultats des natriurèses.
- Sexe, utile à préciser en cas de prénom mixte
- Date de naissance
- Médicaments consommés habituellement

Par ailleurs une partie de cette feuille a été réservée pour que les patients puissent exprimer leurs impressions sur l'auto-questionnaire, le temps nécessaire pour sa réalisation, dans le but de répondre aux critères de jugement secondaires.

Enfin ils ont pu y trouver des conseils quant à la réalisation pratique du recueil des urines des 24 heures, qui seront détaillés ci-dessous.

5.4 Les conditions pratiques de la mesure de la natriurèse des 24 heures

Pour que l'étude soit fiable, l'élément essentiel est que la mesure de la natriurèse et donc le recueil des urines des 24 heures soient le plus exacts possibles. J'ai ainsi demandé conseils au Dr Leymarie, médecin biologiste au laboratoire Leymarie à Brive-la-Gaillarde.

Il m'a tout d'abord indiqué que tous les laboratoires d'analyses médicales utilisaient la même méthode pour la mesure de la natriurèse des 24 heures. Celle-ci est entièrement automatisée après centrifugation des urines. Ceci a permis de réaliser l'étude dans tout le Limousin sans contrainte géographique quant au choix du laboratoire d'analyses. Les patients pouvaient donc faire l'analyse dans le laboratoire de leur choix, ce qui facilitait leur adhésion à l'étude. Les résultats fournis par le laboratoire indiquent la diurèse des 24 heures en ml puis la natriurèse en mmol/l et en mmol/24 heures. Pour obtenir ce résultat en grammes de sodium par 24 heures afin de la comparer simplement aux résultats de l'auto-questionnaire, il suffit de diviser ce chiffre par 17 (1g NaCl = 17 mmol Na).

Il m'a ensuite fourni des informations sur les conditions pratiques de réalisation du recueil des urines des 24 heures. Celui-ci se fait dans un « bocal » fourni au patient par le laboratoire, sans aucun conservateur, d'une contenance de 2 litres. Si ce récipient n'était pas suffisant pour le recueil sur 24 heures, le patient peut utiliser le contenant de son choix pour poursuivre la conservation de ses urines. Le Dr Leymarie a en effet bien insisté sur le fait que le plus important est que le recueil des urines des 24 heures soit complet pour obtenir une natriurèse exacte. Pour cela, il m'a conseillé de bien insister auprès des patients afin qu'ils débutent le recueil le matin après avoir jeté les urines de la première miction au réveil. A partir de cet instant, ils doivent conserver toutes leurs urines jusqu'au lendemain matin à la même heure. Il a été constaté que cette méthode permet de limiter les erreurs, les pertes et donc d'avoir le volume réel de la diurèse des 24 heures. D'après plusieurs études réalisées récemment, les urines peuvent être conservées à température ambiante et même pendant plusieurs jours à domicile sans incidence sur le résultat de la natriurèse, ce qui semble rendre le recueil plus simple à effectuer.

Malheureusement, il n'existe aucun moyen de savoir a posteriori si le recueil des urines est bien complet. C'est pourquoi il était primordial que les patients adhèrent à l'étude et réalisent donc correctement ce recueil, en s'aidant des informations fournies sur la feuille accompagnant l'auto-questionnaire. (Annexe 2)

5.5 Taille de l'échantillon et recrutement des patients

Dès le début de ce travail, il avait été décidé de recruter deux populations distinctes et donc de diviser cette étude en deux bras :

- un bras où les patients sont recrutés lors de consultations spécialisées de néphrologie au CHU de Limoges
- et un bras où les patients sont recrutés en consultation de médecine générale libérale. Afin de faciliter ce recrutement en médecine générale, une quinzaine de médecins généralistes ont été sollicités pour participer à l'étude et au recrutement, en leur demandant pour chacun de recruter trois patients.

Cette division de l'étude en deux bras avait notamment pour objectif de comparer les résultats de deux populations dont les connaissances sur le sel dans l'alimentation semblaient différentes. En effet à priori les patients suivis en néphrologie devraient être éduqués ou au moins plus sensibilisés aux effets d'un excès de sel dans l'alimentation, et devraient donc être plus aptes à en estimer leur consommation habituelle. Ainsi on pourrait s'attendre à une meilleure corrélation entre les résultats estimés par l'auto-questionnaire et les résultats mesurés par natriurèse dans le bras néphrologie que dans le bras médecine générale.

Ces deux bras d'étude permettaient également d'élargir le recrutement et donc le nombre de patients participants à l'étude.

Après avis de Mr Dalmay, biostatisticien, la taille de l'échantillon nécessaire au déroulement de l'étude a été fixée à 50 patients au minimum dans chaque bras.

A pu participer à l'étude, tout patient âgé d'au moins 18 ans.

Le seul critère d'exclusion était l'introduction récente, datant de moins de quinze jours, de tout médicament pouvant influencer sur le résultat de la natriurèse des 24 heures, soit essentiellement les médicaments diurétiques et antihypertenseurs.

Cependant il a été demandé à tous les médecins recruteurs participants d'inclure des patients dont l'observance quant à la réalisation de l'étude semblait pouvoir être optimale.

5.6 Protocole de l'étude

Il s'agit d'une étude prospective.

5.6.1 Bras « néphrologie »

L'étude a été réalisée dans le service de néphrologie du CHU de Limoges grâce à l'aide du Pr Essig. Les patients ont été recrutés lors de consultations spécialisées de néphrologie. Une natriurèse des 24 heures ainsi qu'une créatininurie leur ont été prescrites au cours de la consultation avec leur néphrologue. Les auto-questionnaires ont été distribués par les infirmières de la consultation de néphrologie. Il a été demandé aux patients de remplir l'auto-questionnaire à leur domicile, le jour de la réalisation du recueil d'urines des 24 heures, puis de le renvoyer dans le service de néphrologie. Le recrutement s'est déroulé du 1^{er} juin au 2012 au 21 septembre 2012.

5.6.2 Bras « médecine générale »

Les médecins participant ont été sollicités au mois de juin 2012. Ainsi le recrutement des patients s'est effectué du 15 juin au 15 septembre 2012.

Il a été remis à chaque médecin participant trois auto-questionnaires. Ils étaient donc chargés de recruter si possible trois patients chacun, leur expliquer brièvement l'étude et ses modalités, leur distribuer l'auto-questionnaire, leur fournir une ordonnance pour la natriurèse des 24 heures, puis recueillir les auto-questionnaires une fois remplis et les résultats des natriurèses.

Pour optimiser le déroulement de l'étude, une lettre informative a été remise à tous les médecins ayant accepté d'y participer, expliquant brièvement le but et la réalisation de celle-ci, et indiquant le critère d'exclusion ainsi que les explications à fournir aux patients lors de la remise de l'auto-questionnaire et de l'ordonnance de natriurèse des 24 heures. Il pouvait également y trouver mes coordonnées, pour tout renseignement complémentaire ou remarque.

Une enveloppe timbrée et pré-remplie à mon adresse leur a été fournie afin de me renvoyer les auto-questionnaires et les résultats des natriurèses recueillis.

5.7 Analyse statistique [65-66]

Les résultats des variables quantitatives (âge, auto-questionnaire, natriurèse), sont présentés sous la forme moyenne \pm écart-type, minimum, maximum et médiane. Ceux des variables qualitatives comme le sexe et le groupe sont exprimés en fréquence et pourcentage.

Les distributions des variables quantitatives ont été comparées par des **tests t de Student** pour séries appariées (lorsque la distribution suivait une loi normale). On va donc comparer pour chaque groupe d'étude les apports sodés quotidiens moyens mesurés par la natriurèse et estimés par l'auto-questionnaire.

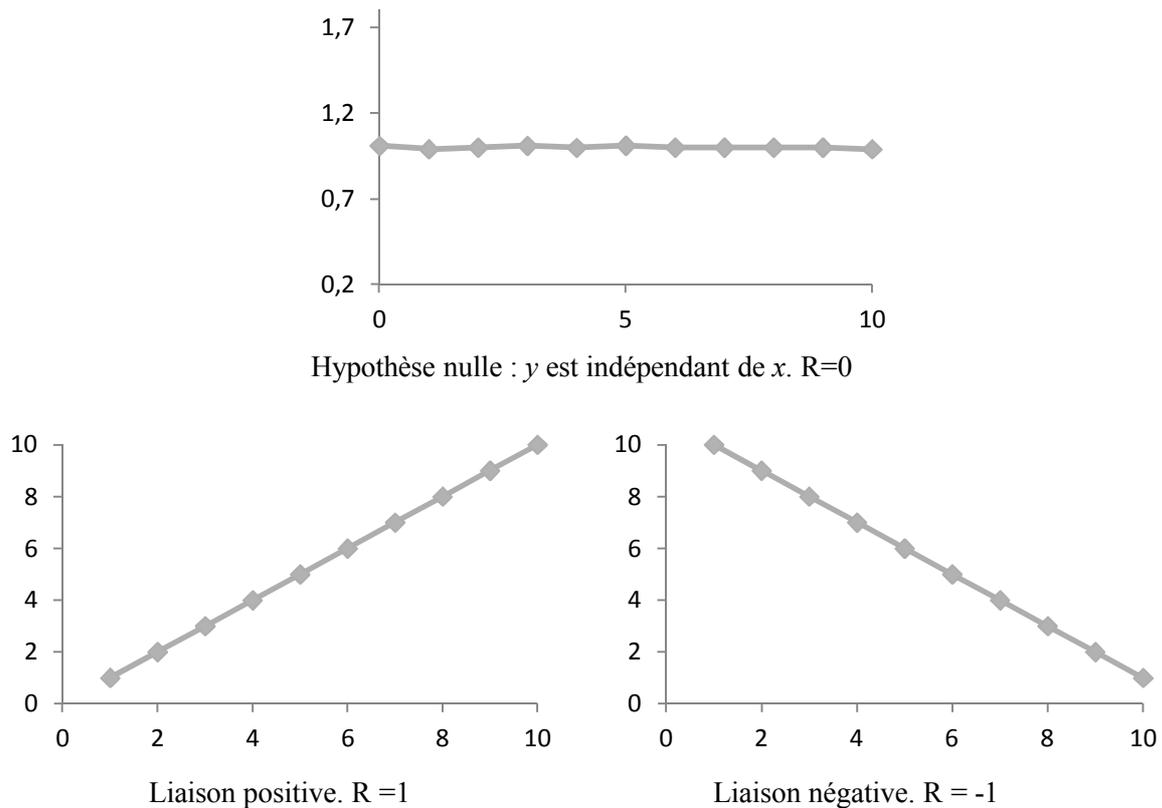
Ces comparaisons, lorsque cette loi normale n'était pas vérifiée, ont été réalisées par des **tests non-paramétriques de Mann-Whitney** pour séries non-appariées en vue de comparer des variables quantitatives non-appariées, ce qui est notamment le cas pour comparer l'âge moyen des différents groupes, mais aussi pour comparer les apports sodés moyens mesurés ou estimés en fonction du sexe.

Le **test de corrélation** est utilisé pour savoir si à un moment donné deux variables quantitatives x et y sont indépendantes l'une de l'autre ou liées. Si les variables sont indépendantes il y aura en moyenne la même valeur quelque soit x et inversement. La courbe qui représente les variations de la valeur moyenne en fonction de x est appelée courbe de régression de y en x . Lorsque ces deux variables quantitatives sont liées et que la relation entre elles est linéaire, on appelle ce modèle la **régression linéaire**. Il en résulte le modèle statistique simple de la droite de régression linéaire dont l'équation s'exprime sous la forme $y = b + a(x)$, où b est une constante appelée ordonnée à l'origine car elle représente la valeur de y lorsque x est égal à 0 et a quantifie l'amplitude des variations de y en fonction de celles de x : c 'est la pente de la droite.

L'hypothèse nulle est la suivante : y est indépendant de x et dans ce cas $y = f(x)$ est une droite horizontale (figure 21). La pente de la droite observée fluctue autour de zéro. Si l'écart entre la pente et zéro est trop grand, on rejettera l'hypothèse nulle et on conclura que x et y sont liées. Pour juger de l'écart entre l'horizontale et la droite, et donc savoir si cette liaison est linéaire, on calcule un **coefficient de corrélation R**. Celui-ci estime la force d'association entre les deux variables. Il est toujours compris entre -1 (pente négative) et +1 (pente positive). Plus R est proche de +1 ou de -1, plus la liaison entre x et y sera grande. S'il est compris entre 0,8 et 1, la force d'association entre les deux variables est importante ; entre 0,5 et 0,8 elle est modérée ; entre 0,2 et 0,5, elle est faible, et très faible en-dessous.

On parle de corrélation lorsque les deux variables de par leur nature et leur distribution sont entièrement aléatoires, ce qui est le cas dans notre étude pour les valeurs mesurées par la natriurèse et les valeurs estimées par l'auto-questionnaire. Nous n'en contrôlons aucune des deux.

Figure 11 : Exemples de courbes de régression de y en x



Une analyse de corrélation entre les valeurs estimées à l'auto-questionnaire et les mesures de natriurèses a donc été réalisée. On a d'abord vérifié la liaison et donc la présence d'une corrélation entre ces deux variables et sa significativité. On a ensuite réalisé le graphe de régression qui permet à la fois de voir le nuage de points, le sens de variation de la droite et la dispersion autour de la droite. On trace donc sur celui-ci la droite de régression en vue de rechercher une liaison linéaire entre les deux variables, c'est-à-dire avec une pente éloignée le plus possible de l'horizontale. On a ensuite calculé le coefficient de corrélation R . Une valeur de R ici proche de 1 signifierait une bonne superposition des deux valeurs. La valeur de R est la même que l'on étudie les variations de y en fonction de x ou de x en fonction de y , puisque les deux variables sont aléatoires.

Le seuil de significativité choisi pour l'ensemble des analyses statistiques est de 0.05.

La **concordance** a pour but d'apprécier s'il y a similitude ou non entre deux informations se rapportant au même sujet. Les tests statistiques (comme l'analyse de corrélation), permettent de savoir si une différence entre deux résultats est significative ou non. Autrement dit, ils apprécient l'association qui peut exister entre différentes variables. Mais ils ne permettent pas pour autant d'apprécier une concordance. La concordance implique nécessairement l'existence d'une liaison c'est-à-dire que les données soient appariées, mais la réciproque

n'est pas vraie. Aucun des résultats ou jugements soumis à l'analyse n'est considéré comme supérieur à l'autre (aucun des deux ne sert de référence pour l'autre). Cette double évaluation appliquée à chaque objet implique donc un appariement dans lequel le point commun est l'objet soumis au jugement.

Bland et Altman ont développé une technique descriptive simple pour mettre en évidence la concordance entre deux mesures cliniques imparfaites [67]. L'idée est assez simple : la mesure la plus simple de la discordance entre les deux observations est la différence ; il suffit donc de calculer la différence entre toutes les paires d'observation. Ensuite, on calcule la moyenne (δ) et l'écart-type (SD) des différences. La **différence moyenne (δ)** est une mesure du biais entre les deux observations et **l'écart-type (SD)** est une mesure de la variation entre les deux observations. Finalement, parce que la plupart des observations sont toutes également correctes (ou mauvaises), notre meilleure estimation de la vraie valeur de la variable mesurée est la moyenne des deux observations différentes. Dès lors il est possible de fixer deux **seuils de limite de concordance**, arbitrairement représentés par $\delta \pm 1.96 \text{ SD}$. Ces limites englobent l'intervalle dans lequel sont comprises 95% des différences. En fonction de l'étendue de cet intervalle, on peut déterminer si les deux méthodes de mesure sont interchangeables. Même s'il apparaît évident que des limites plus étroites traduisent une meilleure concordance, il convient dans tous les cas de se replacer dans le contexte clinique et d'estimer si ces limites sont acceptables en pratique.

Un graphe de Bland et Altman a été réalisé dans notre étude pour évaluer la concordance entre les deux méthodes d'évaluation de la consommation de sel : l'axe des ordonnées représente la différence entre les deux mesures effectuées (auto-questionnaire - natriurèse) et l'axe des abscisses représente la moyenne de ces deux mesures (auto-questionnaire + natriurèse / 2). Dans l'hypothèse d'une concordance parfaite entre les scores des auto-questionnaires et les natriurèses, la somme des différences arithmétiques entre les valeurs devrait être nulle. On définit ainsi le « biais » de notre étude comme la moyenne des différences, qui représente la moyenne de l'écart systématique des scores de l'auto-questionnaire par rapport aux natriurèses (droite horizontale centrale). Ensuite l'intervalle de confiance de la différence des mesures est calculé et les deux seuils de limite de concordance sont représentés par deux droites horizontales sur le graphique. Ceci va permettre de statuer sur la concordance entre les scores des auto-questionnaires et les natriurèses.

Le logiciel utilisé est SAS 9.1.3 (SAS Institute, Cary, USA).

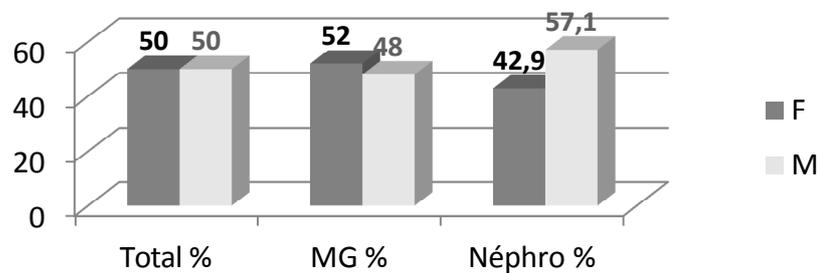
6 RESULTATS

6.1 Description de la population d'étude

L'étude a inclus 64 sujets. 50 d'entre eux ont été recrutés dans le groupe Médecine Générale, ce qui était fixé comme objectif initial, et uniquement 14 dans le groupe Néphrologie. En effet la majorité des patients recrutés dans le service de néphrologie n'ont malheureusement pas renvoyé leur questionnaire et n'ont donc pas pu être inclus dans l'étude.

On retrouve au total autant d'hommes que de femmes. Les résultats détaillés pour chaque groupe sont illustrés par la figure 12.

