



**Office fédéral  
de la santé publique**

# Sel et hypertension

Rapport des experts de la Commission fédérale de l'alimentation

M. Bachmann

M. Burnier

C. Daeniker Roth

B.-M. Exl-Preysch

T. Imfeld

J. Lüthy

P. Realini

B. Rosé

C. Spinner

Novembre 2004

Editeur: Office fédéral de la santé publique

Date de publication: Mai 2005

Langues: Français et Allemand

## **Informations:**

Office fédéral de la santé publique, Unité de direction Protection des consommateurs,

[www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)

Esther Camenzind-Frey, Service Nutrition

Tel. 031 322 95 05

Remarque : pour faciliter la lecture du présent document, le masculin générique est utilisé pour désigner les deux sexes.

# Sommaire

|  |    |
|--|----|
| Avant-propos.....  | 4  |
| 1 Résumé.....  | 5  |
| 2 Composition du groupe de travail .....   | 8  |
| 3 Introduction et mandat du groupe de travail .....  | 9  |
| 4 Aspects physiologiques et préventifs de la consommation de chlorure de sodium .....  | 10 |
| 4.1 Importance physiologique du chlorure de sodium .....   | 10 |
| 4.1.1 Rôle et fonction du chlorure de sodium dans le corps humain .....  | 10 |
| 4.1.2 Le chlorure de sodium, vecteur d'iode et de fluor .....  | 10 |
| 4.2 Consommation de sel et hypertension artérielle .....   | 12 |
| 4.2.1 Consommation de sel : besoins et recommandations.....  | 12 |
| 4.2.2 Conséquences d'une consommation abusive de sel.....  | 13 |
| 4.2.3 Le concept de sensibilité au sel .....   | 14 |
| 4.2.4 Corrélations entre consommation de sel et hypertension artérielle .....  | 16 |
| 4.2.5 Restriction de la consommation de sel dans la prévention de maladies cardiovasculaires par rapport à d'autres mesures thérapeutiques ..... | 21 |
| 4.2.6 Réduction de l'apport en sodium dans l'ensemble de la population par rapport au coût de la santé.....                                      | 23 |
| 5 Recommandations de l'OMS et mesures adoptées dans d'autres pays .....  | 25 |
| 5.1 Recommandations de l'OMS .....   | 25 |
| 5.2 Mesures de réduction de la consommation de sel à l'étranger .....  | 25 |
| 5.2.1 Finlande.....  | 25 |
| 5.2.2 France .....   | 26 |
| 5.2.3 Grande-Bretagne .....  | 28 |
| 5.2.4 Etats-Unis.....  | 30 |
| 6 Situation en Suisse.....   | 32 |
| 6.1 Hypertension artérielle .....  | 32 |
| 6.2 Consommation de sel .....  | 32 |
| 6.3 Contribution des différentes catégories d'aliments à la consommation de sel (Quatrième rapport sur la nutrition en Suisse) .....             | 33 |
| 6.4 Connaissances du grand public en matière de sel et de sodium .....   | 33 |

|         |  |   |
|---------|--|---|
| 7       | Possibilités de réduire le chlorure de sodium dans les aliments industriels .....                                | 36  |
| 7.1     | Rôle du sel dans la qualité des denrées alimentaires .....   | 36  |
| 7.1.1   | Fonctions du chlorure de sodium en tant que composant des denrées alimentaires.....                              | 36  |
| 7.1.1.1 | Effet sensoriel.....   | 36  |
| 7.1.1.2 | Effet conservateur.....  | 37  |
| 7.1.1.3 | Effet technologique.....   | 37  |
| 7.1.2   | Le chlorure de sodium dans les produits de boulangerie et de pâtisserie .....                                    | 38  |
| 7.1.3   | Le chlorure de sodium dans les produits de boucherie .....   | 38  |
| 7.1.4   | Le chlorure de sodium dans le fromage.....   | 39  |
| 7.1.5   | Le chlorure de sodium dans d'autres aliments .....   | 39  |
| 7.1.5.1 | Soupes et sauces.....  | 39  |
| 7.1.5.2 | Conserves au vinaigre .....  | <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b> |
| 7.1.5.3 | Conserves de légumes .....   | 40  |
| 7.1.5.4 | Céréales consommées au petit déjeuner .....  | 40  |
| 7.1.5.5 | Plats prêts à consommer .....  | 40  |
| 7.1.5.6 | Chips, snacks, condiments .....  | 40  |
| 7.2     | Possibilités de réduire le chlorure de sodium dans les aliments industriels .....                                | 41  |
| 7.2.1   | Produits de boulangerie et de pâtisserie.....  | 41  |
| 7.2.2   | Produits de boucherie .....  | 41  |
| 7.2.3   | Fromage.....   | 42  |
| 7.2.4   | Autres aliments.....   | 43  |
| 7.2.5   | Produits de substitution .....   | 43  |
| 7.2.5.1 | Disposition relative aux succédanés de sel comestible dans l'ordonnance sur les denrées alimentaires (ODal)..... | 44  |
| 7.2.5.2 | Chlorure de potassium, succédané du sel de table .....   | 44  |
| 7.2.5.3 | Produits de substitution disponibles sur le marché .....   | 45  |
| 8       | Situation juridique concernant l'étiquetage .....  | 49  |
| 9       | Conclusions, objectifs et mesures .....  | 51  |
| 9.1     | Conclusions.....   | 51  |
| 9.2     | Ojectifs et mesures.....   | 53  |
| 9.3     | Intégration dans une stratégie globale « Alimentation et santé » .....   | 54  |
|         | Index bibliographique .....  | 55  |

---

## Avant-propos

---

Depuis toujours, le chlorure de sodium, première source d'apport en substances physiologiquement vitales comme le sodium et le chlore, joue un rôle primordial dans la conservation, la préparation et l'assaisonnement de nos aliments. Alors qu'autrefois, l'extraction du sel était fastidieuse et coûteuse, les progrès techniques font que le chlorure de sodium est aujourd'hui disponible presque à volonté. Le monopole du sel acquis par l'Etat a également permis que la carence en iode, endémique en Suisse, ainsi que les goitres et le crétinisme qui en découlent, soient vaincus grâce à l'addition d'iode dans le sel. L'addition de fluor améliore également sa consommation de telle sorte que les caries et les problèmes de denture ont fortement régressé.

Cependant, l'utilisation généreuse de sel, physiologiquement injustifiée, présente aussi des inconvénients. Comme le montre le rapport convaincant du groupe de travail « Sel et hypertension » – qu'il convient de remercier ici pour sa rapidité et sa compétence –, un apport sodé de 12 grammes ou plus par jour pendant toute une vie entraîne chez beaucoup de consommateurs une tension artérielle excessive et son cortège de conséquences négatives. Cette tendance est encore accrue par l'afflux de très nombreux aliments industriels dont le succès résulte de leur assaisonnement et donc de leur teneur en sel. Une réduction progressive de la teneur en sel d'aliments aussi courants que le pain, les soupes, les plats cuisinés et les produits de boucherie pourrait s'avérer très bénéfique pour la santé publique. A cet égard, il est intéressant de noter que le lait et les laitages compensent en partie l'effet du sel sur la tension grâce à leur forte teneur en calcium. Nous ne devons donc pas renoncer à nos fromages corsés dans la mesure où ils sont consommés avec modération.