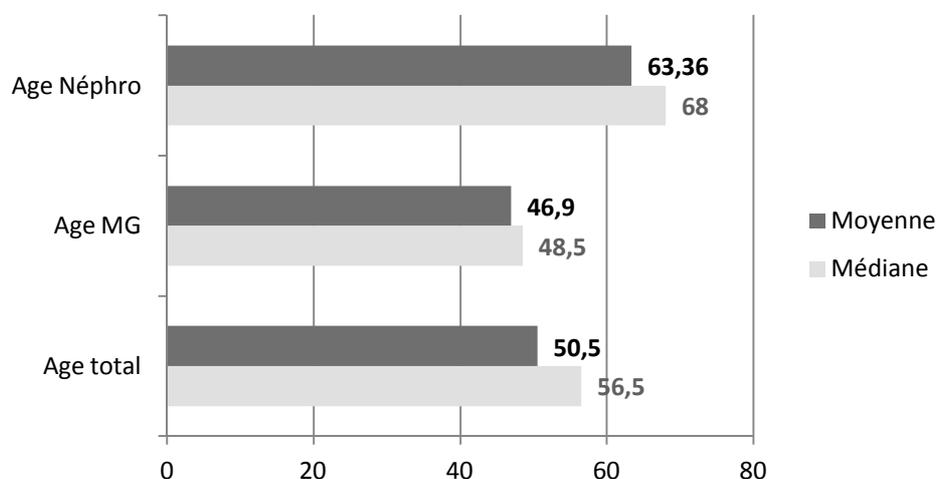
Figure 12 : Distribution en fréquence pour le sexe (résultats exprimés en pourcentages)



F = femmes ; H = hommes ; MG = groupe Médecine Générale ; Néphro = Groupe Néphrologie

Les 64 participants sont âgés entre 23 et 86 ans avec une moyenne d'âge à 56.5 ans. Les populations des deux groupes, dont les données sont présentées sur la figure 13, ont ensuite été comparées à l'aide d'un test de Mann-Whitney.

Figure 13 : Distribution selon l'âge



Le test de Mann-Whitney donne un $p = 0.0016$; il existe donc une **différence significative au niveau de l'âge entre les deux groupes**, la population de néphrologie étant plus âgée que la population de médecine générale. Ceci **empêche donc de faire des comparaisons intergroupes**, d'autant que l'effectif du groupe néphrologie est de 14 contre 50 attendus initialement.

6.2 Résultats sur la population totale

Tous les résultats détaillés pour chaque patient sont présentés sous forme d'un tableau en **Annexe 4**.

Les statistiques descriptives des 64 patients sont présentées dans le tableau 14. Les résultats des natriurèses et des auto-questionnaires sont exprimés en g/24h.

6.2.1 Comparaison des résultats de l'auto-questionnaire et des natriurèses pour le groupe total (tableau 7)

Tableau 7 : Apports sodés évalués par l'auto-questionnaire et mesurés par les natriurèses de la population totale (en g/24h)

	Moyenne	Dév. Std	Nombre	Minimum	Maximum	Médiane
Natriurèse	7,873	3,105	64	1,88	16,9	7,385
AQ	7,78	2,837	64	2,83	16	7,285

AQ = auto-questionnaire ; Dév.Std = déviation-standard

Pour comparer les résultats de l'auto-questionnaire et des natriurèses, les variables suivant une loi normale et $N = 64$, le test t de Student (test paramétrique pour séries appariées) est ici utilisé. Il ressort de celui-ci qu'il **n'y a pas de différence significative entre les valeurs estimées par l'auto-questionnaire et les valeurs mesurées de natriurèse** pour la population totale de l'étude. **L'écart moyen est de 0.093 g/24h**, avec un $p=0.8188$.

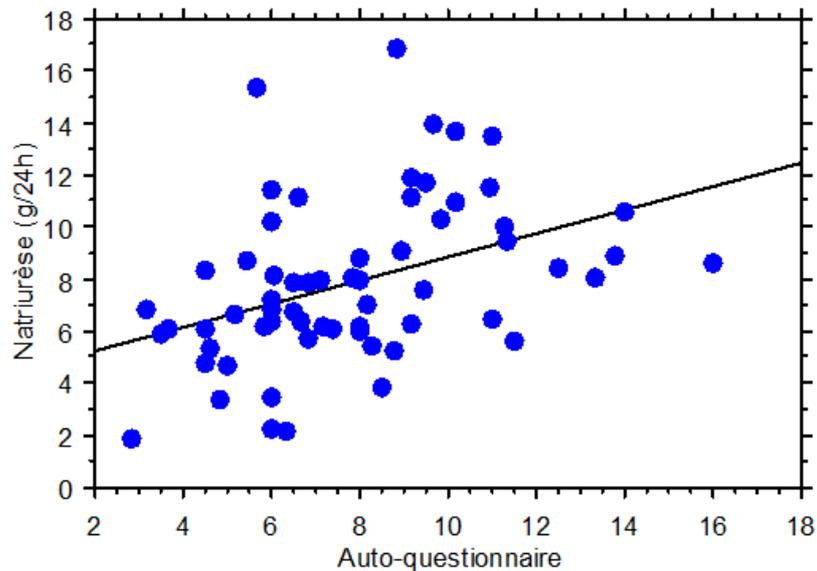
6.2.2 Recherche de corrélation et graphe de régression pour le groupe total

Il s'agit de comparer deux variables quantitatives recueillies chez le même individu. On recherche une corrélation entre une valeur estimée, l'auto-questionnaire, et une valeur de référence, la natriurèse des 24 heures. Un test de corrélation a donc été réalisé. Celui-ci montre **une corrélation entre les valeurs estimées à l'auto-questionnaire et les mesures de natriurèses**, avec un $p=0.0007$.

Une relation linéaire entre natriurèse des 24h et auto-questionnaire a ensuite été recherchée en traçant le graphe de régression (la régression étant une méthode pour l'analyse de données quantitatives utilisée pour établir une liaison entre deux variables quantitatives sous forme d'un modèle).

Celui-ci est représenté sur la figure 14.

Figure 14 : Graphe de régression pour le groupe total



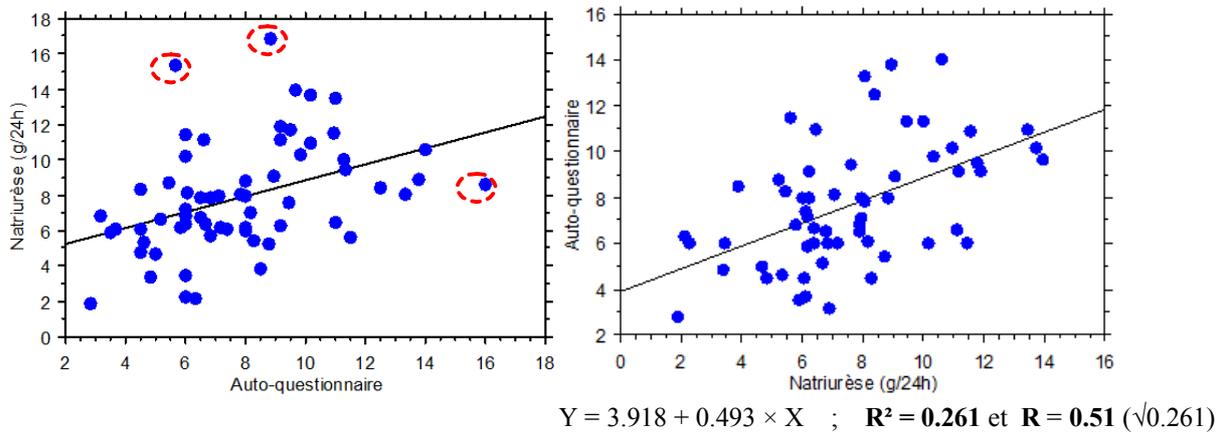
$$Y = 4.339 + 0.454 \times X \quad ; \quad R^2 = 0.172 \quad \text{et} \quad R = 0.41 (\sqrt{0.172})$$

$R^2 = 0.172$ signifie que seulement 17% des variations de la variable dépendante sont expliqués par le modèle de régression et que 83% restent par conséquent inexpliqués.

R se situant entre 0.2 et 0.5, **la force d'association entre les deux variables est faible**. Ainsi il existe bien une relation entre les mesures de natriurèse et les résultats estimés de l'auto-questionnaire, mais **cette relation n'est pas linéaire**.

Le nuage de points et leur dispersion autour de la droite expliquent ce résultat. Dans l'idéal, tous nos points devraient se situer sur ou directement autour de cette droite. On observe notamment trois points particulièrement éloignés de la droite. Si on supprimait ces trois points, on obtiendrait un facteur de corrélation de 0.51, donc une force de corrélation modérée (figure 15).

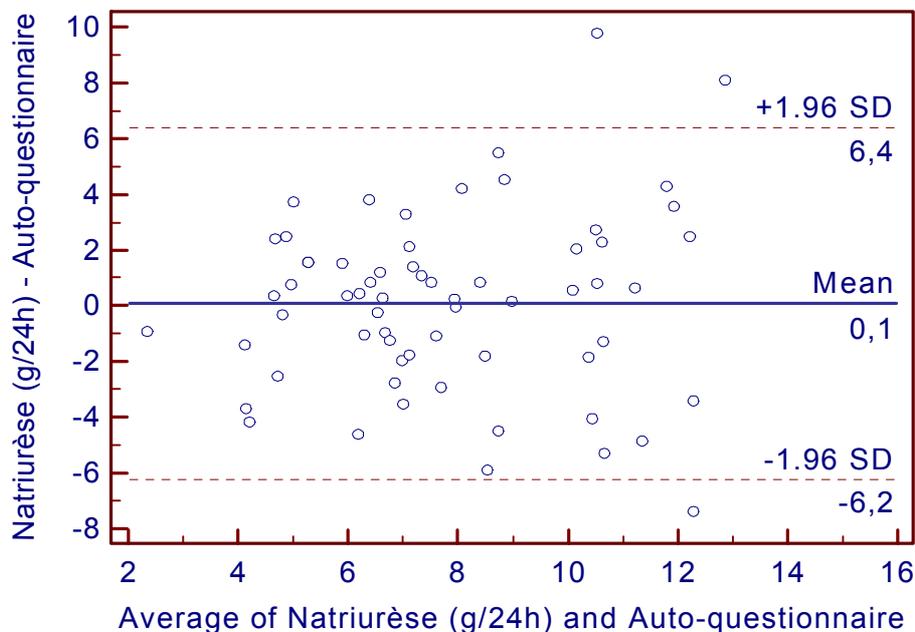
Figure 15 : Graphe de régression pour le groupe total, dans l'hypothèse où l'on retire les trois points les plus éloignés de notre droite de régression initiale.



6.2.3 Recherche de concordance et graphe de Bland-Altman

Si on considère qu'aucune méthode utilisée pour estimer le sel consommé n'est parfaite, on peut réaliser un graphe de Bland-Altman pour évaluer la concordance entre les valeurs estimées par l'auto-questionnaire et par les natriurèses (figure 16). La méthode d'analyse de concordance consiste à étudier l'écart existant au sein des couples de valeurs de la même grandeur obtenus par deux méthodes différentes. Cette méthode est l'outil adapté pour l'appréciation clinique d'une nouvelle technique de mesure (auto-questionnaire) par rapport à une technique utilisée en référence (mesure de la natriurèse des 24h).

Figure 16 : Graphe de Bland-Altman pour le groupe total



Mean = δ = moyenne des différences = 0.0511 g/24h (arrondie à 0.1 dans le graphe)

SD = écart-type des différences = 3.20 g/24h

Limites d'agrément : ± 1.96 SD soit $\pm 1.96 \times 3.20 = \pm 6.272$ (arrondies à 6.3)

Limite de concordance inférieure = -6.2 g/24h et limite de concordance supérieure = 6.4g/24h

La moyenne des différences est égale à **0.0511 g/24h** (arrondie à 0.1 dans le graphe). Le biais entre nos deux méthodes d'évaluation est ainsi quasiment nul. Mais l'intervalle entre les limites d'agrément est étendu, avec une différence entre deux mesures pouvant atteindre **6.3 g/24h**. **La concordance entre les deux méthodes d'évaluation est donc faible.**

En comparaison avec la thèse de Chrystelle Robard-Martin, la moyenne des différences est beaucoup moins élevée. On ne peut donc pas dire qu'une méthode d'évaluation est meilleure que l'autre ici. Cependant les limites de concordance sont plus éloignées.

A noter que nous retrouvons les trois points les plus éloignés de la courbe de régression dans l'analyse de corrélation. Ici ils correspondent aux trois points qui se situent en dehors de l'intervalle de confiance.

6.3 Résultats du groupe Médecine Générale

Ce groupe se compose de 50 sujets, objectif initialement fixé. Pour y parvenir, devant les difficultés rencontrées par les médecins généralistes, malgré leur implication, pour recruter les patients et obtenir leur adhésion au protocole de l'étude, j'ai dû faire appel à de nombreuses personnes de mon entourage. Ceci m'a aidé pour apprécier les critères de jugement secondaires, puisque j'ai pu ainsi recueillir plus facilement leurs impressions sur le questionnaire. Par ailleurs, ceci a peut-être permis d'augmenter la fiabilité des résultats, du fait d'une meilleure adhésion de ces sujets à l'étude.

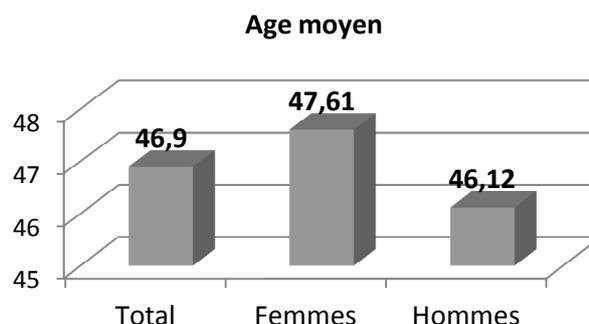
6.3.1 Description de la population du groupe Médecine Générale

Le groupe est composé de 26 femmes et 24 hommes. L'âge moyen est de 46.9 ans, avec un minimum de 23 ans et un maximum de 83 ans.

Afin de comparer les résultats entre les hommes et les femmes dans ce groupe, il faut s'assurer qu'il n'y pas de différence statistique au niveau de l'âge entre les deux sexes.

Les statistiques descriptives de cette comparaison sont présentées sur la figure 17.

Figure 17 : Distribution de l'âge selon le sexe dans le groupe MG



Le test de Mann-Whitney pour séries non-appariées donne un **p=0.8535**. Il n'existe donc **pas de différence significative au niveau de l'âge**. Des comparaisons entre les deux sexes sont donc réalisables dans le groupe Médecine Générale.

6.3.2 Comparaison des résultats des auto-questionnaire et des natriurèses dans le groupe Médecine Générale (tableau 8)

Tableau 8 : Apports sodés quotidiens évalués par l'auto-questionnaire et mesurés par la natriurèse dans le groupe Médecine Générale (en g/24h)

	Moyenne	Dév. Std	Nombre	Minimum	Maximum	Médiane
AQ	8,205	2,808	50	3,66	16	7,915
Natriurèse	8,157	3,045	50	2,12	16,9	7,94

Pour cette comparaison univariée de l'auto-questionnaire et de la natriurèse, les variables suivent une loi normale et $N = 50$; le test t de Student (test paramétrique pour séries appariées) peut donc être utilisé. Il ressort de celui-ci qu'il **n'y a pas de différence significative entre les valeurs estimées par l'auto-questionnaire et les valeurs mesurées de natriurèse**. L'écart moyen est de **0.048 g/24h**, avec un **p=0,9159**.

On remarque que, contrairement à ce que l'on pourrait attendre au vu des résultats des études similaires, les apports sodés quotidiens moyens estimés par l'auto-questionnaire sont supérieurs à ceux mesurés par la natriurèse des 24h. Le questionnaire ne semble donc pas sous-estimer les apports en sel, contrairement à de nombreuses enquêtes alimentaires. Cependant l'écart moyen est effectivement très faible et ceci ne se retrouve pas dans l'étude de la population totale. Il sera intéressant de vérifier ceci en fonction du sexe, puisqu'il apparaît que cette sous-estimation est souvent plus significative pour les femmes.

6.3.3 Comparaison des résultats du groupe Médecine Générale en fonction du sexe

Dans un premier temps, nous pouvons comparer les résultats d'une part des auto-questionnaires (tableau 9), et d'autre part des natriurèses (tableau 10), entre les femmes et les hommes. Comme dans toutes les études d'évaluation de la consommation quotidienne de sel, que ce soit par enquête alimentaire ou par mesure de la natriurèse, nous devrions retrouver une différence significative entre les résultats des deux sexes.

Tableau 9 : Apports sodés journaliers mesurés par la natriurèse dans le groupe MG selon le sexe (en g/24h)

	Natriurèse Total	Natriurèse Femmes	Natriurèse Hommes
Moyenne	8,157	6,788	9,641
Dév.std	3,045	2,454	2,965
Nombre	50	26	24
Minimum	2,12	2,1	5,59
Maximum	16,9	11,47	16,9
Médiane	7,94	6,325	8,765

Le test de Mann-Whitney utilisé ici mets en évidence une différence entre les valeurs mesurées de la natriurèse entre les femmes et les hommes, avec un **p=0.0011**.

La natriurèse des hommes est significativement plus élevée que celle des femmes dans le groupe Médecine Générale.

Tableau 10 : Apports sodés journaliers estimés par l'auto-questionnaire dans le groupe MG selon le sexe (en g/24h)

	AQ Total	AQ Femmes	AQ Hommes
Moyenne	8,205	6,971	9,542
Dév.std	2,808	2,333	2,7
Nombre	50	26	24
Minimum	3,6	3,66	6
Maximum	16	14	16
Médiane	7,915	6,585	9,85

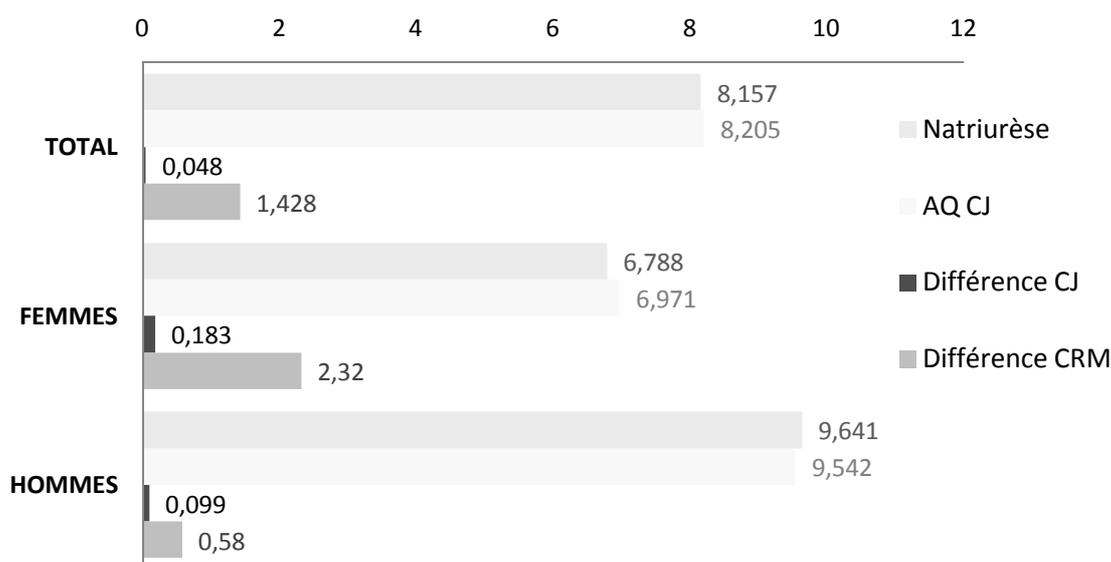
Le test de Mann-Whitney utilisé pour cette comparaison mets en évidence une différence entre les valeurs estimées de l'AQ entre les femmes et les hommes, avec un **p=0.0006**.

Le score des hommes à l'auto-questionnaire est significativement plus élevé que celui des femmes dans le groupe Médecine Générale.

Les apports sodés journaliers évalués avec l'auto-questionnaire dans notre étude sont donc en moyenne de **8,205 g/24h ± 2,808**, avec une moyenne de **6,971 ± 2,333** pour les femmes et **9,542 ± 2,7** pour les hommes.

Si on compare les résultats de l'étude dans le groupe Médecine Générale aux résultats obtenus dans la thèse du Dr Chrystelle Robard-Martin (figure 18), on s'aperçoit que contrairement à ses résultats ainsi qu'à ceux observés dans la plupart des enquêtes alimentaires, les résultats évalués par l'auto-questionnaire sont supérieurs aux résultats mesurés par les natriurèses. Ceci est particulièrement vrai ici pour les femmes, pour lesquelles on retrouve habituellement une sous-évaluation de la consommation au cours des enquêtes alimentaires.

Figure 18 : Apports sodés quotidiens en g/24h mesurés par les natriurèses et évalués par l'auto-questionnaire dans le groupe Médecine Générale selon le sexe



Différence CJ : différence moyenne entre les résultats des deux méthodes d'évaluation utilisées dans ma thèse.
 Différence CRM : différence moyenne entre les résultats des deux méthodes d'évaluation utilisées dans la thèse du Dr Christelle Robard-Martin.

Les différences entre les deux méthodes d'évaluation dans le présent travail sont moins importantes que dans la thèse précédemment réalisée, comme le confirment les analyses de concordance puisque dans notre étude la moyenne des différences est quasi-nulle, alors qu'elle était de 1.428 dans l'étude de Chrystelle Robard-Martin. Même si cette différence reste toujours ici plus importante pour les femmes, elle est tout de même moindre.

On a ensuite comparé dans le tableau 11 les valeurs moyennes de natriurèse et les résultats moyens de l'auto-questionnaire de ma thèse aux résultats de plusieurs enquêtes alimentaires et d'enquêtes de natriurèses françaises, détaillées dans des chapitres précédents, enquêtes de référence en France pour l'évaluation de la consommation moyenne de sel dans l'alimentation.

Tableau 11 : Apports sodés moyens estimés par les natriurèses, évalués par l'auto-questionnaire dans l'étude pour le groupe MG, et apports sodés moyens retrouvés dans des études françaises de référence (exprimés en g/24h)

	Thèse MG		Enquêtes alimentaires				Enquêtes natriurèse	
	Natriurèse	AQ	INCA-2	ENNS	Suvimax	Nutrinet	Mimran	Menard
T	8,157	8,205	8,7			8,4		
F	6,788	6,971	7,7	7	7,5	7,6	7,4	6,7
M	9,641	9,542	9,7	9,9	9,5	9,2	9,7	8

On peut retenir de ce tableau que les valeurs moyennes retrouvées dans notre étude sont proches de celles retrouvées dans ces études françaises de référence, alors que la population d'étude dans ces dernières est beaucoup plus importante que notre échantillon.

Pour une comparaison supplémentaire, on recherche le pourcentage de « gros consommateurs » dans le groupe Médecine Générale, c'est-à-dire ayant un apport sodé quotidien évalué à plus de 12g/24h. On retrouve sur les résultats de l'auto-questionnaire 10% de forts consommateurs, avec pour les hommes 16,67% et pour les femmes 3,46%. Sur les résultats des natriurèses il y a 6% de forts consommateurs, avec 12,5% pour les hommes et 0% pour les femmes. On les compare alors dans le tableau 12 aux pourcentages retrouvés dans quelques études françaises de référence.

Tableau 12 : Pourcentage de forts consommateurs (>12g de sel par 24h) dans le groupe MG et dans des enquêtes françaises de référence

	Thèse MG		Enquêtes alimentaires			Enquêtes natriurèse
	Natriurèse	AQ	INCA-2	ENNS	Nutrinet	Mimran
T	6	10	6,1	14,2	7	16,5
F	0	3,46	1,7	2,8	2	10
M	12,5	16,67	10,5	25,6	12,2	23

Là-aussi les résultats tendent à s'approcher de ceux constatés auparavant dans des études sur de gros échantillons de population.

6.3.4 Recherche de corrélation et graphe de régression pour le groupe Médecine Générale

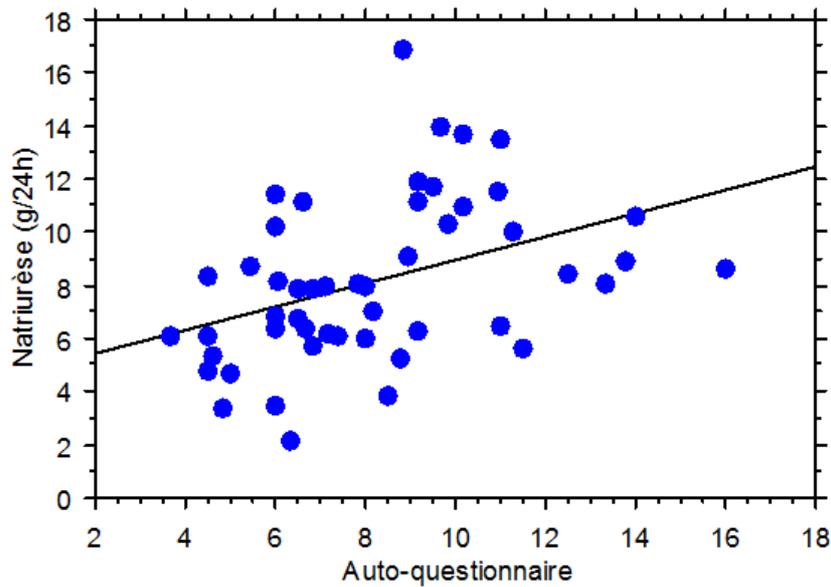
On recherche une corrélation entre l'auto-questionnaire et la natriurèse des 24 heures dans le groupe Médecine Générale.

Le test de corrélation réalisé montre **une corrélation entre les valeurs estimées à l'auto-questionnaire et les mesures de natriurèses**, avec un **p=0,0035**.

Une relation linéaire entre natriurèse des 24h et auto-questionnaire a ensuite été recherchée en traçant le graphe de régression pour le groupe Médecine Générale.

Celui-ci est représenté sur la figure 19 .

Figure 19 : Graphe de régression pour le groupe MG



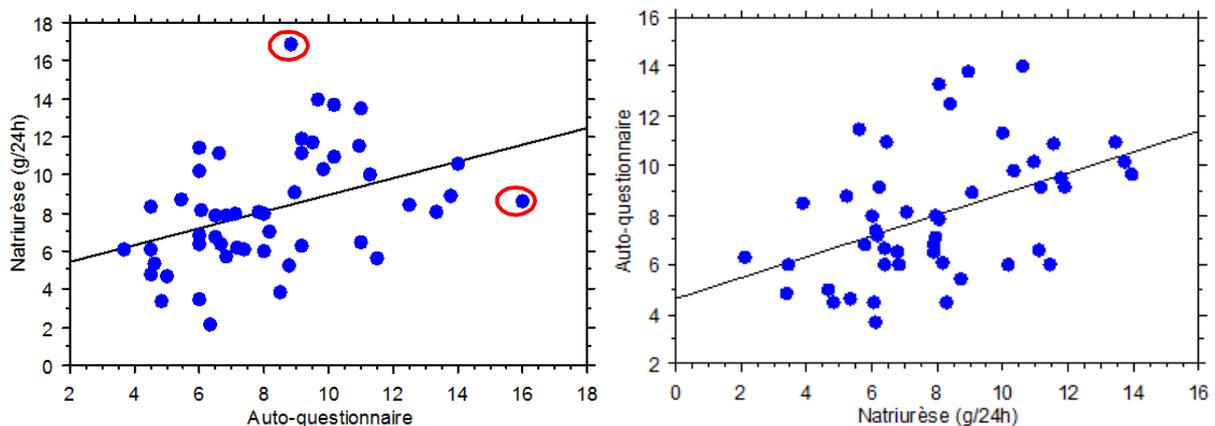
$$Y = 4.549 + 0.44 \times X \quad ; \quad R^2 = 0.164 \text{ et } R = 0.40 (\sqrt{0.168})$$

$R^2 = 0.164$ signifie que seulement 16% des variations de la variable dépendante sont expliqués par le modèle de régression et que 84% restent par conséquent inexpliqués.

R étant compris entre 0.2 et 0.5, la force d'association entre les deux variables est faible. Ainsi il existe bien une relation entre les mesures de natriurèse et les résultats estimés de l'auto-questionnaire, mais **cette relation n'est pas linéaire.**

De même que pour le groupe total, si on retire de ce graphique les points les plus éloignés de la courbe de régression, ici seulement deux points, le coefficient de corrélation est meilleur, calculé à 0.46 (figure 20).

Figure 20 : Graphe de régression pour le groupe Médecine Générale, dans l'hypothèse où l'on retire les deux points les plus éloignés de notre droite de régression initiale.



$$Y = 4.653 + 0.424 \times X \quad ; \quad R^2 = 0.209 \text{ et } R = 0.46 (\sqrt{0.29})$$

6.4 Résultats du groupe Néphrologie

Le groupe Néphrologie ne comportant que 14 sujets, il n'est pas possible d'effectuer d'analyse statistique sur ce groupe seul. Les résultats ne pourront donc pas être comparés aux résultats du groupe Médecine Générale comme prévu initialement.

Il s'est avéré que les médecins néphrologues ont eu d'une part des difficultés pour faire réaliser les natriurèses des 24 heures à leurs patients. Même s'il s'agit d'un examen courant en néphrologie, l'adhésion des patients est toujours ardue à obtenir du fait des contraintes de cet examen, d'autant que d'autres techniques, notamment l'analyse sur échantillon seul, commencent à supplanter le recueil des 24 heures.

D'autre part, de nombreux patients recrutés, même s'ils ont effectué la natriurèse des 24 heures, n'ont pas renvoyé leur auto-questionnaire dans le service de néphrologie, tel qu'il leur avait été demandé. Ce problème qui n'avait pas été anticipé lors de l'élaboration du protocole de l'étude, s'est beaucoup moins rencontré dans le groupe Médecine Générale, du fait de la proximité avec le médecin traitant, qui a facilité l'adhésion des patients. Pour le contourner, peut-être aurait-il fallu fournir aux patients une enveloppe retour avec l'adresse d'expédition et pré-timbrée, ou tout simplement demander aux patients de remplir l'auto-questionnaire directement dans le service de néphrologie, ce qui aurait peut-être légèrement biaisé les résultats, mais qui aurait probablement permis d'atteindre l'objectif de 50 sujets.

7 ANALYSE DES RESULTATS ET IMPLICATIONS MAJEURES

7.1 Objectif principal

L'objectif principal de l'étude est de valider l'auto-questionnaire en le comparant à une méthode de référence, la mesure de la natriurèse des 24 heures, afin de permettre son utilisation en pratique médicale courante.

Les résultats obtenus sur la population totale d'étude et dans le groupe Médecine Générale amènent à la même conclusion.

Dans un premier temps, la comparaison des moyennes des apports sodés mesurés par natriurèse et estimés par l'auto-questionnaire à l'aide de tests t de Student a montré qu'il n'y avait pas de différence significative entre les scores du questionnaire et les valeurs de natriurèse. L'écart moyen entre les deux valeurs est même infime.

Par ailleurs les valeurs obtenues sont comparables à celles de plusieurs enquêtes françaises de référence pour l'évaluation de la consommation de sel dans l'alimentation habituelle des patients. Ceci est également vrai si on analyse les résultats en fonction du sexe. En effet le score à l'auto-questionnaire et la natriurèse des hommes sont significativement plus élevés que ceux des femmes.

Mais ces résultats qui paraissent plutôt encourageants ne permettent pas de valider notre objectif principal. En effet le critère de jugement principal de l'étude est l'existence d'une corrélation et d'une concordance entre les valeurs de natriurèses et les résultats des auto-questionnaires.

Or concernant la corrélation, l'analyse statistique des résultats a montré que si il existe une corrélation significative entre les valeurs estimées à l'auto-questionnaire et les mesures de natriurèse, le coefficient de corrélation est égal à 0.4, si situant donc entre 0.2 et 0.5 ; ainsi la force d'association entre ces deux variables est faible et le modèle de régression linéaire entre les deux ne peut être obtenu. **L'objectif principal n'est donc pas atteint et l'auto-questionnaire ne peut donc pas être proposé en pratique médicale courante.**

Evidemment lorsqu'on retire les valeurs les moins corrélées, on obtient un meilleur facteur de corrélation, atteignant même 0.51, donc une force d'association modérée entre les deux variables, pour le groupe total. Mais on ne peut pas les retirer arbitrairement de notre étude. Il faudrait pour cela prouver que les résultats de ces patients sont faux. Or nous ne disposons dans notre protocole d'étude d'aucun moyen de vérifier ceci.

Même si notre objectif principal n'est pas atteint, obtenir un facteur de corrélation de 0.40 dans une telle étude n'est pas un mauvais résultat en tant que tel, surtout si on se compare aux études similaires déjà réalisées comme nous le verrons plus loin.

On arrive à la même conclusion que le Dr Robard-Martin. L'auto-questionnaire doit donc probablement subir des modifications si l'on veut atteindre l'objectif principal. Nous verrons dans la discussion quelles améliorations pourrait-on y apporter afin d'augmenter sa fiabilité.

Nous verrons également les biais de l'étude qui ont pu influencer sur ce résultat final, d'une part liés à l'auto-questionnaire dans sa présentation actuelle, et d'autre part liés à la mesure de natriurèse des 24 heures. En effet même s'il s'agit de la méthode de référence pour l'évaluation de la consommation de sel, celle-ci n'est pas parfaite.

Cette conclusion nous a permis de réaliser une analyse de concordance entre les deux méthodes d'évaluation de la consommation de sel utilisées dans notre étude. Le graphe de Bland-Altman montre une moyenne des différences pratiquement nulle. Mais l'intervalle entre les limites d'agrément est étendu, si situant entre -6.2 g/24h et +6.4 g/24h. Cette différence de mesure entre les deux méthodes (auto-questionnaire et natriurèse) n'est évidemment pas acceptable en pratique. On ne peut pas se permettre d'évaluer la consommation de sel à l'aide de l'auto-questionnaire avec des résultats estimés à ± 6.3 g/24h. Ici encore **la concordance est donc trop faible pour valider l'auto-questionnaire**. Les deux méthodes de mesure ne sont pas interchangeables et l'auto-questionnaire ne peut pas remplacer la mesure de la natriurèse pour évaluer la consommation de sel dans l'alimentation habituelle.

7.2 Objectifs secondaires

Tout comme le Dr Christelle Robard-Martin, j'ai pu constater un bon accueil du questionnaire, aussi bien par les personnes recrutées que par les médecins recruteurs.

Les médecins participants étaient évidemment intéressés de disposer d'un outil aussi simple, avec un coût quasiment nul, pour évaluer la consommation de sel de leurs patients. Le fait d'utiliser un outil aussi objectif a un impact sur la portée du message qui en découle. Il facilite ainsi l'éducation ou au moins la sensibilisation des patients quant aux risques d'un excès de sel dans l'alimentation et aide les médecins à leur fournir des conseils hygiéno-diététiques adéquats par rapport à leurs habitudes de consommation.

La première impression des sujets au moment de leur présenter l'auto-questionnaire était très bonne dans la majorité des cas. Sa présentation générale a semble-t-il été appréciée, même si quelques personnes, notamment parmi les plus âgées ont été quelque peu déroutées par la forme d'un auto-questionnaire. La plupart des personnes recrutées étaient curieuses du résultat, celles-ci n'ayant à priori aucune idée de leur consommation objective habituelle en sel.

Un des points forts de l'auto-questionnaire exprimés par les participants est d'ailleurs le fait d'obtenir un résultat immédiat, avec une interprétation simple de celui-ci dès la fin du questionnaire. La dernière partie sur l'interprétation est ainsi particulièrement intéressante. Plusieurs personnes de mon entourage ayant participé à l'étude m'ont d'ailleurs avoué avoir modifié leurs habitudes de consommation en fonction des résultats obtenus. Le tableau récapitulatif des scores obtenus aux différents items leur a permis de cibler les principaux vecteurs de sel dans leur alimentation, et donc d'en réduire leur consommation. L'impact du questionnaire est donc important et rapide.

Le temps de réalisation rapporté par les participants est en moyenne de 5 minutes et n'excède en tous cas jamais les 10 minutes, ce qui valide parfaitement un des objectifs secondaires fixés.

Enfin la facilité d'utilisation de l'auto-questionnaire a été vérifiée dans l'ensemble. Cependant plusieurs personnes, notamment parmi les plus âgées, ont exprimé des difficultés à effectuer les calculs demandés. Le fait de reporter le score obtenu dans telle ou telle case puis la réalisation du calcul final leur sont apparus compliqués. Des erreurs de calcul ont d'ailleurs été retrouvées dans quatre questionnaires. Il paraît alors possible et non préjudiciable pour le résultat final d'aider ces patients à remplir leur questionnaire. D'autres pistes pour améliorer encore ce dernier sur sa forme seront détaillées plus loin.

L'objectif secondaire est donc globalement atteint, même si des améliorations sont toujours possibles.

8 DISCUSSION

L'analyse des résultats ne nous permet pas de savoir pourquoi ni la corrélation, ni la concordance entre les deux méthodes ne sont suffisantes pour atteindre notre objectif principal. Le graphe de Bland-Altman montre une moyenne des différences quasi-nulle, et ne permet donc pas de savoir quelle méthode semble surestimer ou sous-estimer les résultats. L'écart moyen très faible obtenu par le test t de Student amène à la même observation.

On peut avancer deux hypothèses pour expliquer la faible concordance :

- Soit la mesure de la natriurèse est fautive, mais nous ne disposons pas de moyens pour le vérifier dans notre protocole.
- Soit c'est le résultat de l'auto-questionnaire qui n'est pas bon. Dans ce cas-là, pourquoi ? Est-ce que l'auto-questionnaire est bien rempli mais doit-il être modifié pour estimer correctement les apports sodés ? Ou n'a-t-il simplement pas été rempli correctement ?

On se pose notamment ces questions pour les patients pour lesquels les valeurs sont les moins concordantes, dont ceux qui ont été retirés arbitrairement dans la deuxième analyse de corrélation de chaque groupe (figures 15 et 20). Mais il est très difficile de répondre à ces interrogations a posteriori.

Probablement ces deux méthodes ont des inconvénients et chacune des deux a une responsabilité dans ce résultat final. Des modifications du protocole d'étude auraient pu aussi limiter ces interrogations.