Il importe toutefois que le grand public et les consommateurs prennent conscience de leur consommation de sel. La meilleure solution consiste à étiqueter la teneur en chlorure de sodium des denrées alimentaires. Mais ces mesures doivent s'accompagner de campagnes d'information. En publiant le rapport du groupe de travail « Sel et hypertension », la Commission fédérale de l'alimentation (CFA) et l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) prennent une initiative certes importante sur le plan de la politique alimentaire, mais qui n'aboutira à une réduction de la consommation de sel que si les consommateurs, les producteurs et les pouvoirs publics s'engagent à coopérer.

Prof. H.-B. Stähelin, Président de la Commission fédérale de l'alimentation

---

# 1 Résumé

---

Du point de vue de l'importance physiologique, les éléments du sel de cuisine que sont le sodium et le chlore sont les ions les plus fréquents dans le liquide extracellulaire ; ils déterminent dans une large mesure son volume et sa pression osmotique. Le sodium joue un rôle essentiel dans l'équilibre acido-basique et dans les sucs digestifs. Sur le plan intracellulaire, le sodium est important pour le potentiel membranaire des parois cellulaires, de même qu'en tant que co-facteur de plusieurs enzymes. Chez les adolescents et les adultes, les apports minimaux sont estimés à 550 mg/jour pour le sodium et à 830 mg/jour pour le chlore (DACH 2000). L'apport quotidien minimal requis peut donc être estimé à environ 1,5 g de chlorure de sodium.

Selon l'étude Intersalt, la consommation moyenne de sodium dans de nombreuses régions d'Europe occidentale, (mesurée d'après l'excrétion de sodium) s'élève à 9-14 g/jour chez les hommes et à 7-10 g/jour chez les femmes. Une étude réalisée en Grande-Bretagne a révélé des consommations de 11 g/jour chez les hommes et de 8 g/jour chez les femmes. Une étude menée en Italie a abouti à des résultats analogues, à savoir 11 g/jour pour les hommes et 9,4 g/jour pour les femmes. En Suisse, une enquête nationale effectuée en 1984 avait indiqué une consommation moyenne de sel de 11,9 g/jour. Dans le Troisième rapport sur la nutrition en Suisse, la consommation de sodium était évaluée à 10-13 g/jour; dans le Quatrième rapport sur la nutrition en Suisse, à au moins 9,5 g par jour et par personne. Une nouvelle enquête menée dans le canton de Genève a abouti à des chiffres moins élevés : 8-9 g/jour chez les hommes et 7-8 g/jour chez les femmes. Une enquête récente réalisée par l'OFSP révèle des résultats analogues. En revanche, il ressort d'analyses de la ration alimentaire journalière que l'apport de chlorure de sodium se chiffrerait à 12-13 g/jour. Une étude récente à l'échelle nationale fait actuellement défaut.

Les données épidémiologiques suggèrent la persistance d'une corrélation entre la consommation de chlorure de sodium et l'hypertension par rapport au risque cardiovasculaire dans l'ensemble de la population. Cette corrélation apparaît clairement dans les segments les plus menacés, tels que les personnes âgées (15 % de la population a plus de 65 ans) ou souffrant d'un surcharge pondérale (37 % de la population). Des études d'intervention ont révélé par ailleurs qu'une réduction de l'apport de chlorure de sodium est judicieuse dans le traitement et la prévention de l'hypertension artérielle. Bien que la notion de sensibilité au sel soit controversée, il n'en demeure pas moins que tous les hommes ne réagissent pas de la même manière à une modification de l'apport en chlorure de

sodium. Comme il est difficile de déterminer la sensibilité au sel par rapport à la tension artérielle d'un individu d'une manière cliniquement répliquable, il paraît plus opportun de rechercher des stratégies visant à réduire les apports en chlorure de sodium dans l'ensemble de la population, et ce, en conjugaison avec d'autres mesures recommandées dans la stratégie de l'OMS (WHA 57.17 2004), telles que la recherche d'un poids équilibré et l'augmentation de la consommation de fruits et de légumes. Le potassium contenu dans les fruits et les légumes ainsi que le calcium contenu dans le lait et les produits laitiers peuvent notamment contribuer à diminuer la tension. Dans la plupart des pays, les recommandations officielles tablent sur une consommation quotidienne de 6 g de chlorure de sodium (l'OMS recommande même 5 g/jour). L'étude menée à Genève montre que le pain, le fromage, les soupes, les plats préparés et la viande sont les principaux groupes d'aliments qui contribuent à l'apport de sel. Le sel provient à 70-80 % d'aliments industriels, lesquels n'englobent pas seulement les plats prêts à consommer, mais aussi des produits issus d'une fabrication industrielle comme le pain, le fromage et les produits de boucherie. En transposant les études menées à l'étranger sur la situation en Suisse, il serait possible, par une réduction de l'apport quotidien en sel à 6 g/jour, d'empêcher 1700 attaques cardiovasculaires et 2575 maladies cardiaques ischémiques chaque année. Les économies potentielles se chiffreraient à 80 millions de francs par an.

L'élaboration d'une stratégie visant à réduire la consommation de chlorure de sodium ne doit pas ignorer le rôle sensoriel, technologique et conservateur que joue le chlorure de sodium dans la qualité des aliments. Par ailleurs, les produits de substitution du sel de cuisine offrent une autre possibilité de diminuer le sodium actif sur la pression artérielle dans les denrées alimentaires. En cas de réduction du chlorure de sodium, il ne faut pas perdre de vue qu'il est un vecteur d'iode et de fluor. Ces additifs de substitution devraient être adaptés de façon à réduire les carences et leurs conséquences.

La législation actuelle prévoit que, dans le cadre de l'étiquetage nutritionnel, la teneur en chlorure de sodium des aliments ne peut être déclarée que par l'indication du sodium. Les enquêtes menées auprès des consommateurs révèlent que ces dispositions sont trop peu compréhensibles pour faciliter le contrôle de la consommation de sel et le choix d'une alimentation plus consciente et plus pauvre en sel.

Concernant la suite à donner, le groupe de travail propose trois objectifs :

1. Accroître le degré de connaissance du grand public concernant la corrélation entre la consommation de sel et la santé, de façon à mieux responsabiliser le consommateur.

2. Optimiser la teneur en chlorure de sodium dans les aliments industriels, qui contribuent en grande partie à la consommation de chlorure de sodium, sans perdre de vue la qualité et la sécurité.
3. Chercher, à plus long terme, à réduire la consommation de chlorure de sodium en Suisse, par le biais de mesures appropriées.

Pour que ces objectifs soient atteints, le groupe de travail propose les mesures suivantes :

1. Promouvoir l'étiquetage de la teneur totale en chlorure de sodium dans le sens d'une information des consommateurs.
2. Améliorer l'information et le travail de relations publiques en ce qui concerne le rôle du chlorure de sodium dans le cadre d'une alimentation équilibrée.
3. Favoriser la rencontre de producteurs afin d'examiner les possibilités de contribuer à réduire la teneur en chlorure de sodium dans leurs produits.
4. Analyser la teneur en chlorure de sodium dans les catégories d'aliments industriels qui contribuent en grande partie à sa consommation.
5. Collecter des données représentatives sur la consommation de chlorure de sodium en Suisse.
6. Réaliser une enquête représentative sur la diffusion de l'hypertension en Suisse (en collaboration avec la Société suisse d'hypertension).
7. Définir des objectifs réalistes pour une réduction progressive de la consommation de chlorure de sodium en Suisse, en tenant compte de la dispersion statistique de cette consommation par la population.

Il conviendrait d'intégrer ces objectifs et ces mesures dans une stratégie globale qui reste à élaborer. Cette stratégie s'appuiera sur le plan d'action actuel « Alimentation et santé : une politique nutritionnelle pour la Suisse » (OFSP 2001), la résolution 57.17 de l'OMS « Global strategy on diet, physical activity and health » (2004) ainsi que le dépouillement des résultats du Cinquième rapport sur la nutrition en Suisse.