8.1 Biais et limites liés au recueil des urines des 24h

Même s'il est établi que la natriurèse des 24 heures est la méthode de référence pour estimer la quantité de sel consommé, cette mesure pose tout de même plusieurs problèmes :

- La mesure de la natriurèse des 24 heures ne comptabilise que le sel éliminé par les reins et ne tient pas compte des pertes fécales et sudorales de sodium. Si les pertes par les fèces sont quasiment toujours minimes, celles par la sueur peuvent être considérables dans certaines conditions notamment climatiques. Ainsi la mesure des excréctions urinaires de sodium peut sous-évaluer de 10 à 15% l'apport réel.
- Le résultat de la natriurèse des 24h ne peut être fiable que si le recueil est vraiment complet. Or ceci est loin d'être acquis du fait de la contrainte que représente cet examen pour les patients, d'autant qu'il est très difficile de vérifier l'exactitude de la diurèse des 24h. Il n'existe pas de technique biochimique établie permettant de vérifier l'exhaustivité des prélèvements urinaires dans les enquêtes de grande ampleur au sein des populations, même si la mesure du rapport sodium/créatinine urinaire [68] ou la technique du dosage de l'acide para-aminobenzoïque (PABA) [69], se sont montrés utiles dans des enquêtes de validation de moindre envergure.

Par conséquent, la solidité de la méthodologie d'enquête, avec de préférence un horaire de début et de fin du prélèvement et une surveillance, est essentielle pour limiter autant que possible les problèmes de sur- et de sous-prélèvement. Dans notre étude, nous ne disposons d'aucun moyen pour vérifier la qualité des recueils. Ceci n'avait pas été prévu au départ pour ne pas compliquer le protocole. Mais évidemment un doute persiste quant à l'exactitude des résultats obtenus.

- Un seul recueil des urines des 24 heures a été réalisé au cours de cette étude. Or il est admis que le résultat de la natriurèse est très variable d'une journée à l'autre. Pour améliorer la fiabilité de l'étude, il aurait fallu multiplier les mesures des natriurèses (3 ou 4 en faisant une moyenne des résultats). Cependant il était difficile d'envisager la multiplication de ces recueils du fait des contraintes qu'ils représentent pour les patients. C'est ce biais principalement qui a pu avoir un impact majeur sur notre étude. Effectivement, le fait de n'avoir qu'une mesure de la natriurèse des 24 heures pour chaque patient ne permet pas d'évaluer correctement la valeur moyenne de la natriurèse d'un sujet et peut donc biaiser complètement les comparaisons entre les deux méthodes. Le fait de multiplier les recueils et d'en faire une moyenne pour chaque participant aurait probablement réduit les écarts constatés entre les deux méthodes et aurait donc permis d'obtenir une meilleure corrélation ainsi qu'une meilleure concordance entre elles.
- Le nombre de patients participants n'a pu être plus important du fait des difficultés de recrutement liées au recueil des urines des 24 heures nécessaire ici. Pour augmenter ce nombre, il faudrait envisager de simplifier la réalisation de l'étude en effectuant des recueils nocturnes ou des natriurèses sur échantillon plutôt que sur un recueil des 24 heures. Ces méthodes ont l'avantage supplémentaire de ne pas imposer d'horaires de prélèvement et peuvent permettre la multiplication des recueils, mais les résultats seraient évidemment moins fiables, puisque l'on sait que l'excrétion urinaire du sodium ainsi que des autres électrolytes n'est pas constante tout au long de la journée, mais est au contraire maximum vers midi et minimum en milieu de nuit [70].

On peut notamment ici citer une étude japonaise de 2008 comparant les résultats d'un questionnaire sur la consommation de sel et les résultats d'une estimation de la consommation de sel par une méthode utilisant simplement un échantillon d'urines [71]. Cette méthode a été développée par un japonais, Kawasaki, dont l'étude a été publiée en 1993 [72] où il obtient une bonne corrélation entre les résultats des natriurèses des 24 heures et les résultats sur échantillons d'urines ($R=0.73$), puis validée au cours de trois études suivantes, deux étant des études de population [73-74] et une réalisée sur des sujets hypertendus traités [75]. Il utilise une formule pour estimer la quantité de sel consommée qui se base sur le sexe, l'âge, le poids, la taille, le sodium et la créatinine mesurés dans l'échantillon d'urines (Annexe 5). Dans l'étude de 2008, le questionnaire ne comporte qu'une seule et simple question : « Aimez-vous les aliments salés ? ». Les patients répondant oui étaient classés dans le groupe « préférence pour le sel », et ceux répondant non étaient dans le groupe « pas de

préférence pour le sel ». Puis les résultats des questionnaires ont été comparés aux résultats des échantillons d'urines. Les auteurs n'ont évidemment pas pu valider leur questionnaire, celui-ci ne pouvant être suffisant pour identifier les forts consommateurs de sel, d'autant que cette question est trop subjective pour déterminer la quantité de sel consommée habituellement. Ils concluent que seule une méthode objective telle que la mesure sur échantillon d'urine ou sur recueil des urines des 24 heures ne peut être utilisée pour évaluer les apports en sel. Ils ont néanmoins pu montrer ici que ces deux techniques obtiennent des résultats similaires en utilisant la méthode sur échantillon développée par Kawasaki. Mais ils minorent ce résultat en indiquant que cette méthode est appropriée pour des études épidémiologiques, mais que son efficacité à l'échelle individuelle reste à déterminer.

D'autres études ont été réalisées en ne collectant que les urines de la nuit [76-77]. L'observance des patients est évidemment meilleure dans de telles études, mais il n'en demeure pas moins que l'exploitation de ces résultats risque d'engendrer des estimations biaisées de l'excrétion de sodium, notamment car les individus hypertensifs excrètent une plus forte proportion de sodium au cours de la nuit par rapport aux personnes dont la pression sanguine est normale.

8.2 Biais et faiblesses liés à l'auto-questionnaire

8.2.1 Biais communs à toute enquête alimentaire destinée à l'estimation de la consommation de sel

Comme dans toute enquête alimentaire, les patients estiment la fréquence et la quantité de tel ou tel produit consommé habituellement au cours d'une journée, d'une semaine ou d'un mois, puis ces données sont converties en apport nutritionnel quantitatif grâce à des tables standardisées de composition alimentaire type CIQUAL. C'est ainsi ce qui a été réalisé pour l'auto-questionnaire, puisque les patients doivent estimer la fréquence et la quantité approximative de consommation des aliments principaux vecteurs de sel, puis leurs résultats sont directement convertis comme expliqué dans le chapitre méthodologie grâce au score utilisé qui représente la teneur approximative en sel de chaque produit. Malheureusement ce type d'enquête alimentaire, qu'il soit sous la forme d'un questionnaire, d'un journal alimentaire de 24h ou plus, ou autre, est sujet à de nombreuses erreurs :

- erreurs de transcription, car il est toujours difficile d'avoir une évaluation juste des patients quant à leur consommation alimentaire, notamment pour évaluer les quantités, les portions consommées
- tables de composition alimentaire incomplètes ou erronées, d'autant que la composition des aliments peut varier fréquemment
- erreurs de codage
- échantillons biaisés.

On peut également noter plusieurs sources d'erreurs spécifiques à l'évaluation des apports en sodium :

- difficulté d'estimer les quantités de sodium ajoutées en cours de cuisson (notamment dans les restaurants) et à table.
- diversité de la proportion du sel ajouté en cours de cuisson qui se retrouve dans l'aliment final
- déperditions de service (sel laissé dans l'assiette)
- différences de teneur en sodium des produits alimentaires transformés
- différences dans la concentration en sodium de l'eau d'usage courant.

Ainsi il apparaît que l'estimation par enquête alimentaire sous-estime le plus souvent la consommation de sel par rapport à l'estimation par la natriurèse des 24 heures [78]. Si les patients, et notamment les femmes ont probablement tendance à minimiser leurs apports en sel, la teneur en sel des aliments est aussi certainement sous-estimée [68].

Ceci ne se retrouve pas dans notre étude, contrairement à celle du Dr Robard-Martin où l'auto-questionnaire tendait à sous-évaluer les apports sodés par rapport à l'enquête alimentaire ENACEL.

8.2.2 Faiblesses de l'auto-questionnaire sur sa forme et sa réalisation

Une des principales difficultés rencontrées par les patients lors de la réalisation de l'auto-questionnaire semble être l'évaluation des portions consommées. Il est délicat de définir une portion-type pour chaque aliment proposé. Il existe une part subjective non négligeable dans l'appréciation de la taille des portions consommées par les patients. Une portion « normale » de fromage pour l'un sera une portion énorme pour un autre et inversement. C'est pourquoi deux tailles de portions avaient été proposées dans le questionnaire pour plusieurs classes d'aliments. Mais cela ne semble pas suffire pour obtenir une évaluation correcte de la taille des portions et donc de la quantité de sel consommée. La taille des portions devrait être précisée pour avoir une meilleure fiabilité du résultat (poids exact des aliments consommés ou détails simples sur les portions-types), mais cela complexifierait le questionnaire.

L'évaluation de la fréquence de consommation pour des aliments qui figurent sur l'auto-questionnaire mais qui ne sont pas consommés à un rythme proposé dans les différents items a aussi été une difficulté pour les participants (par exemple consommation de fromage moins de une fois par semaine mais plusieurs fois par mois). Il paraît important de rappeler aux patients qu'il s'agit d'une évaluation de leur consommation moyenne et qu'il faut qu'il s'approchent au plus près de la réalité de leur fréquence de consommation pour chaque aliment.

Un des médecins participant m'a également conseillé de simplifier le questionnaire en laissant les calculs à effectuer aux médecins. J'ai pu constater effectivement les difficultés rencontrées par certains patients pour réaliser le calcul final, avec soit un calcul non effectué, soit erroné qu'il a fallu corriger. Ceci était surtout vrai pour les patients les plus âgés. Mais il semble que

même s'il s'agit d'un auto-questionnaire, une aide externe peut être envisagée pour remplir le questionnaire et notamment pour les calculs demandés sans incidence sur le résultat final. On peut donc imaginer que pour certains patients les calculs soient réalisés par leur médecin pour limiter les erreurs.

Des auto-questionnaires mal remplis peuvent être en partie responsables des faibles corrélations et concordances obtenues. Mais si nous pouvons vérifier le calcul final, ce qui a d'ailleurs été effectué, nous ne pouvons pas vérifier si d'autres erreurs ou omissions ont été commises.

8.2.3 Faiblesses de l'auto-questionnaire sur son contenu

On peut déjà se poser la question de savoir si les items proposés correspondent bien aux principaux aliments vecteurs de sel. C'est à mon avis le cas si l'on se compare à des études françaises similaires.

Cependant beaucoup de patients se sont posés des questions sur le type d'aliments proposé, pour lesquels selon eux le questionnaire manque de précisions :

- Concernant la consommation de pain, uniquement une baguette et un pain traditionnels sont représentés. Or plusieurs participants m'ont indiqués consommer des pains spéciaux, aux céréales ou de campagne. Il s'avère en effet qu'il existe des disparités dans les teneurs en sel de ces différents produits, mais probablement pas suffisantes pour influencer sur le résultat final de façon significative. (tableau 13)

Tableau 13 : Teneur en sodium des différents types de pains français

> Valeurs nutritionnelles des pains français

	BAGUETTE COURANTE*	BAGUETTE DE TRADITION FRANÇAISE	BAGUETTE FARINE T80	PAIN COMPLET	PAIN AU LEVAIN	PAIN DE CAMPAGNE	PAIN AU SON	PAIN DE SEIGLE	PAIN BIO	BAGUETTE AUX CÉRÉALES ET GRAINES**
ENERGIE										
Valeur énergétique kcal/100 g	255,3	252,7	255,7	232,7	257,0	244,0	227,7	240,0	237,7	264,0
MACRONUTRIMENTS										
Glucides assimilables g/100 g	53,9	53,5	54,0	46,7	53,1	49,9	44,4	49,4	47,1	47,4
Glucides totaux g/100 g	57,7	56,8	58,2	55,5	56,5	53,8	51,8	57,2	52,0	52,3
Protéines g/100 g	9,5	9,2	9,4	9,7	9,2	9,2	9,6	8,3	9,8	9,8
Lipides g/100 g	0,3	0,4	0,3	0,8	0,9	0,8	1,2	1,0	1,1	3,9
Fibres alimentaires totales g/100 g (ANC 25-30g/j)	3,8	3,3	4,2	8,8	3,3	3,8	7,4	7,7	5,0	4,9
MICRONUTRIMENTS										
Vitamine B1 (thiamine) mg/100 g (ANC 1,3 ; AJR 1,4)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Vitamine B2 (riboflavine) mg/100 g (ANC 1,6 ; AJR 1,6)	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Vitamine PP (B3, niacine) mg/100 g (ANC 14 ; AJR 18)	1,3	1,3	1,7	3,9	1,2	0,8	3,2	1,1	2,1	1,9
Vitamine B5 (ac. pantothénique) mg/100 g (ANC 1,8 ; AJR 2)	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5
Vitamine B6 (pyridoxine) mg/100 g (ANC 1,8 ; AJR 2)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Vitamine B9 (ac. folique) µg/100 g (ANC 200 ; AJR 200)	16,8	12,3	22,4	25,1	13,8	12,8	22,7	16,4	19,3	17,9
Vitamine B12 (cyanocobalamine) µg/100 g (ANC ; 2,4)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Vitamine E (en α-tocophérol) mg/100 g (ANC 12 ; AJR 10)	0,1	0,3	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,7
Zinc mg/100 g (ANC 12 ; AJR 10)	< 0,98	< 1	1,2	1,5	0,5	0,6	1,3	1,1	1,1	0,9
Fer mg/100 g (ANC 8 ; AJR 14)	1,1	1,0	1,3	2,2	1,3	1,2	2,3	2,2	1,8	1,5
Cuivre mg/100 g (ANC 2)	< 0,99	< 1	< 0,98	< 0,97	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Manganèse mg/100 g (ANC 1-2,2)	< 0,99	< 1	1,0	2,2	0,6	0,6	1,8	1,3	1,3	0,7
Phosphore mg/100 g (ANC 750 ; AJR 800)	112,9	105,2	139,5	253,6	87,3	93,7	198,3	155,0	145,0	135,0
Magnésium mg/100 g (ANC 420 ; AJR 200)	25,0	23,3	32,9	67,4	18,7	20,7	56,0	39,0	38,0	40,0
Potassium mg/100 g (ANC 390-583)	151,2	136,6	178,4	324,2	124,0	135,0	253,3	245,7	190,0	164,0
Calcium mg/100 g (ANC 900 ; AJR 800)	26,3	24,4	27,5	37,6	18,7	19,0	26,7	27,0	24,2	29,0
Sodium mg/100 g	574,6	547,3	577,3	637,4	490,0	493,3	410,0	506,7	500,0	491,7

- Il en est de même pour la consommation de fromages. Cette fois les différences de teneurs en sel entre les nombreux types de fromages apparaissent plus importantes et peuvent donc avoir des conséquences sur le résultat de l'auto-questionnaire (tableau 14). Mais comment intégrer plusieurs types de fromages dans le questionnaire ? Cela me semble très compliqué, voire impossible à appliquer en pratique.

Tableau 14 : Teneur en sodium des produits laitiers

Laitages et fromages	Sodium (en mg/100g)	Laitages et fromages	Sodium (en mg/100g)
Lait	50	Brie	717
Yaourt	61	Baby bel	748
Fromage blanc 20%	33	Fromage raclette	760
Glace	71	Camembert 45 %	802
Petit suisse	30	Chaource	806
Emmental	226	Tome	808
Comté	367	Pyrénées	824
Neufchâtel	397	Reblochon	840
Beaufort	448	Parmesan	913
Crottin	464	Munster	930
Edam	485	Cantal	940
Saint nectaire	590	Morbier	990
Saint Paulin	610	Maroilles	1050
Gouda	620	Carré de l'est	1100
Chabichou	660	Fromage fondu	1139
Pont l'évêque	670	Fêta	1496
Coulommiers	684	Roquefort	1600

- Plusieurs participant se sont posés des questions sur les pizzas, quiches et autres snacks faits maison. Evidemment leur teneur en sel n'est pas la même que les produits du commerce, mais dépend alors du sel ajouté lors de la cuisson et lors de la préparation de la pâte.
- Il en est de même pour les soupes et les conserves faites maison. Mais là encore il faut faire attention à la quantité de sel ajouté lors de la cuisson.

Un tel questionnaire, pour répondre aux objectifs secondaires de simplicité et de rapidité d'utilisation ne peut ainsi évidemment pas être exhaustif. Beaucoup d'autres aliments pourvoyeurs de sel ne font pas partie des items choisis dans celui-ci, mais peuvent être chez certains patients des sources de sel importantes : les crustacés, les fruits de mer, poissons fumés, terrines ou mousses de poisson, surimi, anchois, purées instantanées, choucroute, céréales petit-déjeuner, matières grasses salées..., dont la consommation est généralement occasionnelle, sauf chez certaines personnes. Mais je ne pense pas que ce soit sur ces éléments qu'il faille modifier l'auto-questionnaire pour atteindre notre objectif principal. La

sélection des aliments faite me paraît cohérente et de telles habitudes de consommation restent à mon avis marginales.

Un autre produit pouvant amener beaucoup de sel et ne figurant pas dans l'auto-questionnaire est l'eau. Certaines eaux minérales, notamment pétillantes représentent d'importants apports en sel qui ne sont pas quantifiés ici. (tableau 15)

Tableau 15 : Teneur en sodium des eaux en bouteilles, exprimée en mg/L

Nom commercial	Teneur en sel (mg/L)
Eaux de source	
Cristalline	4,4
Ondine	6
Pierval	8
Roxane	10
Eaux minérales	
Abatille	75
Aquarel	2
Contrex	9,1
Courmayeur	1
Evian	5
Hepar	14
Mont-Roucous	3,1
Saint-Amand	28
Taillefine	6
Tallans	7
Thonon	3
Vernière	158
Valvert	1,9
Vittel	4,7
Volvic	11,6
Eaux gazeuses	
Badoit	150
Perrier	11,5
Quezac	255
Rozana	493
Salvetat	7
San Pellegrino	40
Vichy Celestins	1172
Vichy St-Yorre	1703

Les eaux en bouteilles dont la teneur en sodium est inférieure à 20 mg/L sont à privilégier.

Quand on voit les apports sodés que peuvent représenter certaines eaux minérales, notamment gazeuses, on peut effectivement se poser la question de la pertinence d'un tel item dans notre questionnaire. Ceci me paraît judicieux. On peut imaginer un item avec trois choix possibles :

le premier incluant des eaux avec un taux de sodium inférieur à 20 mg/L, eaux de source et eaux minérales les plus consommées, dont le nom commercial serait cité, une deuxième catégorie avec des eaux dont le taux se situent entre 20 et 80 mg/L, et enfin une dernière catégorie pour les eaux dont l'apport sodé est supérieur à 80 mg/L. Les patients choisiraient entre ces catégories en fonction de leur consommation habituelle et un score serait défini pour chacune d'entre elles.