---

## 2 Composition du groupe de travail

---

- Le Professeur Marco Bachmann est membre de la CFA, prorecteur, enseignant en alimentation humaine à la Haute école de Wädenswil.
- Le Professeur Michel Burnier est représentant de la Société suisse d'hypertension, professeur en néphrologie et hypertension à l'Université de Lausanne, chercheur dans le domaine de la tension artérielle et du rôle du sel dans l'alimentation.
- Christina Daeniker Roth, ingénieur agronome, travaille en qualité de nutritionniste à la Fédération des coopératives Migros.
- Le Docteur Bianca-Maria Exl-Preysch est nutritionniste, membre de la CFA et conseillère scientifique auprès de Nestlé Suisse.
- Le Professeur Thomas Imfeld est membre de la CFA, directeur du service de médecine dentaire préventive et d'épidémiologie orale, et directeur *ad interim* de la clinique de médecine dentaire préventive, paradontologie et cardiologie, Centre de médecine bucco-dentaire de l'Université de Zurich.
- Le Docteur PD Jürg Lüthy est nutritionniste, directeur du service Alimentation de la section Nutrition à l'Office fédéral de la santé publique, enseignant à l'Université de Berne et président du groupe de travail « Sel et hypertension ».
- Pietro Realini, ingénieur EPF, est directeur de la production et de la logistique chez Zweifel Pomy.Chips SA.
- Barbara Rosé, diététicienne, est collaboratrice auprès de la section Nutrition dans la division Nutrition de l'Office fédéral de la santé publique.
- Christoph Spinner est spécialiste de chimie alimentaire et directeur de la section Denrées alimentaires dans la division Exécution du droit des denrées alimentaires de l'Office fédéral de la santé publique.

Remerciements :

Nous remercions Mme N. Züger ainsi que la Haute école de Wädenswil de nous avoir confié son travail de diplôme sur le thème des possibilités techniques de réduire de la consommation de chlorure de sodium.



---

### **3 Introduction et mandat du groupe de travail**

---

La consommation accrue de sel par le biais de l'alimentation quotidienne est considérée par l'OMS et d'autres organisations comme un facteur essentiel de l'hypertension. L'OMS demande une limitation de la consommation quotidienne de sel à 5 g (WHO 2003).

Les statistiques de consommation de sel établies dans les rapports sur la nutrition en Suisse se situent aux environs de 10 à 12 g/jour. Le groupe de travail a pour mission de présenter l'état actuel des connaissances concernant la corrélation entre la consommation de sel et l'hypertension. Sur la base des données disponibles, il convient de fixer des objectifs réalistes et de définir éventuellement des mesures visant à abaisser la consommation de sel.

Plusieurs études ont été menées parallèlement à l'élaboration du présent rapport :

M. Burnier, Consommation de sel et hypertension artérielle, chap. 4.2 (mandat OFSP n° 03.001232).

A. Morabia, Evaluation des données Bus santé : la consommation quotidienne de sel par la population de Genève a été mise en relation avec la tension artérielle (mandat OFSP n° 03.001605). Par ailleurs, le travail de diplôme de Mme N. Züger, de la HES de Wädenswil, a été soutenu par l'OFSP.

---

## **4 Aspects physiologiques et préventifs de la consommation de chlorure de sodium**

---

### **4.1 Importance physiologique du chlorure de sodium**

#### **4.1.1 Rôle et fonction du chlorure de sodium dans le corps humain**

Le sodium prend une part essentielle à la régulation du bilan hydrique et de la pression osmotique. Par ailleurs, il joue un rôle dans l'équilibre acido-basique et dans les sucs digestifs.

L'organisme d'un adulte contient environ 100 g de sodium, dont 50 % sous forme extracellulaire, 40 à 45 % dans le tissu osseux et 5 à 10 % sous forme intracellulaire (Biesalski 1999). Le sodium du tissu osseux sert de réserve et peut être mobilisé en cas de carences (Karlson 1994). Comme le sodium est principalement excrété avec l'urine, mais aussi la sueur, il faut le remplacer. La sueur contient environ 600 mg de sodium par litre (DACH 2000). Le besoin minimum en sodium avoisine 0,5 g/jour (DACH 2000).

Les ions de chlorure se situent essentiellement, sinon exclusivement, dans les liquides extracellulaires. En données chiffrées, ils représentent un tiers de toutes les substances efficaces sur le plan osmotique présentes dans l'organisme et revêtent ainsi une importance capitale pour le maintien de l'osmolarité extracellulaire, le potentiel membranaire et la régulation de l'équilibre acido-basique (Biesalski 1999). Le chlorure fait en outre partie de l'acide chlorhydrique présent dans l'estomac.

Le corps humain contient environ 100 g de chlorure. Tout comme le sodium, le chlorure est constamment éliminé avec l'urine et doit donc être renouvelé. La DACH évalue à 830 mg la quantité quotidienne minimale absorbée par les adolescents et les adultes (DACH, 2000).

#### **4.1.2 Le chlorure de sodium, vecteur d'iode et de fluor**

En raison de ses propriétés chimiques et physiques, le chlorure de sodium est un excellent vecteur, qui peut facilement s'enrichir de petites quantités d'iode et de fluor.

L'iode est un oligo-élément vital. La quantité totale d'iode chez un adulte s'élève à 10 - 20 mg (DACH 2000) dont 8 à 15 mg sont concentrés dans la glande thyroïde et le reste dans le sang. L'iode est essentiel pour la production de deux hormones, la thyroxine et la triiodothyronine. Ces hormones influencent le métabolisme, le bilan calorique et la croissance. En cas de carence chronique, la glande

thyroïde s'accroîtra afin de compenser. L'accroissement de la glande thyroïde (goitre) peut entraîner son hyperfonctionnement ou son hypofonctionnement. Une carence en iode peut être particulièrement grave pendant la grossesse et l'allaitement. Pour le fœtus, il peut en résulter un mauvais développement du cerveau, des malformations, le crétinisme ou même une fausse couche. Les enfants souffrant d'une carence en iode présentent un ralentissement de la croissance, une diminution de l'intelligence ainsi que des difficultés d'apprentissage et de concentration.

L'apport quotidien en iode recommandé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) chez l'adulte et l'adolescent s'élève à 150 µg/jour. Pendant la grossesse et l'allaitement, le besoin quotidien se situe à 200 µg (WHO 2002). A l'exception des poissons et des fruits de mer, les aliments sont naturellement pauvres en iode.

L'absorption d'iode à partir des aliments (hors boissons alcoolisées) est estimée à environ 80 µg par personne et par jour (Sutter-Leuzinger 1998). En Suisse, pour que l'apport recommandé soit toutefois atteint, le sel de cuisine est enrichi d'iode depuis 1922. L'ordonnance sur la valeur nutritive (ONutr), se fondant sur l'article 6 de l'ordonnance du 1<sup>er</sup> mars 1995 sur les denrées alimentaires, autorise l'addition de 20 – 30 mg d'iode (sous forme d'iodure ou d'iodate) par kilo de sel.

Le fluor, comme l'iode, est un oligo-élément. Dans l'organisme, le fluor est presque exclusivement stocké dans les dents et les os. Il accélère leur minéralisation. En petites concentrations, le fluor exerce une influence positive sur l'émail dentaire en le rendant plus résistant aux caries.

Chez l'adulte et l'adolescent, l'apport recommandé de fluor se situe entre 2,9 et 3,8 mg/jour (DACH 2000). Selon les indications de la Société suisse d'alimentation, plus de la moitié de l'apport en fluor provient, en Suisse, du sel de cuisine fluoré, celui-ci représentant donc la principale source de fluor. En second lieu vient l'eau potable, notamment les eaux minérales. En ce qui concerne les aliments solides, l'apport en fluorure provient principalement de la consommation de lait et de laitages, de céréales, de légumes et de poisson (Schlotzke 1998). L'ordonnance sur la valeur nutritive (ONutr), se fondant sur les articles 6 et 36 al. 3 de l'ordonnance sur les denrées alimentaires du 1<sup>er</sup> mars 1995, autorise l'addition de 250 mg de fluorure (calculé en fluor) par kilogramme de sel.

## **4.2 Consommation de sel et hypertension artérielle**

### **4.2.1 Consommation de sel : besoins et recommandations**

Tout comme les autres mammifères, l'être humain a très longtemps eu accès, durant son évolution, à des aliments qui ne contenaient que peu de sel, si bien que l'apport quotidien en sodium était vraisemblablement inférieur à 1 g par jour (Eaton 1996). Il s'ensuit que tous les mécanismes physiologiques de l'organisme sont destinés à retenir le sel absorbé et non à éliminer une surcharge éventuelle. L'homme n'ajoute du sel à son alimentation que depuis quelques millénaires. A l'origine, l'addition de sel servait avant tout à la conservation des denrées alimentaires. Et la consommation de sel ne cessa d'augmenter jusqu'au XX<sup>e</sup> siècle. Avec la mise au point de nouvelles techniques de conservation alimentaire (réfrigération, congélation), le sel perdit peu à peu de son importance au cours des dernières décennies, et son emploi alla en diminuant. Pourtant, l'apport quotidien en sodium est demeuré élevé dans l'ensemble des pays occidentaux. Il ressort, par exemple, de diverses études épidémiologiques (INTERSALT, INTERMAP) que la consommation courante moyenne de sel, dans le cas d'une alimentation libre et constante, se situe entre 2,3 et 4,6 g de sodium, soit entre 6 et 12 g de sel (NaCl) par jour (Elliott 1996, Zhou 2003). En Grande-Bretagne, la consommation moyenne s'élevait à 9 g chez l'adulte en 1987, et plus précisément à 10,4 g chez les hommes et à 7,9 g chez les femmes (Gregory 1990). Des chiffres analogues ont été relevés en France, soit dans le cadre d'études nutritionnelles (qui ne tiennent pas compte du sel ajouté à table) soit sur la base d'analyses de l'urine de 24 heures (AFSSA 2002). Il convient de signaler ici que le besoin physiologique en sel de l'être humain et, en particulier, le besoin minimum n'ont jamais été véritablement définis par aucune étude. Le besoin minimum peut varier selon les conditions ambiantes (par exemple, la température extérieure).

Dans notre consommation actuelle, 75 % du sodium absorbé provient d'aliments industriels. Une part plus réduite revient à l'addition de sel durant la préparation des repas ou bien à table. En définitive, le sel contenu dans les aliments non industriels ne représente que 15-20 % de notre apport journalier. En général, les gens ne se rendent pas compte que la majeure partie du sel consommé provient des grandes quantités de sodium contenues dans les aliments industriels (pain, fromage, charcuterie, soupes, snacks, pizzas, sauces, condiments, etc.). La consommation croissante de ces aliments industriels génère donc une forte augmentation de l'apport en sel chez les enfants comme chez les adultes. En 1997, en Grande-Bretagne, la consommation journalière moyenne de sel chez les jeunes

du sexe masculin âgés de 15-18 ans était de 8,3 g, contre 6 g pour les jeunes filles du même âge (Gregory 2000).

Cette situation a suscité de nombreuses recommandations officielles : aussi bien de la part de commissions nationales que d'associations nationales et internationales de médecins telles que l'American Heart Association ou la Société européenne d'hypertension et la Société européenne de cardiologie (Guidelines Committee 2003, Chobanian 2003). Comme le comité sur la nutrition de l'American Heart Association, toutes les commissions d'experts aboutissent à la conclusion que la consommation moyenne de NaCl ne devrait pas excéder 6 g/jour chez l'adulte, et rien ne suggère qu'une réduction de l'apport quotidien à 6 g constituerait un risque pour la santé. L'OMS recommande même une consommation de 5 g de sel par jour (OMS 2003). Cet objectif correspond donc à une diminution d'environ 30 % de l'apport actuel. Un tel objectif pourrait être en partie atteint par le biais d'une réduction de la teneur en sel des aliments industriels.

La consommation journalière moyenne de sel se situe aujourd'hui aux environs de 9-10 g/jour dans tous les pays industrialisés.

La majeure partie du sel consommé (75 %) provient des aliments industriels.

La plupart des recommandations officielles proposent de réduire l'apport quotidien de chlorure de sodium à 5-6 g.

#### **4.2.2 Conséquences d'une consommation abusive de sel**

L'ion sodium (Na) est un élément vital de notre organisme. C'est le cation le plus important de l'espace extracellulaire. Le bilan sodique est en étroite corrélation avec le bilan hydrique. Le sodium est donc un facteur essentiel de répartition des liquides biologiques (Guyton 1989). Sur le plan physiologique, l'absorption de sel est compensée par une excrétion correspondante par la voie rénale, de sorte que le bilan sodique reste équilibré. A vrai dire, un surcroît de consommation de sel mène inévitablement à long terme à une rétention de sodium et d'eau dans l'organisme jusqu'à ce que les reins aient rétabli l'équilibre entre la consommation et l'excrétion de sel. Cette rétention d'eau et de sodium peut avoir de lourdes conséquences pour la santé. La principale conséquence d'un apport excessif en sodium est une augmentation de la tension artérielle, qui constitue un facteur de risque majeur dans l'optique de complications cardiovasculaires, d'un accident cérébrovasculaire ou d'un infarctus du myocarde. L'effet produit par le sel sur la tension artérielle a été scientifiquement démontré par diverses enquêtes épidémiologiques, études d'intervention, enquêtes auprès de grou-

pes migrants et études thérapeutiques ainsi que de nombreux tests sur des animaux. Bien que la corrélation entre la consommation de sel et la tension artérielle demeure un objet de controverse dans la littérature spécialisée et "one of the longest running, most vitriolic, and surreal disputes in all of medicine" (Taubes 1998), toutes les études présentées ci-après suggèrent qu'une diminution de l'apport en sodium fait baisser la tension artérielle. Cela pourrait avoir une incidence positive sur l'apparition de complications cardiovasculaires, qui représentent la première cause de maladie et de décès dans les pays occidentaux.

Indépendamment de la tension artérielle, une alimentation riche en sel peut aussi, dans d'autres circonstances, s'avérer nocive pour la santé. Ainsi, une consommation abusive de sel peut aggraver les maladies favorisant la rétention de sel. C'est le cas, par exemple, des patients souffrant d'une insuffisance cardiaque ou rénale. Une forte consommation de sodium a également été mise en relation avec le développement d'une hypertrophie cardiaque, même en l'absence de toute hypertension artérielle (Beil 1995). Rares sont toutefois les données convaincantes établissant un lien entre une consommation accrue de sel et l'aggravation de l'asthme ou de l'ostéoporose.

Une forte consommation de sel peut avoir des répercussions négatives sur la santé, notamment par suite d'une augmentation de la tension artérielle, et en particulier chez les groupes les plus vulnérables (personnes âgées, obèses, hypertendues ou sensibles au sel).