Certains médicaments et notamment les formes effervescentes apportent également du sel en quantité non négligeable. A posologie maximale, l'apport quotidien en sel représenté par ce type de médicaments peut s'élever jusqu'à 14 g de sel par jour ! Beaucoup de médicaments d'automédication ou de délivrance libre sont concernés. Parmi ces médicaments, on peut citer des antidouleurs, des mucolytiques, des antihistaminiques H2, des antiacides et des laxatifs. (Annexe 6). La fréquence de consommation de certains d'entre eux peut être importante et ils méritent donc à mon avis de figurer sur l'auto-questionnaire. On pourrait ainsi y inclure une question simple, comme par exemple : « Consommez-vous régulièrement des médicaments sous forme effervescente ? » plusieurs fois par jour une fois par jour moins de une fois par jour mais au moins une fois par semaine.

Mais un autre problème de l'auto-questionnaire est qu'il ne permet pas de quantifier le sel ajouté à table. Or on a évidemment de grandes disparités entre les habitudes de consommation des patients à ce sujet. Les sauces et condiments sont également inclus dans le facteur correcteur et donc leur consommation considérée comme fixe pour tous les participants. Or elle s'avère être très différente d'une personne à une autre, alors que certains représentent des sources de sel non négligeables. Plusieurs couples ont été inclus dans l'étude. Or si le résultat à l'auto-questionnaire était souvent assez proche pour les deux conjoints, il n'en était pas de même pour les résultats des natriurèses qui étaient régulièrement bien supérieurs pour l'un d'entre eux. La différence peut s'expliquer par la quantité de sel ajouté dans l'assiette et l'appétence de chacun pour le goût salé. Ainsi le fait de ne pas prendre en compte ce facteur représente à mon avis le principal biais de l'auto-questionnaire. Le seul moyen d'y remédier serait d'utiliser un facteur correcteur modulable entre chaque utilisateur, mais il semble très difficile de leur faire évaluer la quantité de sel ajoutée dans la casserole ou dans l'assiette de façon très objective. Afin de trouver d'éventuelles solutions, j'ai tenté de trouver des études similaires, présentées dans le chapitre suivant, où les auteurs ont inclus l'évaluation de la quantité de sel ajouté à table dans leur travail. Par ailleurs concernant les sauces et condiments, leur apport sodé moyen est fixé à 0.5 g/jour dans l'auto-questionnaire. Peut-être pourrait-on envisager de l'inclure aux items proposés et donc en faire évaluer leur consommation aux sondés, plutôt que de l'ajouter en tant que part fixe au calcul final.

Le sel ajouté lors de la cuisson des aliments n'est lui non plus pris en compte, et semble s'avérer encore plus difficile à évaluer : aliments préparés pour plusieurs convives, portions de chaque convive...Mais cet élément varie peut-être moins que le sel ajouté à table et son évaluation ne me semble donc pas prioritaire.

8.3 Biais liés à la méthode

On peut se poser des questions sur l'échantillon de population. Je pense que la taille de cet échantillon est suffisante pour une analyse correcte des résultats. A mon avis les résultats n'auraient pas été différents sur un échantillon plus grand, d'autant qu'on a une moyenne des différences quasi-nulle sur le graphe de Bland et Altman. Par ailleurs, cet échantillon est-il représentatif de la population ? A priori oui, en particulier dans le groupe médecine générale, puisque les patients ont été recrutés de manière aléatoire et qu'il comporte autant d'hommes que de femmes.

Concernant le recueil des urines des 24 heures et comme il a déjà été énoncé auparavant, aucune méthode de vérification de celui-ci n'a été prévue dans le protocole initial. Il aurait fallu ajouter le poids dans les informations personnelles renseignées par les patients, et demander la créatininurie sur l'analyse du ionogramme urinaire. Cela nous aurait permis d'éliminer les recueils erronés, en comparant cette créatininurie mesurée à celle attendue pour chaque patient selon son sexe et son poids. Peut-être cela nous aurait permis d'éliminer les patients pour lesquels les valeurs entre les deux méthodes étaient les plus éloignées et donc d'améliorer le facteur de corrélation et la concordance. Mais évidemment notre échantillon d'étude aurait été plus petit. Un seul recueil des urines des 24 heures est également une faiblesse de notre méthode.

Il existe à mon avis un biais d'information dans le protocole d'étude. En effet les participants connaissaient le but de l'auto-questionnaire (évaluer leur consommation de sel), ainsi que l'objectif de l'étude (comparer les résultats de l'auto-questionnaire aux valeurs des natriurèses). Cela a pu influencer sur leur façon de remplir l'auto-questionnaire, ce que j'ai d'ailleurs pu observer en pratique. Ceux qui estimaient de façon subjective avoir une consommation de sel élevée ont rempli le questionnaire dans ce sens, pensant obtenir une meilleure concordance avec leur natriurèse, en surestimant alors le résultat de l'auto-questionnaire. Ceux qui jugeaient avoir une consommation de sel faible ont eu tendance à sous-évaluer le résultat à l'auto-questionnaire. C'est notamment le cas pour un patient du groupe Néphrologie pour lequel on observe une différence de 9.74 g/24h entre les deux méthodes. Probablement a-t-il sous-estimer ses apports sodés sur l'auto-questionnaire pour aller dans le sens des mesures hygiéno-diététiques qui lui sont demandées. Pour enlever ce biais d'information, il n'aurait pas fallu expliquer l'objectif de l'étude au patient et ne pas lui dire ce qu'on recherchait sur le recueil d'urines des 24 heures. Mais l'observance aurait été moins bonne. Par ailleurs il semble difficile d'enlever le titre de l'auto-questionnaire et ne pas renseigner les patients sur son but, ou il faudrait le dévoiler immédiatement après l'avoir rempli. On rajoute alors de la complexité. Même si les questions de l'auto-questionnaire sont objectives, il est utopique d'imaginer enlever tout jugement arbitraire du sondé lors de sa réalisation, en particulier lorsqu'il s'agit d'une enquête alimentaire.

Enfin la reproductibilité de l'auto-questionnaire n'a pas été testée dans le protocole d'étude.

8.4 Comparaison avec des études similaires

Afin de mieux comprendre les résultats de l'étude et d'améliorer le questionnaire, j'ai tenté de trouver des études similaires, issues d'articles validés. J'ai pu déjà lors de mes recherches faire plusieurs constatations :

- La majorité des études réalisées sur l'évaluation de la consommation de sel à l'aide d'un simple questionnaire sont pour la plupart d'origine japonaise. En effet dans ce pays, la consommation de sel est très élevée, souvent supérieure à 12 g/24h, du fait de leurs habitudes de consommation et de conservation des aliments. C'est d'ailleurs particulièrement le cas chez des personnes plus âgées. Ainsi les services de santé publique japonais et notamment le Ministère de la Santé ont mis en place dès 1991 des recommandations visant à limiter la consommation de sel de la population japonaise en fixant un seuil à 10 g/jour. Plusieurs études avaient alors été réalisées à la même époque, dans le même but que l'auto-questionnaire « Évaluez votre consommation de sel ! », c'est-à-dire pour apprécier simplement et rapidement la quantité de sel consommée quotidiennement et mettre en place les mesures nécessaires pour la réduire si besoin.
- Les études retrouvées à ce sujet sont relativement anciennes (fin des années 80 et début des années 90), ce qui montre l'intérêt de cette étude devant le peu de travaux similaires récents existant.

J'ai ainsi réalisé une synthèse de trois de ces études, qui m'apparaissaient être les plus intéressantes par rapport à mon travail, notamment pour trouver des pistes quant à l'amélioration de l'auto-questionnaire.

8.4.1 Etude japonaise de 1995 visant à estimer l'apport de sel par un simple questionnaire [79]

Le questionnaire utilisé dans cette étude a été réalisé à partir de deux autres études réalisées au Japon respectivement en 1986 [80] et 1988 [81], dont le but était également de réaliser des questionnaires permettant d'estimer la consommation de sel des patients, et de les valider en les comparant à la natriurèse des 24 heures. Malheureusement, ces deux études n'étant disponibles qu'en japonais, je n'ai pu lire que leurs résumés.

Le questionnaire utilisé dans l'étude de Ikeda en 1986 comportait 21 questions. Dans l'étude de Nakatsuka en 1988, les auteurs ont défini quatre aliments traditionnellement utilisés au Japon (riz, poisson, soupe miso et pickles), et défini les aliments les plus vecteurs de sel au Japon (sauce soja, soupe miso et pickles). Les auteurs de cette étude datant de 1995 se sont basés sur ces éléments pour construire leur questionnaire qui devait répondre pour eux aux critères suivants :

- être le plus succinct possible donc comporter le moins de questions possible.
- être simple à utiliser.

- donner immédiatement un résultat permettant de mettre en œuvre les conseils diététiques adaptés.
- évaluer des aliments vecteurs de sel consommés quotidiennement.

Ils ont donc simplifier le questionnaire en quatre items avec les scores correspondant aux différentes réponses entre parenthèses :

1. quantité consommée : peu (1), moyenne basse(2), moyenne (3), plus que moyenne (4), beaucoup (5).
2. consommation quotidienne de soupe miso : par nombre de bols, 0 à 3 et 4, en incluant 4 ou plus.
3. consommation de pickles : nulle (1), peu (1), moyenne (2), plus que moyenne (3), beaucoup (4).
4. Quantité de sel utilisée pour les pickles faits maison : pas salé (1), ordinaire (2), salé (3).

L'étude a concerné 394 hommes et 954 femmes, recrutés entre décembre 1987 et mars 1988, novembre 1990 et mars 1991 et entre novembre 1992 et mars 1993, chacun ayant répondu au questionnaire et ayant effectué un recueil des urines des 24 heures, sur lesquels ont été mesurés la natriurèse en g/j, ainsi que la créatininurie.

Le protocole d'étude est donc semblable au nôtre, avec un questionnaire où ont été regroupés les aliments sources de sel consommés dans la population cible, dont les résultats sont comparés aux natriurèses des 24 heures des personnes participantes.

En fonction des résultats au questionnaire, les sondés ont été divisés en quatre sous-groupes :

1. Moins ou égal à 8
2. 9 à 10
3. 11 à 12
4. 13 ou plus.

Les résultats des questionnaires et des natriurèses ont ensuite été comparés et les conclusions ont été les suivantes :

La corrélation entre les résultats du questionnaire et les natriurèses des 24 heures est trop faible pour permettre son utilisation. En comparant ce résultat avec celui de Ikeda en 1988 où le questionnaire comportait 21 questions, ils ont conclu que plus le nombre d'items est important, plus le questionnaire semble fiable. Mais augmenter le nombre de questions fait qu'on ne répond plus à l'objectif secondaire de rapidité et de simplicité d'utilisation. Ainsi il apparaît important de trouver la juste adéquation entre nombre d'items, sensibilité du test et rapidité d'exécution. Notre questionnaire semblant bien répondre aux objectifs secondaires, il apparaît donc qu'augmenter le nombre d'items le composant, comme envisagé dans le chapitre précédent, puisse augmenter sa sensibilité et ainsi approcher notre objectif principal.

Par contre s'il ne peut être utilisé pour définir la quantité de sel consommée quotidiennement, les auteurs ont pu prouver qu'il peut être utilisé pour classer les participants en trois catégories :

1. Ceux qui obtiennent un score total de 13 ou plus qui nécessitent des conseils diététiques pour réduire leur consommation de sel
2. Ceux qui ont un score égal ou inférieur à 8 qui ne nécessitent pas de prise en charge diététique
3. Et enfin ceux qui se situent entre les 2 et pour lesquels la prise en charge diététique sera utile selon leur pression artérielle, leurs comorbidités...

On peut se demander si ceci est transposable à notre étude. En effet si la corrélation entre les deux méthodes d'évaluation n'est pas suffisante pour valider le questionnaire avec l'analyse statistique choisie, cela pourrait être différent si on envisage uniquement comme objectif de classer les patients en plusieurs groupes en fonction de leur consommation évaluée de sel, sans vouloir obtenir d'estimation précise, chiffrée, de leur consommation habituelle. On retrouve d'ailleurs déjà cette classification dans la dernière partie de l'auto-questionnaire, dans le tableau d'interprétation des résultats. La question qui reste à se poser ici est de savoir si une telle classification est suffisante pour garder tout l'intérêt de l'auto-questionnaire en pratique médicale courante. Je pense que même si on enlève évidemment beaucoup de précision, cela peut être suffisant pour la pratique quotidienne en tous cas en médecine générale, mais pas pour certains patients pour lesquels le contrôle de leur consommation de sel a une place primordiale dans leur prise en charge thérapeutique.

Evidemment le questionnaire présenté dans cette étude ne peut être transposé dans un autre pays, puisqu'il est adapté aux habitudes de consommation de sa population cible. C'est un critère essentiel pour obtenir un questionnaire valide. Or ceci est difficile à réaliser en France puisque nous avons une alimentation très diversifiée, probablement beaucoup plus que l'alimentation japonaise traditionnelle.

8.4.2 Etude britannique datant de 1987 ayant pour but une évaluation des apports en sel par un questionnaire et par la mesure de natriurèses des 24 heures [82]

Cette étude part du constat que le sel dans l'alimentation doit être réduit, mais que l'évaluation de sa consommation n'est en général pas bonne. Les auteurs ont pris pour point de départ un questionnaire développé lors d'une précédente étude [83] qu'ils ont modifié et tenté de valider.

Pour ne pas influencer les réponses au questionnaire des participants, ils ont décidé de l'intituler « Etude de consommation alimentaire », sans en indiquer le but exact.

Le questionnaire inclut des questions concernant le sel ajouté lors de la cuisson (par exemple « Pouvez-vous estimer le nombre de cuillères à café de sel ajouté par personne lors de la cuisson de vos légumes à la maison ? »), ainsi que des questions sur le sel ajouté à table

(« Resalez-vous habituellement ces aliments à table ? » avec une liste de 10 aliments associée, « Resalez-vous habituellement votre assiette avant même d’avoir goûté ? »). Afin de compléter cette rubrique, ils ont également ajouté une question sur l’attrait des participants pour le goût salé, en leur demandant sur une échelle de 1 à 10 quelle importance a pour eux le sel pour apprécier un repas. (Annexe 7)

Afin d’évaluer la consommation de sel « caché » dans les aliments, ils ont évalué, comme dans notre auto-questionnaire, la fréquence de consommation de 14 types d’aliments considérés comme principaux vecteurs de sel pour leur population cible. Les fréquences de consommation sont classées sur une échelle de 1 à 10, allant de « moins de une fois par an » à « trois fois par jour ou plus ». Les aliments proposés comportent : les céréales petit-déjeuner, le pain, le beurre ou la margarine salés, le fromage, le bacon et les saucisses, les pains de viande, les bouillons cubes ou équivalents (Oxo®, Marmite®, Bovril®), les légumes secs, les chips, les cacahuètes salées, les soupes, les poissons fumés, les pickles et les sauces et condiments.

Dans ce questionnaire, les auteurs ont choisi de ne laisser aucun calcul au patient. Ainsi ils ont réalisé un tableau avec la quantité de sodium contenue dans les aliments inclus, avec la taille de la « portion-type » pour les hommes et les femmes, et enfin un facteur multiplicateur pour chaque item et chaque sexe, permettant d’obtenir le score total.

On peut également noter la façon dont a été évaluée la fréquence de consommation des aliments. Le choix laissé aux patients est plus important que dans notre auto-questionnaire, puisque la fréquence est classée sur une échelle de 1 à 10. Ceci semble intéressant par rapport à notre questionnaire pour résoudre les difficultés rencontrées par les patients pour évaluer leur fréquence de consommation. Le fait de laisser plus de choix dans la fréquence de consommation augmente probablement la fiabilité du test, mais augmente en même temps sa complexité.

Le questionnaire a été distribué à 113 femmes, âgées de 20 à 56 ans, sans pathologie connue, recrutées dans un service de chirurgie générale, où elles étaient en attente d’un geste chirurgical « bénin ». 36 d’entre elles ont été sélectionnées sur les 113 qui ont rempli le questionnaire. Ces 36 femmes participants ont réalisé parallèlement un recueil des urines de 24 heures pendant 7 jours consécutifs, sur lesquels ont été mesurées les natriurèses des 24 heures correspondant à leur consommation totale de sel pendant ces 7 jours. Il leur a également été distribué un pot de sel pré-pesé qu’elles ont utilisé pour ajouter du sel à table. Les auteurs ont ainsi pu évaluer la quantité de sel ajouté à table en pesant le pot de sel avant et après la semaine de test. Ils ont utilisé la même méthode pour évaluer la quantité de sel ajouté lors de la cuisson des aliments en leur fournissant un pot de sel pré-pesé et en divisant la quantité de sel utilisé par le nombre de convives à table. Ces 36 femmes sélectionnées ont à nouveau complété le questionnaire environ 2 mois après le premier pour en tester la reproductibilité.

Afin de valider le questionnaire, les auteurs ont ensuite comparé les réponses aux questionnaires des 36 femmes avec les résultats des natriurèses pour estimer la quantité totale de sel consommé, avec les quantités de sel ajouté à table et enfin avec celles ajoutées lors de

la cuisson, obtenues à l'aide des pots pré-pesés. Ils ont ainsi pu montrer que la corrélation était bonne pour ces trois différents points, notamment pour estimer la quantité totale de sel consommé, puisqu'ils ont obtenu un facteur de corrélation égal à **0.61** ($p < 0.001$).

Enfin les auteurs ont calculé les moyennes et les déviations-standards des apports en sel mesurés chez les 36 femmes sélectionnées et les ont comparées aux moyennes et déviations-standards des apports en sel estimés à l'aide du questionnaire chez les 113 femmes participant initialement à l'étude. Or il s'avère que les résultats sont identiques, avec un apport moyen de 7.4 g de NaCl par jour dans les deux cas.

Les auteurs concluent ainsi que leur questionnaire pourrait être utilisé pour estimer la quantité de sel consommée habituellement par les patients. Cependant ils pondèrent quelque peu leurs résultats en signalant que le questionnaire a tendance à sous-évaluer les faibles consommatrices et à surestimer les fortes consommatrices.

Les résultats obtenus dans cette étude sont donc plutôt encourageants, puisqu'on retrouve une bonne corrélation entre la quantité de sel mesurée et la quantité de sel estimée à l'aide du questionnaire, avec un test par ailleurs bien reproductible. Mais le protocole de l'étude est évidemment beaucoup plus complexe que le mien et semble vraiment difficile à mettre en pratique.