### **4.2.3 Le concept de sensibilité au sel**

Les variations de la tension artérielle observées en cas de changement dans l'apport en sodium sont très hétérogènes. Cette hétérogénéité se constate aussi bien chez l'animal que chez l'homme (Chiolero 2001). Ainsi, Denton et al. ont mis en évidence que la tension artérielle augmentait chez les chimpanzés lorsque l'apport en sel était accru sur une période prolongée. Ce phénomène est réversible dès que le mode alimentaire est à nouveau modifié (Denton 1995). A vrai dire, une augmentation de la tension artérielle n'a été observée que chez un peu plus de la moitié des animaux, que l'on peut donc considérer comme sensibles au sel. L'autre moitié n'a présenté aucune modification notable de la tension artérielle. Cette étude constitue jusqu'à présent la meilleure démonstration expérimentale d'une corrélation à long terme entre la consommation de sel et la tension artérielle. Elle met aussi en évidence l'hétérogénéité des réactions de la tension artérielle aux variations de l'apport en sel au sein d'une population animale homogène.

Chez l'homme aussi, la consommation de sel se répercute différemment sur la tension artérielle. De fortes variations de consommation, par exemple, ne se traduisent chez la plupart des êtres humains que par des modifications très faibles et passagères de la tension artérielle. Kawasaki et al. (1978), de même que Weinberger et al. (1986) figurent parmi les premiers à avoir reconnu les réactions hétérogènes de la tension artérielle au sel et créé les concepts de *sensibilité au sel* et de *résistance au sel*. A l'origine, la sensibilité au sel avait été définie arbitrairement comme un accroissement de la tension artérielle moyenne d'au moins 10 % en cas d'alimentation riche en sel par rapport à un régime peu sodé, les sujets d'expérience ayant été soumis pendant une semaine à des variations extrêmes de l'apport en sodium (de 10 mmol à 250 mmol par jour, soit moins de 1 g jusqu'à près de 15 g de sel). La sensibilité au sel chez l'être humain a également été testée selon d'autres méthodes, mais certaines observations se sont avérées récurrentes : les hypertendus sont plus souvent sensibles au sel que les sujets présentant une tension normale. C'est ainsi qu'environ 15 % des normotendus se montrent sensibles au sel, alors que la part correspondante des hypertendus se situe vers 50 à 60 %. De même, les personnes âgées (> 65 ans), obèses ou présentant une fonction rénale réduite, telles que les Afro-américains et les diabétiques, se révèlent particulièrement sensibles aux variations de l'apport en sodium (Weinberger 1986). En raison de la diminution de la fonction rénale, pratiquement tous les êtres humains sont sensibles au sel à partir de 65 ans. Chez les femmes normotendues, la sensibilité au sel ne varie pas au cours du cycle menstruel, mais elle augmente sensiblement avec la ménopause (Pechère-Bertschi 2000). Deux études récentes ont mis en évidence la corrélation entre la sensibilité au sel et un regain de complications cardiovasculaires, tant chez les hypertendus que chez les normotendus (Morimoto 1997, Weinberger 2001).

L'intérêt clinique du concept de sensibilité au sel a été régulièrement mis en cause, notamment en raison de la distinction arbitraire entre les personnes sensibles au sel et les personnes résistantes : les modifications de la tension artérielle déclenchées par le sel correspondent à la répartition normale et la définition d'un groupe dit sensible au sel ne peut être qu'arbitraire. Les critiques portent également sur la répliquabilité de cette caractéristique (Campese 1994, Zoccali 1996). Enfin, plusieurs aspects techniques de la méthode d'analyse de la sensibilité au sel ont été remis en question, en particulier la durée de la variation de l'apport en sodium et la méthode de mesure de la tension artérielle. Pourtant, de toute évidence, les êtres humains ne réagissent pas tous de la même manière à l'augmentation de l'apport en sodium. Cette observation est importante car elle éclaire sous un nouveau jour les grandes études épidémiologiques effectuées jusqu'à présent, qui ne tenaient que rarement compte de cette hétérogénéité.

Bien que la notion de sensibilité au sel soit parfois controversée, il n'en demeure pas moins que tous les êtres humains ne réagissent pas de la même manière à une modification de l'apport en sodium. Comme il est difficile d'établir de façon cliniquement répliquable la sensibilité au sel d'un individu par rapport à sa tension artérielle, il paraît plus opportun de prévoir des stratégies visant à réduire l'apport en sodium, et axées sur l'ensemble de la population, en combinaison avec les autres mesures recommandées dans la stratégie de l'OMS (WHA 57.17 2004), telles que la recherche d'un poids équilibré et l'accroissement de la consommation de fruits et de légumes.

#### **4.2.4 Corrélation entre consommation de sel et hypertension artérielle**

La prévalence de l'hypertension artérielle, définie comme étant supérieure à 140/90 mmHg, s'élève à 20 % de la population adulte des pays occidentaux. Ce chiffre passe toutefois à près de 75 % si l'on ne prend en considération que les personnes âgées de plus de 65 ans. Ainsi qu'il a été mentionné plus haut, de nombreuses études scientifiques ont établi un lien entre la tension artérielle et la consommation quotidienne de sel. Qu'ont-elles démontré jusqu'à présent ?

##### **a) Etudes épidémiologiques**

Les études épidémiologiques révèlent que la prévalence de l'hypertension est faible dans les pays où l'on consomme peu de sel (pays non industrialisés) ainsi que chez les peuples primitifs, alors que les pays où la consommation de sel est élevée (pays industrialisés) présentent une forte prévalence de l'hypertension. Bien sûr, ces différences de prévalence peuvent s'expliquer par plusieurs autres facteurs (excédent pondéral, sédentarité, alimentation pauvre en potassium, etc.) ; c'est pourquoi ce genre d'études s'expose souvent à la critique (Mancilha Carvalho 1989, Poulter 1990, Page 1981).

52 centres du monde entier et plus de 10 000 personnes ont participé à l'étude transversale INTERSALT (1998). Les résultats montrent une faible corrélation entre la tension artérielle et l'excrétion urinaire de sodium chez les sujets qui consomment davantage de sel, mais une augmentation plus marquée de la tension artérielle avec l'âge (Elliott 1996). Certains considèrent cette étude comme une preuve évidente de la corrélation entre tension artérielle et consommation de sel, alors que d'autres maintiennent que cette corrélation n'est pas démontrée de manière irréfutable. De toute évidence, une étude de ce genre présente de gros problèmes méthodologiques : par exemple, la détermination de l'excrétion de sodium sur la base d'une seule urine de 24 heures est une méthode imprécise pour évaluer la consommation habituelle de sel, qui évolue de jour en jour. De même, la totalité de l'urine n'était pas récoltée dans certains cas. A cela s'ajoute que les personnes qui se sa-



vent sujettes à l'hypertension surveillent peut-être davantage leur alimentation et consomment moins de sel. Ces facteurs font que la corrélation entre la consommation de sel et la tension artérielle tend à être sous-estimée (« regression dilution bias »). La corrélation entre l'apport en sodium et la tension artérielle a toutefois été établie par plusieurs autres études épidémiologiques (Elliott 1991), mais pas par toutes (Tunstall-Pedoe 1997).

Quelques études longitudinales se sont intéressées aux liens entre le sel et la mortalité/morbidité cardiovasculaire (ou non cardiovasculaire). La Scottish Heart Health Study (qui a examiné 10 000 personnes pendant plusieurs années) n'a établi aucune corrélation entre la consommation de sel (évaluée au moyen d'un questionnaire alimentaire) et la mortalité globale ou cardiovasculaire (Tunstall-Pedoe 1997). En évaluant la consommation de sel dans le cadre d'une enquête menée auprès de plus de 11 000 Américains, Alderman et al. ont même constaté une corrélation inverse entre la consommation de sel et la mortalité globale et cardiovasculaire (Alderman 1998). Les observations d'Alderman ont toutefois fait l'objet de diverses critiques, car l'étude présentait plusieurs anomalies. La principale résidait dans le fait que le quintile qui consommait le moins de sel comprenait beaucoup plus d'hypertendus, de fumeurs, d'Afro-américains et de patients présentant des antécédents cardiovasculaires, ce qui pouvait expliquer la plus forte mortalité observée dans ce sous-groupe.

Globalement, ces études épidémiologiques indiquent que le lien entre la consommation de sel et la tension artérielle ou le risque cardiovasculaire est difficile à démontrer. A vrai dire, elles s'appuient sur l'hypothèse implicite que la réponse de la tension artérielle aux variations de l'apport en sodium est homogène au sein de la population. Supposons que ce ne soit pas le cas et que seule une minorité de la population examinée présente une tension artérielle sensible au sel : dès lors, si l'on tient compte d'une population étudiée dans son ensemble, la corrélation entre sel et tension artérielle sera faible – voire indécélable – car la majorité de la population ne sera guère sensible au sel.

C'est pourquoi certaines études épidémiologiques ont analysé la corrélation entre l'apport de sodium et la tension artérielle (ou le risque cardiovasculaire) en définissant des groupes de sujets en fonction de caractéristiques susceptibles d'être en rapport avec la sensibilité au sel. Elles ont ainsi constaté une corrélation entre la tension artérielle et l'excrétion de sodium chez des femmes post-ménopausées, mais pas chez les femmes pré-ménopausées (Yamori 2001). Chez des sujets obèses, He et al. ont mis en évidence une corrélation entre la consommation de sel et la mortalité globale et cardiovasculaire (He 1999). De même, Tuomilehto et al. ont étudié une cohorte de plus de 2000 sujets d'âge moyen, dont ils ont mesuré l'excrétion urinaire de sodium sur 24 heures (Tuomilehto 2001).

La mortalité cardiovasculaire était accrue en cas de forte consommation de sel, et ce, indépendamment de la tension artérielle ou d'autres facteurs de risque cardiovasculaire. En répartissant les patients en fonction de leur poids, les auteurs ont montré que le sodium constituait un facteur de mortalité plus important chez les personnes obèses que chez les sujets présentant un poids normal, ce qui corrobore l'hypothèse d'une corrélation entre la sensibilité au sel et la surcharge pondérale.

Les données épidémiologiques suggèrent que la corrélation entre consommation de sel et hypertension artérielle ou risque cardiovasculaire est sujette à caution, si la population est étudiée dans son ensemble. Elle devient toutefois plus évidente lorsque l'étude porte sur certains groupes de personnes, par exemple sensibles au sel, hypertendues, âgées ou obèses.

### **b) Etudes d'intervention**

En 1940, Kempner figura parmi les premiers à traiter des hypertendus au moyen d'un régime peu sodé basé sur le riz et les pêches (Taubes 1998). Avant l'avènement des diurétiques, c'était le seul traitement efficace de l'hypertension, et il a probablement contribué à convaincre toute une génération de cliniciens du rôle essentiel joué par le sodium dans la physiopathologie de l'hypertension. De nombreux tests randomisés ont évalué les liens entre tension artérielle et consommation de sel, et révélé notamment la variabilité de la réponse d'un sujet à un autre. Trois méta-analyses permettent d'avoir une vue d'ensemble (Midgley 1996, Graudal 1998, Cutler 1997). Dans l'ensemble, l'incidence sur la tension artérielle est faible, mais il convient de noter qu'elle est plus marquée chez les hypertendus, ce qui suggère une plus grande *sensibilité au sel* (tableau 1). Une autre méta-analyse de tests randomisés chez des plus de 50 ans révèle que la sensibilité au sel est d'autant plus marquée que la personne (normo- ou hypertendue) est âgée (Alam 1999). Ces méta-analyses ont été critiquées, car elles portaient sur des études à court terme et qu'elles reposaient sur des réductions excessives et peu réalistes de l'apport sodé. Il y a quelque temps, une autre méta-analyse a eu lieu, qui ne prenait en considération que des études d'une durée minimale de quatre semaines, fondées sur une réduction modérée de l'apport en sodium (Mc Gregor GA, in press). Selon cette méta-analyse, l'abaissement escompté de la tension artérielle s'élève à 4,96/2,73 mmHg chez les hypertendus et à 2,03/0,97 mmHg chez les normotendus. Ces résultats confirment ainsi qu'une diminution modérée de la consommation de sel peut entraîner une baisse significative de la tension artérielle.

**Tableau 1**

Méta-analyses des études randomisées sur l'effet d'une diminution de la consommation de sel

|                         |               | Midgley et al. <sup>1</sup> | Cutler et al. <sup>2</sup> | Graudal et al. <sup>3</sup> |
|-------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Nombre d'études         |               | 56                          | 34                         | 114                         |
| Nombre de sujets        |               | 3505                        | 2732                       | 4742                        |
| Différences de tension* |               |                             |                            |                             |
| a. normotendus          | - systolique  | 1,0 [0,5 - 1,6]             | 1,5 [1,0-2,1]              | 1,2 [0,6 - 1,8]             |
| (mmHg)                  | - diastolique | 0,1 [-0,3 - 0,7]            | 0,8 [0,3 - 1,3]            | 0,3 [-0,3 - 0,9]            |
| b. hypertendus          | - systolique  | 3,7 [2,4 - 5,1]             | 3,8 [2,8 - 4,9]            | 3,9 [3,0 - 4,8]             |
| (mmHg)                  | - diastolique | 0,9 [-0,1 - 1,9]            | 2,1 [1,5 - 2,8]            | 1,9 [1,3 - 2,5]             |

\*moyenne, avec intervalle de confiance à 95 %

- 1) pour une diminution de 100 mmol de la consommation de sodium par 24 h
- 2) pour une diminution de 71 mmol et de 90 mmol de la consommation de sodium par 24 h chez les hypertendus et les normotendus
- 3) pour une diminution de 118 mmol et de 160 mmol de la consommation de sodium par 24 h chez les hypertendus et les normotendus

Les résultats de la récente étude DASH révèlent l'importance manifeste des mesures liées à l'alimentation et notamment de l'apport sodé dans le traitement et la prévention de l'hypertension artérielle (Appel 1997, Sacks 2001). Dans la première partie de l'étude (DASH I), l'apport de sodium ne fut pas modifié. Pourtant, une diminution plus marquée de la tension artérielle fut constatée dans le groupe qui s'alimentait selon le régime DASH, riche en fruits et légumes et pauvre en graisses, par rapport au groupe de référence. Dans la seconde partie de l'étude (DASH II), une réduction stricte de l'apport sodé fut introduite ainsi qu'une répartition en trois groupes : le premier reçut 9 g de sel par jour, le deuxième 6 g et le troisième 3 g. Dans chaque groupe, une partie des participants furent soumis au régime de contrôle et l'autre au régime DASH. Dans le groupe de référence, la différence de tension artérielle entre l'apport de sodium le plus élevé et l'apport le plus faible se situait à 6,7/3,5 mmHg, contre 3,0/1,6 mmHg dans le groupe DASH (figure 1). La réduction de sodium produisit un plus grand effet chez les hypertendus que chez les sujets présentant une tension normale. La plus grande différence de tension artérielle fut observée entre les patients soumis au régime DASH avec un apport sodé de 3 g par jour et les patients du groupe de référence qui consommaient 9 g de sel par jour (8,9/4,5 mmHg).