L'avantage du questionnaire de cette étude est qu'il prend en compte le sel ajouté à table et lors de la cuisson, avec des questions relativement simples. On ne peut qu'avoir envie de s'en inspirer pour améliorer notre auto-questionnaire. Ajouter par exemple deux questions simples comme ici pour évaluer la quantité de sel ajouté à table semble tout à fait réalisable en pratique, même si ceci ajouterait une part de subjectivité au questionnaire :

- Avez-vous tendance à resaler les aliments dans votre assiette sans même y avoir goûté ?
 - jamais parfois souvent toujours
- Quelle importance a pour vous le goût salé pour apprécier un repas ?
 - aucune modérée élevée

Cela obligerait évidemment à modifier le calcul final de l'auto-questionnaire puisque le sel ajouté à table est actuellement inclus au facteur correcteur fixe. Ainsi on modifierait ce facteur correcteur et on ajouterait ces deux questions aux neuf items déjà proposés aux participants. On se pose aussi la question du score qui serait attribuée à ses deux questions. On peut envisager de définir un score pour chacune des réponses proposées, si situant entre un minimum et un maximum correspondant au minimum et au maximum de la quantité de sel ajoutée à table connus dans les enquêtes françaises de référence. Or on sait ainsi que le sel ajouté à table représente en moyenne 10% des apports sodés totaux, et dans les enquêtes de référence, on l'évalue à 1 à 2 g de sel par jour. Le score total de ces deux questions devrait donc se situer dans cet intervalle.

A noter par ailleurs dans cette étude la répétition des mesures de natriurèse des 24 heures sur 7 jours consécutifs, qui participe probablement à la réussite de celle-ci.

Par contre le questionnaire de cette étude répond moins bien à nos objectifs secondaires. Il est effectivement beaucoup plus compliqué, avec plus d'items et nécessite donc plus de temps pour être réalisé. La méthode de calcul utilisée est aussi très complexe, avec des facteurs multiplicateurs à appliquer pour chaque item.

8.4.3 Etude finlandaise de 1982, dans le but d'élaborer un questionnaire permettant de classer les sondés en fonction de leur consommation de sel [84]

Le questionnaire se compose de deux parties :

- Une première partie regroupant cinq questions évaluant les habitudes de chacun quant à leur consommation de sel. La somme des scores obtenus à ces questions est appelé HI (Habit Index). Deux de ces questions me semble particulièrement intéressantes et pourraient être reprises pour compléter notre auto-questionnaire, avec le même principe que pour l'étude britannique précédemment décrite, afin d'y inclure une évaluation de la quantité de sel ajouté à table :
 - A quelle fréquence ajoutez-vous du sel dans votre assiette à table ?
 - jamais
 - uniquement si nécessaire
 - avant même d'avoir goûté
 - A votre avis combien de sel consommez-vous par rapport aux autres ?
 - plus
 - autant
 - moins
- Une deuxième partie composée de sept items évaluant la fréquence de consommation d'aliments vecteurs de sel. Pour chaque aliment, les sondés ont le choix entre trois propositions de fréquence de consommation, pour laquelle un score est attribué :
 - très peu souvent voire jamais = 0
 - une fois par semaine – une ou deux fois par mois = 1
 - plus d'une fois par semaine = 2

La somme des scores obtenus est alors appelé FI (Frequency Index). Cette partie est beaucoup plus simple que la nôtre, avec peu de choix de fréquence et donc un calcul simplifié, mais la taille des portions n'est ici pas prise en compte.

Le score total obtenu au questionnaire et correspondant à la somme de HI et de FI est appelé SI (Salt Index). Ce score SI a été comparé à une natriurèse des 24 heures et une corrélation entre ces deux valeurs a été recherchée.

C'est ainsi cette étude qui se rapproche le plus de la nôtre, hormis la présence dans le questionnaire d'items évaluant de façon plus subjective la quantité de sel ajoutée à table et l'appétence pour le goût salé des participants.

L'étude a inclus 1471 personnes (751 hommes et 720 femmes), âgées de 14 à 65 ans. La population d'étude est un échantillon représentatif de la population totale.

Le facteur de corrélation entre le SI et la natriurèse est pour les hommes de 0.18 et pour les femmes de 0.20. Celui-ci est donc très faible et les auteurs concluent que leur questionnaire ne peut être utilisé pour estimer de façon précise la consommation de sel des patients.

Mais ils ont ensuite classé les participants en trois groupes en fonction de leur SI : faible, moyen, élevé. Cette classification a été réalisée de façon à suivre la distribution en quintiles. Le SI faible correspond ainsi au quintile le plus bas, le SI élevé, au quintile le plus élevé, et les quintiles 2, 3 et 4 ont été rassemblés et classés dans le SI moyen. Dans les deux sexes on observe alors que la natriurèse moyenne était la plus basse dans le groupe SI faible, et la plus haute dans le groupe SI élevé (une analyse de variance ANOVA ayant été réalisée ici).

Les auteurs concluent donc qu'un tel questionnaire peut être utilisé pour identifier les forts consommateurs de sel et pour évaluer les changements de consommation de sel. Ils insistent sur l'impact qu'il peut avoir pour motiver les patients à modifier leurs habitudes et leur faire prendre conscience de l'importance de connaître et de contrôler leur consommation quotidienne.

Cette classification en plusieurs groupes peut être intéressante à mettre en place dans notre étude, comme déjà évoqué précédemment.

8.5 Quelles propositions à l'issue de cette discussion ?

En synthèse, on reprend les hypothèses avancées pour expliquer la faible concordance entre les deux méthodes d'évaluation de la consommation de sel utilisées dans notre étude, auxquelles on apporte des solutions éventuelles.

- La mesure de la natriurèse est erronée :
 - Le recueil d'urines n'est pas complet. Il faut ajouter au protocole un moyen de le vérifier et écarter les recueils invalides.
 - Un seul recueil d'urines ne peut refléter la natriurèse d'un sujet. Il faut multiplier ces recueils, éventuellement en effectuant des recueils sur échantillon ou nocturnes, plutôt que des recueils des 24 heures.

- L'estimation de l'auto-questionnaire est fautive :
 - L'auto-questionnaire n'a pas été compris et donc mal rempli, ou il existe des erreurs de calcul. Une aide extérieure peut être envisagée pour le réaliser, et les calculs peuvent être laissés aux médecins.
 - Le jugement du sondé sur sa consommation de sel peut influencer sur le résultat final. Il faut qu'il soit réalisé le plus spontanément possible, sans donner trop d'indication sur son objectif a priori.

- L'auto-questionnaire doit être modifié.
 - Au moins une question sur le sel ajouté à table doit être intégrée, ainsi qu'une question sur l'appétence pour le goût salé.
 - Le nombre d'items évaluant la consommation de sel « caché » doit être adapté pour répondre à l'objectif principal tout en conservant l'objectif secondaire. On peut adjoindre un item sur le type d'eau consommée, une question sur la consommation de médicaments effervescents, et un item pour évaluer la consommation de sauces et condiments.

Ces propositions, si elles étaient mises en pratique, amélioreraient certainement les résultats de l'étude, mais suffiraient-elles à atteindre notre objectif principal ?

Il est très difficile au vu de nos résultats et de la bibliographie de valider un tel questionnaire pour estimer le sel consommé de façon précise, chiffrée en g/24h. Peut-être est-ce finalement l'objectif final de l'auto-questionnaire qu'il faudrait modifier pour pouvoir l'utiliser en pratique quotidienne.

Plutôt que de l'envisager à l'échelon individuel, l'auto-questionnaire pourrait être utilisé dans des études épidémiologiques pour évaluer la consommation de sel dans une population donnée. Mais il perdrait évidemment une grande partie de son intérêt.

S'il ne permet pas d'avoir une idée précise de la consommation de sel quotidienne d'un patient, il pourrait en donner un ordre de grandeur. En fonction du résultat obtenu à l'auto-questionnaire, le patient serait classé dans une catégorie lui indiquant son niveau moyen de consommation. On peut d'ailleurs envisager reprendre les catégories déjà représentées dans l'encadré *Interprétation* de l'auto-questionnaire. Selon la catégorie dans laquelle se place le patient, des conseils hygiéno-diététiques adaptés pourraient lui être donnés, en tenant compte de son profil et de ses antécédents. On obtiendrait ainsi le tableau suivant pour le résultat final et son interprétation (tableau 16).

Tableau 16 : Classification et interprétation selon le résultat de l'auto-questionnaire utilisé comme outil de dépistage

< 6	consommation faible	pas de conseil diététique nécessaire
entre 6 inclus et 8	consommation raisonnable	conseils diététiques nécessaires selon les comorbidités
entre 8 inclus et 10	consommation excessive	conseils diététiques nécessaires pour limiter la consommation de sel
≥ 10	consommation très excessive	prise en charge diététique absolument nécessaire

L'auto-questionnaire serait alors un outil de dépistage utilisable à l'échelon individuel. Il conserverait tout son intérêt en pratique médicale courante et son impact à court terme observé. Evidemment il serait moins précis, ce qui semble plutôt préjudiciable pour un usage plus spécialisé, par les néphrologues ou les cardiologues, dont les patients peuvent nécessiter un contrôle plus strict de leurs apports sodés. Il pourrait aussi être un outil de suivi pour évaluer le respect de règles diététiques mises en place, à condition que ce test soit reproductible. Pour autoriser son utilisation à ses fins, il doit être validé par une autre analyse statistique que celle réalisée dans cette étude, le test approprié ici étant une analyse de variance.

9 CONCLUSION

L'intérêt de l'auto-questionnaire « Évaluez votre consommation de sel ! » est indéniable du fait des conséquences potentielles d'un excès de sel dans l'alimentation. Disposer d'un tel outil, répondant bien aux objectifs secondaires fixés de rapidité, facilité d'utilisation et d'interprétation, serait une aide précieuse pour les médecins et leurs patients, afin d'estimer leur consommation habituelle de sel et de limiter celle-ci si nécessaire.

Malheureusement la faible corrélation obtenue dans l'étude entre les résultats estimés par l'auto-questionnaire et les valeurs mesurées par la natriurèse des 24 heures, ainsi que leur faible concordance, ne permet pas de le valider, et son utilisation en pratique médicale courante n'est donc pas possible en l'état actuel.

Même si notre protocole d'étude présente des biais, et notamment le fait qu'une seule natriurèse a été réalisée, il apparaît que l'auto-questionnaire doit subir des modifications pour être utilisable en pratique, d'autant que l'échantillon d'étude a été suffisamment grand. Mais réussir à développer un tel questionnaire n'est évidemment pas simple, surtout lorsque l'on sait qu'il n'existe aucune méthode parfaitement fiable pour estimer la consommation de sel dans l'alimentation des patients.

Si augmenter le nombre d'items du questionnaire, en ajoutant notamment des questions sur le sel ajouté à table, pourrait améliorer la fiabilité du test, il serait probablement plus judicieux de modifier l'objectif principal de celui-ci, en classant les sondés en plusieurs catégories en fonction de leur niveau de consommation de sel, comme déjà proposé à la fin de l'auto-questionnaire « Évaluez votre consommation de sel ! ». Une évolution de l'auto-questionnaire est donc nécessaire pour permettre son utilisation en pratique médicale courante. Au vu des résultats obtenus, poursuivre les investigations sur celui-ci est capital tant son utilité et son impact semblent importants.

10 ANNEXES

Annexe 1 : Auto-questionnaire « Évaluez votre consommation de sel ! »

EVALUEZ VOTRE CONSOMMATION DE SEL !

Mode d'emploi: une calculatrice est recommandée

1. Cochez les cases ou remplissez d'un chiffre les pointillés selon les cas
2. Effectuez les calculs demandés
3. Reportez chaque résultat dans la grande case BLEUE
4. Faites la SOMME de tous les grandes cases BLEUES
5. Divisez le total par 12 et rajoutez 2: vous obtenez le résultat final

$$\boxed{\otimes} 3 \times 7 = 21$$

Report du résultat → 21

1. PAIN

Vous mangez en moyenne approximativement **PAR JOUR** (veuillez cocher les propositions qui vous semblent les plus proches de la réalité):

 Baguette de 250g	rien <input type="checkbox"/> 0	+	 Pain de 400g	rien <input type="checkbox"/> 0	= × 7 =
un quart <input type="checkbox"/> 2	un quart <input type="checkbox"/> 4				
la moitié <input type="checkbox"/> 4	la moitié <input type="checkbox"/> 8				
une entière <input type="checkbox"/> 8	un entier <input type="checkbox"/> 16				

→

2. FROMAGES SALES

Taille moyenne de vos portions (veuillez cocher la proposition qui vous semble la plus proche de la réalité)

<input type="checkbox"/>	 Vous en mangez tous les jours	..... fois/ jour en moyenne	× 14 =
	OU Vous en mangez moins souvent mais au moins une fois par semaine	..... fois/ semaine en moyenne	× 2 =
OU			
<input type="checkbox"/>	 Vous en mangez tous les jours	..... fois/ jour en moyenne	× 28 =
	OU Vous en mangez moins souvent mais au moins une fois par semaine	..... fois/ semaine en moyenne	× 4 =

→

3. CHARCUTERIES FROIDES

Taille moyenne de vos portions

<input type="checkbox"/>	 Vous en mangez tous les jours	..... fois/ jour en moyenne	× 14 =
	OU Vous en mangez moins souvent mais au moins une fois par semaine	..... fois/ semaine en moyenne	× 2 =
OU			
<input type="checkbox"/>	 Vous en mangez tous les jours	..... fois/ jour en moyenne	× 28 =
	OU Vous en mangez moins souvent mais au moins une fois par semaine	..... fois/ semaine en moyenne	× 4 =

→

4. CHARCUTERIES CHAUDES

Taille moyenne de vos portions

<input type="checkbox"/>			Vous en mangez tous les jours	..... fois/ jour en moyenne	$\times 14 =$
			Vous en mangez moins souvent mais au moins une fois par semaine	..... fois/ semaine en moyenne	$\times 2 =$
OU					
<input type="checkbox"/>			Vous en mangez tous les jours	..... fois/ jour en moyenne	$\times 28 =$
			Vous en mangez moins souvent mais au moins une fois par semaine	..... fois/ semaine en moyenne	$\times 4 =$

\rightarrow

5. PLATS CUISINES, SOUPES ET CONSERVES

					Vous en mangez en moyenne approximativement fois par semaine	$\times 4 =$	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
---	---	---	---	---	---	------------------------	--------------	---

6. PIZZAS, QUICHES, CROQUE-MONSIEURS, SANDWICHES, HOT-DOGS, HAMBURGERS...

					Vous en mangez en moyenne approximativement part(s) par semaine	$\times 4 =$	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
--	--	--	--	--	---	---------------------------	--------------	---

7. GATEAUX APERITIFS, CHIPS, FRUITS SECS SALES

			Vous en mangez en moyenne approximativement fois par semaine	$\times 2 =$	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
---	---	---	---	------------------------	--------------	---

8. VIENNOISERIES, PATISSERIES DU COMMERCE

		Vous en mangez en moyenne approximativement part(s) par semaine	$\times 2 =$	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
---	---	---	---------------------------	--------------	---

9. CUBES DE BOUILLON

	Vous en utilisez en moyenne approximativement cubes par semaine	$\times 10 \div$ nombre de convives	$=$	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
---	---	-------------------------	------------------	--------------------------	-----	---

R	1. PAIN	
E	2. FROMAGES SALES	
C	3. CHARCUTERIES FROIDES	
A	4. CHARCUTERIES CHAUDES	
P	5. PLATS CUISINES, SOUPES ET CONSERVES	
I	6. PIZZAS, QUICHES, CROQUES-MONSIEURS, HAMBURGERS...	
T	7. GATEAUX APERITIFS, CHIPS, FRUITS SECS SALES	
U	8. VIENNOISERIES, PATISSERIES DU COMMERCE	
L	9. CUBES DE BOUILLON	
A		
T		
I		
F		
	TOTAL	

Divisez le total par 12 puis rajoutez 2 \rightarrow

Interprétation

4-6 : consommation faible
 6-8 : consommation raisonnable
 8-10 : consommation excessive
 > 10 : consommation très excessive

Annexe 2 : Fiche informative et explicative à destination des patients

« Évaluez votre consommation de sel »

Initiales :

Sexe :

Date de naissance :

Médicaments habituels :

.....

Quelques conseils pour le recueil des urines des 24 heures :

Une fois que votre médecin vous aura remis ce questionnaire ainsi que l'ordonnance pour l'analyse des urines des 24 heures, rendez vous dans le laboratoire d'analyses le plus proche afin de récupérer le récipient qui vous permettra de recueillir vos urines.

Vous pouvez réaliser le recueil n'importe quel jour de la semaine, selon votre convenance.

Le jour choisi, jetez les premières urines après votre réveil, puis à partir de ce moment-là, vous gardez dans le récipient toutes les urines jusqu'au lendemain matin à la même heure, y compris les premières urines au réveil. Si le récipient fourni n'était pas suffisant, continuez à garder vos urines, dans le contenant de votre choix.

Les urines peuvent être conservées à température ambiante.

Lorsque le recueil est terminé, vous le déposez au laboratoire d'analyses quand vous voulez.

Il est surtout essentiel pour la fiabilité des résultats que vous collectiez la totalité des urines pendant 24 heures.

N'hésitez pas à me laisser vos remarques quant au questionnaire (difficultés rencontrées...).

Je vous remercie par avance de votre participation.

Commentaires éventuels :

.....

Annexe 3 : Lettre explicative à destination des médecins participants

Cher confrère,

Je réalise actuellement mon travail de thèse, dont le but est de valider et donc de permettre l'utilisation en pratique quotidienne d'un auto-questionnaire évaluant la quantité de sel consommé dans l'alimentation des patients.

Afin d'obtenir cette validation, cet auto-questionnaire doit être comparé à une méthode de référence, la mesure de la natriurèse des 24 heures. Je sollicite ainsi votre aide pour inclure des patients volontaires dans cette étude.

Tout adulte de plus de 18 ans peut y participer, le seul critère d'exclusion étant l'introduction ou la modification récente (moins de 15 jours) d'un traitement anti-hypertenseur (IEC, SARTAN, diurétique).

Le patient peut réaliser le recueil des urines des 24h le jour de son choix et doit remplir l'auto-questionnaire le même jour. Une fiche explicative sur les modalités du recueil accompagne l'auto-questionnaire destiné au patient. Il convient d'insister sur le fait que le recueil doit être complet pour que les résultats soient fiables.

Afin de faciliter l'adhésion des patients à l'étude, je pourrai vous fournir directement au cabinet les récipients pour le recueil.

Je vous demanderai ensuite de récupérer les résultats des natriurèses ainsi que les auto-questionnaires une fois complétés.

Annexe 4 : Résultats bruts de l'étude pour l'ensemble de la population

	Initiales	Sexe	Age	Auto-questionnaire (g/24)	Natriurèse (g/24h)	Groupe
1	LP	M	45	8	7,94	MG
2	JC	F	31	5,42	8,7	MG
3	GF	M	31	6,08	8,18	MG
4	JS	M	25	9,83	10,35	MG
5	MH	F	59	3,66	6,12	MG
6	MM	M	62	7,17	6,18	MG
7	BP	M	44	13,8	8,94	MG
8	LG	F	64	4,83	3,41	MG
9	LR	M	64	6	6,41	MG
10	BC	F	62	9,17	6,24	MG
11	DP	M	54	9,66	13,94	MG
12	PD	F	74	8	6	MG
13	PA	M	77	12,5	8,41	MG
14	ML	F	57	7,83	8,06	MG
15	MD	M	60	10,16	10,94	MG
16	MA	F	31	6	3,47	MG
17	FX	M	31	11,5	5,59	MG
18	CPM	F	52	4,5	4,82	MG
19	PJY	M	67	9,5	11,76	MG
20	CJ	F	83	14	10,59	MG
21	MAM	F	65	4,5	6,06	MG

22	BM	F	59	6,83	7,88	MG
23	ML	F	27	6,33	2,12	MG
24	AD	M	70	6	6,82	MG
25	CS	F	64	4,6	5,35	MG
26	DD	M	63	8,83	16,9	MG
27	CMP	F	57	8,92	9,06	MG
28	GR	M	58	8,16	7,06	MG
29	GC	F	60	8,5	3,88	MG
30	MO	M	24	10,92	11,53	MG
31	GS	M	30	10,17	13,7	MG
32	CC	F	30	9,16	11,18	MG
33	AV	M	27	11	13,47	MG
34	ME	F	26	6	10,18	MG
35	MS	F	34	7,4	6,12	MG
36	JP	M	59	6,5	7,88	MG
37	JF	F	56	5	4,65	MG
38	JR	M	26	9,17	11,88	MG
39	AM	F	23	6	11,47	MG
40	BC	M	38	11,3	10	MG
41	BN	F	36	8,8	5,24	MG
42	RP	M	58	13,33	8,03	MG
43	RJ	F	59	11	6,47	MG
44	AN	F	43	4,5	8,3	MG
45	GP	M	29	6,83	5,76	MG

46	PL	F	25	6,67	6,41	MG
47	BG	M	34	16	8,59	MG
48	DP	F	29	7,13	7,94	MG
49	BC	F	32	6,5	6,76	MG
50	BM	M	31	6,6	11,12	MG
51	RJ	M	81	8,25	5,47	N
52	TH	F	78	3,5	5,88	N
53	MA	M	71	5,83	6,17	N
54	DR	M	68	8	8,82	N
55	RJL	M	74	8	6,23	N
56	RF	F	68	6	2,29	N
57	HMT	F	80	6	7,18	N
58	AAM	F	64	3,17	6,88	N
59	DO	M	49	9,42	7,59	N
60	MC	F	35	5,16	6,65	N
61	BJ	M	86	11,32	9,47	N
62	RM	M	68	5,67	15,41	N
63	MSM	M	26	4,5	6,06	N
64	LC	F	39	2,83	1,88	N

M = homme

F = femme

MG = groupe Médecine Générale

N = groupe Néphro

Annexe 5 : Formule de Kawasaki [71]

Elle tient compte du genre, de l'âge, de la taille, du poids, autant que de la natriurèse et de la créatininurie

$$\text{Pour les femmes : } 0.96 \times \sqrt{\frac{UNa}{UCr}} \times (15.1 \times \sqrt{BH} + 7.4 \times \sqrt{CA} - 12.6 \times \sqrt{BW} - 80)$$

$$\text{Pour les hommes : } 0.96 \times \sqrt{\frac{UNa}{UCr}} \times (8.6 \times \sqrt{BH} + 5.1 \times \sqrt{CA} - 4.7 \times \sqrt{BW} - 75)$$

Le résultat est exprimé en g de NaCl par jour.

BW = body weight : poids en kg

BH = body height : taille en cm

CA = calendar age : âge en années

UNa : natriurèse

UCr : créatininurie

Annexe 6 : Teneur en sel de médicaments

SPECIALITES	DCI	Mg Na / UT	Mg SEL / UT	POSE USUELLE JOURNALIERE	Gramme c de SEL / J
ACETYLCYSTEINE BIOGARAN 200 MG CP EFF	acétylcystéine	114,9	291,846	3/J	0,87
ACETYLCYSTEINE GNR 200 MG CP EFF	acétylcystéine	600	1524	3/J	4,57
ACETYLCYSTEINE MERCK 200 MG CP EFF	acétylcystéine	165	419,1	3/J	1,26
AGRAM 500 MG CP EFF	amoxicilline	160	406,4	1-6/J	0,41-2,44
AMMONAPS 500 MG CP	phénylbutoyrate de sodium	62	157,48	9,9-13 g/m ²	3,15-6,30
AMMONAPS GRANULES	phénylbutoyrate de sodium	124	314,96	9,9-13 g/m ²	3,15-6,30
ANCOTIL 2,5 G INJ	flucytosine	792,32	2012,5	100-200 mg/kg/j	4,02-10,05
APACEF 1 G INJ	céfotetan	80	203,2	2-6/j	0,41-1,22
ASPIRINE UPSA 1 G CP EFF	acide acétylsalicylique	460	1168,4	1-6/J	1,17-7,01
ASPIRINE UPSA 500 MG CP EFF	acide acétylsalicylique	460	1168,4	1-12/J	1,17-14,02
ASPIRINE UPSA VIT C CP EFF	acide acétylsalicylique	485	1231,9	1-12/J	1,23-14,78
AZANTAC 150 MG CP EFF	ranitidine	328	833,12	1-4/J	0,83-3,33
AZANTAC 150 MG GRANULES EFF SACHET	ranitidine	235	596,9	1-4/J	0,60-2,39
AZANTAC 300 MG CP EFF	ranitidine	479	1216,66	1-2/J	1,22-2,44
AZANTAC 300 MG GRANULES EFF SACHET	ranitidine	235	596,9	1-2/J	0,60-1,20
AZANTAC 75 MG CP EFF	ranitidine	164	416,56	1-2/J	0,42-0,84
BAYPEN 5 G INJ	mezlocilline	213	541,02	240-300 mg/kg/j	1,62-2,70
BIODALGIC 80 MG CP EFF	tramadol	214	543,56	1-8/J	0,54-4,35
CALCIUM SANDOZ 500 MG CP EFF	calcium	275	698,5	2/J	1,40
CEPHALGAN PDR ORALE EFF SACHET	acide acétylsalicylique	119	302,26	1-3/J	0,30-0,90
CIMETIDINE MERCK 200 MG CP EFF	cimétidine	209	530,86	1-4/J	0,53-2,12
CIMETIDINE RPG 800 MG CP EFF	cimétidine	423	1074,42	1-2/J	1,07-2,14
CITRATE DE BETAINE 2G CP EFF	bétaïne	450	1143	1-3/J	1,14-3,43
CITROCHOLINE AMP BUV	citrate de choline	100	254	1-3/J	0,25-0,76
CITROCHOLINE PDR ORALE SACHET	citrate de choline	250	635	1-3/J	0,63-1,90
CLAMOXYL 1 G INJ	amoxicilline	62,5	158,75	2-12/J	0,32-1,91
CLAMOXYL 2 G INJ	amoxicilline	125,8	319,532	1-6/J	0,32-1,91
CLARADOL 500 MG CP EFF	paracétamol	422	1071,88	1-6/J	1,07-6,42
CLARADOL CAFEINE CP EFF	paracétamol + caféine	422	1071,88	1-6/J	1,07-6,42
CLARAGINE 500 MG CP EFF	acide acétylsalicylique	255	647,7	1-6/J	0,65-3,90
CLAVENTIN 3 G INJ	ticarcilline + ac clavulanique	360	914,4	4-5/J	3,66-4,57
CLAVENTIN 5 G INJ	ticarcilline + ac clavulanique	600	1524	3/J	4,57
DOLIPRANE 1 G CP EFF	paracétamol	408	1036,32	1-3/J	1,04-3,12
DOLIPRANE 500 MG CP EFF	paracétamol	408	1036,32	1-6/J	1,04-6,24

EFFERALGAN 1 G CP EFF	paracétamol	567	1440,18	1-3U	1,44-4,32
EFFERALGAN 500 MG CP EFF	paracétamol	412,4	1047,496	1-6U	1,05-6,30
EFFERALGAN CODEINE CP EFF	paracétamol + codéine	380	965,2	1-6U	0,96-5,76
EFFERALGAN VIT C CP EFF	paracétamol	330	838,2	1-6U	0,84-5,04
EXIDOL CP EFF	paracétamol + caféine	294	746,76	1-6U	0,75-4,50
EXOMUC 200 MG CP EFF	acétylcystéine	137	347,98	3U	1,04
FLUIMUCIL 200 MG CP EFF	acétylcystéine	127	322,58	3U	0,97
FONCITRIL 4000 SACHET	citrate de sodium et potassium	200	508	1-4U	0,51-2,03
FOSFOCINE 4 G INJ	fosfomycine	1330	3378,2	2-4U	6,76-13,52
GAUSCON SUSP BUV SACHET 10 ML	alginate et bicarbonate de Na	145	368,3	1-4U	0,37-1,48
HEPARITOL PDR ORALE SACHET	sorbitol + arginine	276	701,04	2-4U	1,40-2,80
INFLACED 20 MG PDR EFF SACHET	piroxicam	246	624,84	1-2U	0,62-1,24
MOTILIUM 10 MG GRANULES EFF SACHET	dompéridone	120	304,8	3U	0,91
MOVICOL PDR ORALE SACHET	macrogol	190	482,6	1-2U	0,48-0,96
MUCOMYST 200 MG CP EFF	acétylcystéine	332	843,28	3U	2,53
NUREFLEX 400 MG GRANULES EFF SACHET	ibuprofène	131	332,74	1-6U	0,33-1,98
PARACETAMOL ARROW 500 MG CP EFF	paracétamol	433	1099,82	1-6U	1,10-6,60
PARACETAMOL BAYER 500 MG CP EFF	paracétamol	263	668,02	1-6U	0,67-4,02
PARACETAMOL BIOGARAN 1 G CP EFF	paracétamol	331	840,74	1-3U	0,84-2,52
PARACETAMOL BIOGARAN 500 MG CP EFF	paracétamol	317	805,18	1-6U	0,80-4,86
PARACETAMOL CODEINE TEVA CP EFF	paracétamol + codéine	410	1041,4	1-6U	1,04-6,24
PARACETAMOL RPG 500 MG CP EFF	paracétamol	408	1036,32	1-6U	1,04-6,24
PARACETAMOL TEVA 500 MG CP EFF	paracétamol	263	668,02	1-6U	0,67-4,02
PENICILLINE G 1 MUJ INJ	pénicilline G	46	116,84	3-6 MUJ	0,36-5,00
PENICILLINE G 5 MUJ INJ	pénicilline G	230	584,2	Jusque 50 MUJ	0,58-5,80
PHOSPHONEUROS SOL BUV (pr 100 gttes)	phosphore	357	906,78	150-200 gttes	1,36-1,81
PHOSPHORE MEDIFA 750 MG CP EFF	phosphore	166	421,64	1-2U	0,42-0,84
RANIPLEX 150 MG CP EFF	ranitidine	328	833,12	1-4U	0,83-3,32
RANIPLEX 150 MG GRANULES EFF SACHET	ranitidine	235	596,9	1-4U	0,60-2,40
RANIPLEX 300 MG CP EFF	ranitidine	479	1216,66	1-2U	1,22-2,44
RANIPLEX 300 MG GRANULES EFF SACHET	ranitidine	470	1193,8	1-2U	1,19-2,38
RANIPLEX 75 MG CP EFF	ranitidine	164	416,56	1-2U	0,42-0,84
RANITIDINE ARROW 150 MG CP EFF	ranitidine	402	1021,08	1-4U	1,02-4,08
RANITIDINE BIOGARAN 150 MG CP EFF	ranitidine	328	833,12	1-4U	0,83-3,32
RANITIDINE BIOGARAN 300 MG CP EFF	ranitidine	479	1216,66	1-2U	1,22-2,44
RANITIDINE G GAM 150 MG CP EFF	ranitidine	120	304,8	1-4U	0,30-1,20
RANITIDINE G GAM 300 MG CP EFF	ranitidine	240	609,6	1-2U	0,61-1,22
RANITIDINE MAX 150 MG CP EFF	ranitidine	120	304,8	1-4U	0,30-1,20
RANITIDINE MAX 300 MG CP EFF	ranitidine	240	609,6	1-2U	0,61-1,22
RANITIDINE MERCK 300 MG CP EFF	ranitidine	240	609,6	1-2U	0,61-1,22
RANITIDINE MERCK 75 MG CP EFF	ranitidine	128	325,12	1-2U	0,32-0,64
RANITIDINE RATIOPHARM 150 MG CP EFF	ranitidine	120	304,8	1-4U	0,30-1,20
RANITIDINE RATIOPHARM 300 MG CP EFF	ranitidine	240	609,6	1-2U	0,61-1,22
RANITIDINE TEVA 150 MG CP EFF	ranitidine	120	304,8	1-4U	0,30-1,20
RANITIDINE TEVA 300 MG CP EFF	ranitidine	240	609,6	1-2U	0,61-1,22
RANITIDINE TEVA 75 MG CP EFF	ranitidine	128	325,12	1-2U	0,32-0,64
SPAGULAX PDR ORALE EFF SACHET	ispaghul	120	304,8	1-3U	0,30-0,90
STOMEDINE 200 MG CP EFF	cimétidine	403	1023,62	1-2U	1,02-2,05
TAGAMET 200 MG CP EFF	cimétidine	477	1211,58	1-4U	1,21-4,84
TAGAMET 800 MG CP EFF	cimétidine	423	1074,42	1-2U	1,07-2,14
TAKADOL 100 MG CP EFF	tramadol	320	812,8	1-8U	0,82-6,56
TAZOCILLINE 4 G INJ	piperacilline + tazobactam	216	548,64	4U	2,19
TICARPEN 5 G INJ	ticarclilline	600	1524	3U	4,57
TRAMADOL BAYER 50 MG CP EFF	tramadol	214	543,56	1-8U	0,54-4,32
TRAMADOL G GAM 50 MG CP EFF	tramadol	214	543,56	1-8U	0,54-4,32
TRAMADOL IREX 50 MG CP EFF	tramadol	214	543,56	1-8U	0,54-4,32
TRAMADOL MERCK 50 MG CP EFF	tramadol	258,3	656,082	1-8U	0,66-5,28
TRAMADOL TEVA 50 MG CP EFF	tramadol	214	543,56	1-8U	0,54-4,34
TRANSIPEG 2,95 G PDR ORALE SACHET	macrogol	145	368,3	1-4U	0,37-1,48
TRANSIPEG 5,09 G PDR ORALE SACHET	macrogol	290	736,6	1-2U	0,74-1,48
TRASEDAL 50 MG CP EFF	tramadol	175	444,5	1-8U	0,44-3,52
TRIFLUCAN 100 MG INJ	fluconazole	176,5	448,31	1-8U	0,45-3,58
TRIFLUCAN 200 MG INJ	fluconazole	353	896,62	1-4U	0,90-3,58
TRIFLUCAN 400 MG INJ	fluconazole	706	1793,24	1-2U	1,79-3,58
UNACIM 1 G INJ	ampicilline + sulbactam	115	292,1	2-12U	0,58-3,48
ZUMALGIC 100 MG CP EFF	tramadol	340	863,6	1-4U	0,86-3,44
ZUMALGIC 50 MG CP EFF	tramadol	214	543,56	1-8U	0,54-4,34

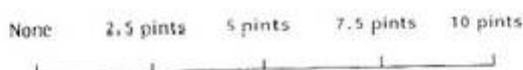
Annexe 7 : Exemples d'items utilisés dans le questionnaire de l'étude réalisée par Shepherd

14) Do you usually add salt to the following foods at the table?

	Yes	No	Not eaten
(i) Chips			
(ii) Boiled eggs			
(iii) Eggs (other than boiled)			
(iv) Tomatoes			
(v) Boiled potatoes			
(vi) Baked potatoes			
(vii) Boiled rice			
(viii) Spaghetti or other pasta			
(ix) Porridge			
(x) Other foods - please specify			

(a)

1) How much milk do you drink in an average week?



3) Do you salt food at the table before tasting it?



7) How important is salt to your enjoyment of food?



9) How much salt is added during cooking to the vegetables you eat at home?



(b)

FIGURE 1. Questionnaire items on table and cooking salt use.

Breakfast cereals
(except
Puffed Wheat,
Sugar Puffs,
Shredded Wheat
and Muesli)

Never Monthly Weekly Daily 6 times
per day



FIGURE 2. Example of form of items in question 15 for assessing the frequency of eating foods high in salt.

11 BIBLIOGRAPHIE

1. Chrystelle Robard-Martin, *Evaluation de la consommation de sel en pratique médicale courante : mise au point d'un auto-questionnaire*, thèse de doctorat en médecine, Limoges : Université de Limoges, 2011, 78p.
2. Pierre Meneton, *Les effets nocifs de l'excès de sel sur la santé*, Médecine et Nutrition, 2004, vol.40, N°1, p. 9-17.
3. AFSSA, 2002, *Rapport sel : évaluation et recommandations*, 200 p. <http://www.anses.fr>.
4. Bourel M, Ardaillou R. *Contenu en sel de l'alimentation et hypertension artérielle*. Académie de Médecine, 2004.
5. Intersalt Cooperative Research Group, *Intersalt : An international study of electrolyte excretion and blood pressure : results for 24-hour urinary sodium and potassium excretion*. BMJ, 1988, **297**, 319-28.
6. Stamler J, *The INTERSALT study : background, methods, findings and implications*, Am. J. Clin. Nutr., 1997, **65**, 626S-624S.
7. Elliot P., *The INTERSALT study : a addition to the evidence on salt and blood pressure, and some implications*, J.Hum, Hypertens, 1989, **3**, (5), 289-298.
8. Stamler J et al, For the INTERMAP research group (2003), *INTERMAP background, aims, design, methods and descriptive statistics (non-dietary)*, J Hum Hypertens., **17**, 591-608.
9. Shan G, Wei D, Wang C, Zhang J, Wang B, MA M, Pan L, Yu T, Xue F, Wu Z, *Trends of overweight and obesity in Yi people between 1996 and 2007 : an Yi migrant study*, Biomed Environ Sci, 2011 Oct., **24**(5) 467-74.
10. Alderman MH, Cohen H, Madhavan S, *Dietary sodium intake and mortality : the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES I)*, Lancet, 1998 Ma14, **351**(9105), 781-5.
11. Cohen HW, Hailpern SM, Fang J, Alderman MH, *Sodium intake and mortality in the NHANES II follow-up study*, Am J Med, 2006 Mar **119**(3), 275 e7-14.
12. Cook NR, Obarzanek E, Cutler JA, Buring JE, Rexrode KM, Kumanyika SK, Appel LJ, Whelton PK ; Trials of Hypertension Preventive Collaboration Research Group, *Joint effects of sodium and potassium intake on subsequent cardiovascular disease : the Trials of Hypertension Prevention follow-up study*, Arch Intern Med, 2009 Jan 12, **169**(1), 32-40.
13. Whelton PK, Appel LJ, Espeland A, Applegate WB, Ettinger WH, Kostis JB, Kumanyika S, Lacy CR, Johnson KC, Folmar S, Cutler JA, TONE collaboration research group, *Sodium reduction and weight loss in the treatment of hypertension in old persons : a randomized controlled trial of nonpharmacologic interventions in the Elderly (TONE)*, JAMA 1998, **279**, 839-846.
14. Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM, Appel LJ, Bray GA, Harsha D, Obarzanek E, Conlin PR, Miller ER 3rd, Simons-Morton DG, Karanja N, Lin PH, DASH-Sodium Collaborative Research Group, *Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet.*, N Engl J Med. 2001 Jan 4, **344**(1), 3-10.