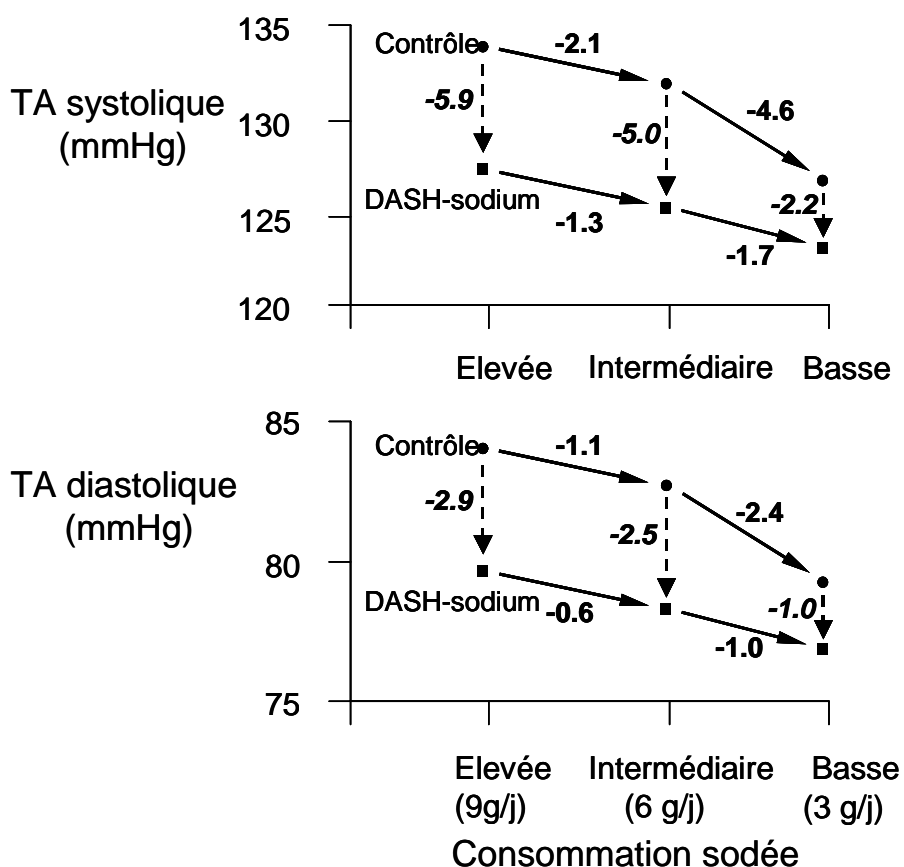
L'interprétation de l'étude DASH dans l'optique de la recherche d'un abaissement maximum de la tension artérielle débouche sur deux options :

1. Un mode alimentaire basé sur une très faible consommation de sel (3 g/jour), sans autres indications diététiques.
2. Un mode alimentaire basé sur une consommation modérée de sel (6 g/jour), combiné avec un régime DASH (riche en fruits et légumes et pauvre en graisses)

Ces résultats attestent l'importance que revêt la réduction de la consommation de sel pour la tension artérielle, en particulier chez les sujets souffrant d'hypertension.

**Figure 1**

Changements de la pression artérielle obtenus dans l'étude DASHII avec différents apports sodés.



Deux autres études d'intervention (Trial of nonpharmacological interventions in the elderly) (TONE) confirment le rôle joué par la diminution de l'apport sodé et le contrôle du poids pour la tension artérielle (Whelton 1998, The Trials of Hypertension Prevention Collaborative Research Group 1992)

(TOHP). Ainsi, l'étude longitudinale TOHP s'intéressait à des personnes dont la tension artérielle se situait à la limite supérieure de la norme et à l'effet produit par la réduction du sodium, la perte de poids ou par la combinaison des deux facteurs. Il s'avéra que l'incidence d'une hypertension artérielle pouvait être abaissée d'environ 20 % en l'espace de six mois grâce à la réduction de la consommation de sodium à 2,3 g par jour, ou à 6 g par jour en combinaison avec une perte de poids. Au bout de trois ans, les effets commençaient toutefois à s'atténuer, ce qui montre à quel point il est difficile de maintenir à long terme une diminution de l'apport sodé, aussi modérée fût-elle. L'étude TONE avait pour objectif d'analyser les répercussions d'une réduction de sodium, d'une perte de poids ou de la combinaison des deux facteurs chez des patients de 60-80 ans souffrant d'hypertension. Les deux approches non médicamenteuses se révélèrent efficaces, permettant une réduction voire une interruption du traitement médicamenteux, sans augmentation de la tension artérielle.

Les études d'intervention ont clairement démontré qu'une réduction de la consommation de sel était opportune pour traiter et prévenir l'hypertension artérielle et nettement confirmé la corrélation entre la consommation de sel et la tension artérielle.

Une réduction de sodium permet non seulement d'abaisser la tension artérielle, mais aussi de diminuer le traitement médicamenteux, car elle renforce l'effet hypotenseur de certains médicaments tels que les bloqueurs du système rénine-angiotensine.

A vrai dire, les études d'intervention confirment également à quel point il est difficile de maintenir à long terme une alimentation basée sur un apport réduit en sodium.

#### **4.2.5 Restriction de la consommation de sel dans la prévention de maladies cardiovasculaires par rapport à d'autres mesures thérapeutiques**

D'une manière générale, il ressort d'études menées auprès de la population qu'un abaissement de la tension diastolique de 2 mmHg peut réduire de 15 % le risque d'accident cérébrovasculaire ou d'attaque ischémique transitoire et d'environ 6 % le risque de maladie coronarienne. L'adoption d'un régime DASH combiné à une consommation de sel de 6 g/jour permet de diminuer la tension diastolique de 3,6 mmHg et la tension systolique de 7,1 mmHg (Sacks 2001). Une réduction générale de l'apport sodé en association avec une alimentation plus saine pourrait donc avoir une incidence significative sur la mortalité et la morbidité cardiovasculaire. Malheureusement, les études d'intervention, y compris l'étude DASH se sont avérées trop courtes pour permettre une évaluation de la mortalité des patients traités. La Scottish Heart Health Study n'a établi aucune corrélation notable entre

l'excrétion urinaire de sodium et le risque coronarien chez les hommes et n'a constaté qu'une corrélation insignifiante chez les femmes (Tunstall-Pedoe 1997). En revanche, dans l'étude finlandaise de Tuomilehto, une alimentation très sodée était un prédicteur de mortalité et de risque coronarien, indépendamment des autres facteurs de risque et la tension artérielle (Tuomilehto 2001).