15. Svetkey LP, Simons-Morton DG, Proschan MA, Sacks FM, Conlin PR, Harsha D, Moore TJ, *Effect of the dietary approaches to stop hypertension diet and reduced sodium intake on blood pressure control*, J Clin Hypertens (Greenwich), 2004 Jul, **6**(7), 373-81.
16. Forte JG, Miguel JM, Miguel MJ, De Padua F, Rose G, *Salt and blood pressure : a community trial*, J. Hum. Hypertens, 1989, **3**(3), 179-184.
17. Geleijnse JM, Hofman A, Witteman JC, Hazebroek AA, Valkenburg HA, Grobee DE, *Long-term effects of neonatal sodium restriction on blood pressure*, Hypertension, 1997, **29**(4), 913-917.
18. The Trials of Hypertension Prevention Collaborative Research Group, *Effects of weight loss and sodium reduction intervention on blood pressure and hypertension incidence in overweight people with high-normal blood pressure – The Trials of Hypertension Prevention Phase II*, Arch. Intern. Med, 1997, **157**(6), 657-667.
19. Ennezat PV, Houel R, Heloire F, Tolle V, Su JB, Cohen A, Castaigne A, Hittinger L, *Effects of high sodium intake on ventricular remodeling in mice* Arch. Mal Coeur Vaisseaux, 1998, **91**, 935-939.
20. De Simone G, Devereux RB, Camargo MJF, Wallerson DC, Laragh JR, *Influence of sodium intake on in vivo left ventricular anatomy in experimental renovascular hypertension*, Am. J. Physiol., 1993, **264**, 2103-10.
21. Liebson PR, Grandits GA, Dianzumba S, Prineas RJ, Grimm RH, Neaton JD, Stamler J, *Comparison of five antihypertensive monotherapies and placebo for change in left ventricular mass in patients receiving nutritional-hygienic therapy in the Treatment of Mild Hypertension Study (TOMHS)*, Circulation, 1995, **91**, 698-706.
22. Tuomilehto J, Jousilahti P, Rastenyte D, Moltchanov V, Tanskanen A, Pietinen P, Nissinen A, *Urinary sodium excretion and cardiovascular mortality in Finland : a prospective study*, Lancet, 2001, **17**, 357, 848-51.
23. He J, Ogden LG, Vupputuri S, Bazzano LA, Loria C, Whelton PK, *Dietary sodium intake and subsequent risk of cardiovascular disease in overweight adults*, JAMA, 1999, **282**, 2027-34.
24. Lin J, Curhan G, *Associations of diet and albuminuria with kidney function decline*, American Society of Nephrology, 2010 May, **5**(5), 836-43.
25. Devine A, Criddle RA, Dick IM, Kerr DA, Prince RL, *A longitudinal study of the effect of sodium and calcium intakes on regional bone density in postmenopausal women*, Am. J. Clin. Nutr., 1995, **62**, 740-5.
26. MacGregor GA, Cappuccio FP, *The kidney and essential hypertension : a link to osteoporosis ?*, J. Hypertens, 1993, **11**, 781-5.
27. Mizushima S, Tsuchida K, Yamori Y, *Preventive nutritional factors in epidemiology : interaction between sodium and calcium*, Clin. Exp. Pharmacol. Physiol., 1996, **26**, 573-5.
28. Afssa, *Actes du colloque “sel et santé”*.
29. Riboli Elio, *Cancer de l'estomac*, dans Alimentation et cancer, évaluation des données scientifiques, Riboli E., Declotire F., Collet-Ribbing C. Editions Tec & Doc. 1996, 117.

30. Lu JB, Qin YM, *Correlation between high salt intake and mortality rates for oesophageal and gastric cancers in Henan Province, China*, Int. J. Epidemiol, 1987, **16**, 171-6.
31. Montes G, Cuello C, Correa P, Zarama G, Liuzza G, Zavala D, De Marin E, Haenszel W, *Sodium intake and gastric cancer*, J. Cancer. Res. Clin. Oncol., 1985, **109**, 42-5.
32. Cirillo M, Laurenzi M, Panarelli W, Stamler J, *Urinary sodium to potassium ratio and urinary stone disease : the Gubbio Population Study Research Group*, Kidney Int., 1994, **46**, 1133-9.
33. Curhan GC, Willett WC, Speizer FE, Spiegelman D, Stampfer MJ, *Comparison of dietary calcium with supplemental calcium and other nutrients as factors affecting the risk for kidney stones in women*. Ann. Intern. Med., 1997, **126**, 497-504.
34. Carey OJ, Locke C, Cookson JB, *Effect of alterations of dietary sodium on the severity of asthma in men*, Thorax. 1993 Jul, **48**(7), 714-8.
35. Karpanen H, Mervaala E, *Adherence to and population impact of non-pharmacological antihypertensive therapy*, Journal of Human Hypertension, 1996, **10** (suppl 1), S57-S61.
36. Karppanen H, Mervaala E, *Sodium intake and hypertension*, Prog Cardiovasc Dis. 2006 Sep-Oct, **49**(2), 59-75.
37. Joosens JV, Kesteloot H, *Trends in systolic blood pressure, 24-hour sodium excretion, and stroke mortality in the elderly in Belgium*, American Journal of Medicine, 1991, **90** (suppl 3A), 5S-11S.
38. Loria CM, Obarzanek E, Ernst ND, *Choose and prepare foods with less salt : dietary advice for all Americans*, J. Nutr, 2001, **131**, 536S-551S.
39. *Dietary guidelines for Americans*, US department of Health and Human Services (HHS) and the US department of Agriculture (USDA), 2005 (<http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/document/pdf/DGA2005.pdf>, accessed 7 December 2006).
40. *Salt and health*, Scientific Advisory Committee on Nutrition, The Stationery Office 2003, <http://sacn.gov.uk/> .
41. *Consensus Action on Salt and Health (CASH)*, www.actionsalt.org.uk accessed on 5 December 2006.
42. *Déclaration commune des représentants des agences nationales de sécurité sanitaire des aliments et des institutions intervenant dans la nutrition des pays membres de l'Union Européenne*, 2004, <http://www.afssa.fr> .
43. World Health Organization / Food and Agriculture Organization, Join report 2003 : *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*, <http://who.int/hpr/nutrition/> .
44. <http://www.mangerbouger.fr/madam/>
45. <http://www.oqali.fr/oqali/>
46. Programme National Nutrition Santé 2001-2005, <http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/1n1.pdf>
47. Etude Nationale Nutrition Santé ENNS, 2006, Situation nutritionnelle en France en 2006 selon les indicateurs d'objectif et les repères Programme National Nutrition Santé (PNNS).

- http://www.invs.sante.fr/publications/2007/nutrition_enns/RAPP_INST_ENNS_Web.pdf
48. Programme National Nutrition Santé 2006-2011, <http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/plan.pdf>
 49. Programme National Nutrition Santé 2011-2015, <http://www.sante.gouv.fr/programme-national-nutrition-sante-2011-2015.html>
 50. Rapport sur le contenu en sel de l'alimentation et l'hypertension artérielle – Académie Nationale de Médecine 2004, <http://www.academie-medecine.fr/actualites/rapports.asp>
 51. Projet de loi relatif à la politique de santé publique – Sénat 2004, <http://www.senat.fr/dossierleg/pjl03-019.html>
 52. Rapport du Haut Conseil de la Santé Publique, *Objectifs de Santé Publique – Evaluation des objectifs de la loi du 9 août 2004 – Propositions*, avril 2010, <http://www.sante.gouv.fr/haut-conseil-de-la-sante-publique-objectifs-de-sante-publique-evaluation-des-objectifs-de-la-loi-du-9-aout-2004-et-propositions.html>
 53. Pierre Meneton, *Le sel, un tueur caché*, Editions Favre, novembre 2008.
 54. Volatier JL, *Consommation alimentaire des Français, enquête INCA1 (Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires) 1998-1999*, Paris Tec&Doc, 158p., 2000. <http://www.anses.fr/Documents/PASER-Ra-Inca.pdf>
 55. *Consommation alimentaire des Français, INCA2 (Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2006-2007)*, Afssa 2007, <http://www.anses.fr/Documents/PASER-Ra-Inca2.pdf>
 56. Etude SU-VI-MAX, coordonnée par le Pr Hercberg, directeur de recherche INSERM, in AFSSA, *Rapport sel : évaluation et recommandations*, p.22-23.
 57. Etude Nutrinet-Santé, <http://www.etude-nutrinet-sante.fr>
 58. Bingham SA, *The dietary assessment of individuals ; methods, accuracy, new techniques and recommendations*, 1987, Nutr Abstr Rev A, **57**, 706-742.
 59. James WPT, Ralph A, Sanchez-Castillo CP, *The dominance of salt in manufactured food in the sodium intake of affluent societies*, Lancet, **1**, 426-429.
 60. Bates CJ, Margetts BM, Nelson M, *Biochemical markers of nutrient intake*, in “Design concepts in nutritional epidemiology”, 1991, Oxford Medical Publications, Oxford, eds. pp192-265.
 61. J. Frey, M. Daudon, N. Raby, C. Augereau, M. Dechaux, J.-L. Diehl, P. Sicallac, C. Bonneau, Laboratoire de biochimie, hôpital de Bellevue, Saint-Étienne, *Valeur sémiologique des paramètres biochimiques urinaires*. Annales de Biologie Clinique. Volume 59, Numéro 1, 13-25, Janvier – Février 2001, Revues générales.
 62. Kamoun P., Fréjaville JP, Guide des examens de laboratoire, Ed. Médecine-Sciences Flammarion, février 2002, p. 1026-1028, 1057-1059.
 63. Mimran A., 2002, « Etude sur la natriurèse des 24 heures sur une population de sujets hypertendus et normotendus du Languedoc-Roussillon », in AFSSA, *Rapport sel : évaluation et recommandations*, p. 14-16.
 64. Ménard J., 2002, “Etude sur la natriurèse de 24 heures réalisée sur une population de sujets hospitalisés”, in AFSSA, *Rapport sel : évaluation et recommandations*, p. 16-17.

65. Huguier M, Flahault A, *Biostatistiques au quotidien*, Ed. Elsevier, 2000, 67, 77-79.
66. Orzy G, *Manuel de statistiques*, Ed. Ellipses, 2005, 61, 118-123.
67. Stanton A Glantz, *Introduction aux biostatistiques*, Ed. Mcgraw-Hill, 1999, 251-256.
68. Schachter J, Harper PH, Radin ME, Caggiula AW, McDonald RH, Diven WF, *Comparison of sodium and potassium intake with excretion*, Hypertension, 1980, **2**, 695-99.
69. Bingham S, Cummings JH, *The use of 4-aminobenzoic acid as a marker to validate the completeness of 24h urine collections in man*, Clin Sci, 1983, **64**, 629-35.
70. Wesson LG, Jr, *Electrolyte excretion in relation to diurnal cycles of renal function*, Medecine 1964, **43**, 547-92.
71. Hashimoto T, Yagami F, Owada M, Sugawara T, Kawamura M, *Salt preference according to a questionnaire vs dietary salt intake estimated by a spot urine method in participants at a health check-up center*, Inter Med, 2008, **47**, 399-403.
72. Kawasaki T, Itoh K, Uezono K, Sasaki H, *A simple method for estimating 24h urinary sodium and potassium excretion from second morning voiding urine specimen in adults*, Clin Exp Pharmacol Physiol, 1993, **20**, 7-14.
73. Kawasaki T, Itoh K, Uezono K, et al, *Investigation of high salt intake in a nepalese population with low blood pressure*, J Hum Hypert, 1993, **7**, 131-140.
74. Iseki K, Iseki C, Itoh K, et al, *Urinary excretion of sodium and potassium in a screened cohort in Okinawa, Japan*, Hypert Res, 2002, **25**, 731-736.
75. Kawamura M, Kusano Y, Takahashi T, Owada M, Sugawata T, *Effectiveness of a spot urine method in evaluating daily salt intake in hypertensive patients taking oral antihypertensive drugs*, Hypert Res, 2006, **29**, 397-402.
76. Liu K, Dyer AR, Cooper RS, Stamler R, Stamler J, *Can overnight urine replace 24-hour urine collection to assess salt intake ?*, Hypertension, 1979, **1**, 529-36.
77. Luft FC, Fineberg NS, Sloan RS, *Overnight urine collections to estimate sodium intake*, Hypertension, 1982, **4**, 494-98.
78. Espeland MA, Kumanyika S, Wilson AC, *Statistical issues in analyzing 24-hour dietary recall and 24-hour urine collection data for sodium and potassium intakes*, Am J Epidemiology, 2001, **153**, 996-1006.
79. Nakatsuka H, Satoh H, Watanabe T, *Estimation of salt intake by a simple questionnaire*, Ecology of food and nutrition, 1996, **35**, 15-23.
80. Nagayama I, Osato S, Ozeki S, Kora H, Matsuda T, Yasutake R, Wakahara N, *A check on the accuracy of methods in estimating sodium intake*, J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci., 1986, **39**, 89-93.
81. Ikeda J, Nagata H, Higshi A, Yoshiyuki Y, Kawai K, *A method for estimation of salt intake from results of a food frequency questionnaire*, Jpn.J. Hyg., 1988, **43**, 907-916.
82. Shepherd R, Farleigh CA, *Salt intake assessment by questionnaire and urinary sodium excretion*, Nutrition research NY, 1987, **7**, 557-568.
83. Shepherd R, Farleigh CA, Land DG, *Estimation of salt intake by questionnaire*, Appetite, 1985, **6**, 219-33.
84. Pietinen P, Tanskanen A, Tuomilehto J, *Assessment of sodium intake by a short questionnaire*, Scandinavian journal of social medicine, 1982, **10**, 105-112.

12 TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Chlorure de sodium	- 15 -
Figure 2 : Exemple de répartition du sodium chez un homme adulte de 70 kgs.	- 16 -
Figure 3 : Etude INTERSALT : lien entre la natriurèse et l'augmentation de la tension artérielle systolique avec l'âge.....	- 19 -
Figure 4 : Etude INTERSALT : lien entre la natriurèse et l'augmentation de la tension artérielle diastolique avec l'âge.....	- 19 -
Figure 5 : Effets de la réduction de l'apport de sel et du régime DASH sur la tension artérielle systolique et sur la tension artérielle diastolique.....	- 21 -
Figure 6 : Cadre conceptuel pour l'analyse de la relation entre les apports quotidiens en sodium et la morbidité ou la mortalité.....	- 22 -
Figure 7 : Evolution de la consommation de sel, de la tension artérielle systolique et de la mortalité par AVC entre 1972 et 2002 suite à la campagne de prévention finlandaise.	- 24 -
Figure 8 : Modèle pour l'élaboration et la mise en œuvre d'une politique de réduction des apports en sel conseillé par l'OMS dans son rapport de 2003.....	- 26 -
Figure 9 : Les sources de sodium alimentaire.....	- 29 -
Figure 10 : Consommation optimale de sel en fonction de l'âge et consommation moyenne observée dans la population française [53].....	- 29 -
Figure 11 : Exemples de courbes de régression de y en x	- 54 -
Figure 12 : Distribution en fréquence pour le sexe (résultats exprimés en pourcentages) ..	- 56 -
Figure 13 : Distribution selon l'âge.....	- 56 -
Figure 14 : Graphe de régression pour le groupe total	- 58 -
Figure 15 : Graphe de régression pour le groupe total, dans l'hypothèse où l'on retire les trois points les plus éloignés de notre droite de régression initiale.....	- 59 -
Figure 16 : Graphe de Bland-Altman pour le groupe total.....	- 59 -
Figure 17 : Distribution de l'âge selon le sexe dans le groupe MG.....	- 60 -
Figure 18 : Apports sodés quotidiens en g/24h mesurés par les natriurèses et évalués par l'auto-questionnaire dans le groupe Médecine Générale selon le sexe	- 63 -
Figure 19 : Graphe de régression pour le groupe MG.....	- 65 -
Figure 20 : Graphe de régression pour le groupe Médecine Générale, dans l'hypothèse où l'on retire les deux points les plus éloignés de notre droite de régression initiale.	- 65 -

13 TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Consommation quotidienne de chlorure de sodium selon le sexe chez les adultes normoévaluants (15 ans ou plus, N = 1474).....	- 30 -
Tableau 2 : Evolution des apports moyens en sel provenant des aliments selon les études INCA	- 31 -
Tableau 3 : Apports en sel chez les adultes selon l'étude ENNS 2006 (en g/j).....	- 32 -
Tableau 4 : Etude SUVIMAX : moyenne des apports de sodium et de sel (hors sel ajouté) à partir de 12 enquêtes alimentaires développées entre novembre 1994 et décembre 1998 (moyenne des enquêtes).....	- 33 -
Tableau 5 : Aliments vecteurs de sodium et de sel dans l'enquête Inca [55].....	- 35 -
Tableau 6: Apports journaliers en sodium par famille d'aliments dans l'étude SU-VI-MAX [56]	- 36 -
Tableau 7 : Apports sodés évalués par l'auto-questionnaire et mesurés par les natriurèses de la population totale (en g/24h).....	- 57 -
Tableau 8 : Apports sodés quotidiens évalués par l'auto-questionnaire et mesurés par la natriurèse dans le groupe Médecine Générale (en g/24h)	- 61 -
Tableau 9 : Apports sodés journaliers mesurés par la natriurèse dans le groupe MG selon le sexe (en g/24h)	- 62 -
Tableau 10 : Apports sodés journaliers estimés par l'auto-questionnaire dans le groupe MG selon le sexe (en g/24h)	- 62 -
Tableau 11 : Apports sodés moyens estimés par les natriurèses, évalués par l'auto-questionnaire dans l'étude pour le groupe MG, et apports sodés moyens retrouvés dans des études françaises de référence (exprimés en g/24h).....	- 63 -
Tableau 12 : Pourcentage de forts consommateurs (>12g de sel par 24h) dans le groupe MG et dans des enquêtes françaises de référence	- 64 -
Tableau 13 : Teneur en sodium des différents types de pains français	- 74 -
Tableau 14 : Teneur en sodium des produits laitiers.....	- 75 -
Tableau 15 : Teneur en sodium des eaux en bouteilles, exprimée en mg/L.....	- 76 -
Tableau 16 : Classification et interprétation selon le résultat de l'auto-questionnaire utilisé comme outil de dépistage	- 86 -

Serment d'Hippocrate

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