La réduction de la consommation de sel est certes en soi moins efficace, pour la prévention des maladies cardiovasculaires, que le traitement médicamenteux de la tension artérielle ou de l'hypercholestérolémie. Cependant, la réduction de l'apport sodé constitue une étape essentielle, car elle permet un meilleur ajustement de la tension artérielle. Ainsi qu'il a été mentionné plus haut en effet, l'efficacité des médicaments hypotenseurs peut être renforcée par une diminution de l'apport en sodium. De cette manière, les patients doivent prendre moins de médicaments tout en présentant une tension artérielle bien ajustée. La réduction de la consommation de sel peut en outre prévenir le développement d'une hypertension artérielle chez un nombre non négligeable de patients légèrement hypertendus et éviter ainsi la prescription de médicaments (Whelton 1998). Il convient donc de considérer les mesures générales de réduction de la consommation de sel comme des mesures venant compléter le traitement conventionnel. Les résultats de l'étude THOP2 montrent également que la réduction de sodium complète les mesures visant à réduire et à contrôler le poids (The Trials of Hypertension Prevention Collaborative Research Group 1992). Dans l'esprit de la résolution WHA 57.17 (2004), d'autres mesures préventives telles que la recherche d'un poids équilibré, le regain d'activité physique et la consommation accrue de fruits et de légumes revêtent également une importance fondamentale (Murray 2003).

Une diminution de l'apport sodé permet de renforcer l'efficacité des médicaments hypotenseurs, de prévenir le développement de l'hypertension artérielle chez les patients légèrement hypertendus et d'éviter la prescription de médicaments. Par ailleurs, d'autres mesures préventives telles que la recherche d'un poids équilibré, le regain d'activité physique et la consommation accrue de fruits et de légumes jouent également un rôle déterminant.

#### **4.2.6 Réduction de l'apport en sodium dans l'ensemble de la population par rapport au coût de la santé**

Le sel est un élément vital de l'alimentation. Il convient toutefois de la consommer avec modération, car un apport sodé élevé constitue un facteur de risque d'hypertension artérielle. Par conséquent, la consommation de sel est aussi un facteur de risque de maladies cardiovasculaires.

Comme la majeure partie du sel consommé provient d'aliments manufacturés, il est difficile de maintenir un régime pauvre en sel pendant une période prolongée. Il est donc opportun de réduire l'apport de sodium en prenant en considération une diminution de la teneur en sel des aliments industriels.

Si l'on en croit les baisses de tension artérielle observées dans les récentes études d'intervention, une réduction générale de la consommation de sel devrait générer à long terme une diminution notable des complications cardiovasculaires, principale cause de maladie et de décès dans les pays économiquement développés.

Selon les estimations, une réduction généralisée de 1 g de la consommation de sel alimentaire pourrait diminuer de 50 % le nombre des personnes nécessitant une thérapie antihypertensive. La tension artérielle serait abaissée de 10 mmHg chez les 60-67 ans, et on observerait une diminution de 22 % des décès dus à une attaque cérébrale et de 16 % des maladies coronariennes (OMS 2003). En Suisse, plus de 50 % des personnes âgées considèrent la consommation de sel comme importante pour leur santé.

En 1990, les coûts directs de l'hypertension et des maladies liées à l'hypertension se sont élevés, en Allemagne, à 4 906 millions de DM, les coûts globaux (mortalité, incapacité de travailler, invalidité) atteignant un total de 7 553 millions de DM (Kohlmeier 1993). Dans une étude publiée par l'Office fédéral de la santé publique sur les coûts de l'adiposité en Suisse, les chiffres relatifs à l'hypertension en Allemagne, convertis en fonction des données suisses, se sont élevés à 957 millions de francs en 2001. La part imputable au facteur de risque que sont la surcharge pondérale et l'adiposité est estimée à 256 millions de francs.

Selon une étude menée en Norvège, la réduction de la consommation de chlorure de sodium a permis d'améliorer la santé de la population et de réduire en même temps les coûts de 118 millions de dollars (Selmer 2000). La Suisse ne dispose d'aucune donnée précise concernant l'incidence de complications cardiovasculaires de type infarctus, attaque cérébrale ischémique ou maladie cardiaque ischémique. Il est donc difficile d'évaluer avec précision les répercussions positives escomptées d'une diminution de l'apport sodé au niveau de l'ensemble de la population. Il est cependant possible d'extrapoler les données récemment publiées en Angleterre ainsi que les données relatives à l'abaissement escompté de la tension artérielle en cas de réduction de la consommation de sel à 6 ou 3 g/jour. L'estimation présentée ci-après est donc une extrapolation basée sur les données provenant de Grande-Bretagne et publiées récemment par He et McGregor (He 2003) et une évaluation suisse des coûts du traitement d'une maladie cardiovasculaire (accident cérébrovasculaire, infarctus coronarien).

Selon les données provenant d'Angleterre, une réduction de la consommation de sel à 6 g par jour peut diminuer de 23-25 % l'incidence d'accidents cérébrovasculaires et de 16-19 % celle de maladies cardiaques ischémiques. En 2000, la Grande-Bretagne a enregistré 60 666 accidents cérébrovasculaires et 124 037 maladies cardiaques ischémiques, pour une population de 59 millions d'habitants. Si l'on transpose ces chiffres en Suisse (7 millions d'habitants), une réduction de la consommation quotidienne de sel à 6 g pourrait empêcher environ 1700 accidents cérébrovasculaires (fourchette 1655-1799) et 2575 maladies cardiaques ischémiques (fourchette 2355-2796). Le coût actuel d'un accident cérébrovasculaire se chiffre à 28 775.- francs, celui d'un infarctus à 11 839.- francs. Les économies potentielles résultant d'une réduction de l'apport sodé à 6 g/jour s'élèveraient donc à 49 millions de francs pour les accidents cérébrovasculaires et à 30 millions de francs pour les maladies cardiaques ischémiques. Ces chiffres ne comprennent pas les économies éventuelles liées aux interventions nécessaires à la revascularisation coronarienne.

Les économies potentielles résultant d'une réduction de l'apport sodé à 6 g/jour s'élèveraient donc à 49 millions de francs pour les accidents cérébrovasculaires et à 30 millions de francs pour les maladies cardiaques ischémiques.



---

## **5 Recommandations de l'OMS et mesures adoptées dans d'autres pays**

---

### **5.1 Recommandations de l'OMS**

L'OMS prend position sur le rôle du chlorure de sodium dans le développement de maladies cardiovasculaires par le biais de son « Technical Report 916 : Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases » (2003). L'hypertension artérielle y est considérée comme un facteur de risque important par rapport à ces maladies. Une forte consommation de sel est en corrélation directe avec la tension artérielle. Une corrélation tout aussi convaincante a été établie avec la surcharge pondérale. L'OMS recommande une consommation de chlorure de sodium inférieure à 5 g/jour.

### **5.2 Mesures de réduction de la consommation de sel à l'étranger**

La consommation excessive de sel ne fait pas seulement l'objet d'un débat en Suisse, mais aussi dans d'autres pays. Le débat et les mesures adoptées sont déjà à un stade plus avancé dans certains pays. En France, par exemple, une vaste stratégie a été mise en place, afin de réduire la consommation de sel. Les pages qui suivent présentent les mesures de réduction adoptées par divers pays qui se sont déjà intéressés de près à cette problématique.

#### **5.2.1 Finlande**

En Finlande, la consommation de chlorure de sodium a déjà pu être réduite de 14 à 10 g/jour au cours des 20 à 30 dernières années, ce qui équivaut à une diminution d'environ 30 % (AFSSA 2002). Le gouvernement finlandais a formulé les recommandations suivantes en ce qui concerne l'apport sodé journalier (Committee report 1998:7, 1999).

« Il est souhaitable de réduire progressivement l'apport sodé chez l'adulte à 5 g de sel par jour. Cette quantité correspond à une densité maximale de sodium de 0,5 g/MJ (2,1 g/1000 kcal). L'alimentation des enfants de moins d'un an ne devrait pas contenir de sel, et celle des enfants en bas âge (1 à 3 ans) ne devrait en contenir que très peu. La consommation moyenne de sel des enfants de moins de 3 ans ne devrait pas excéder 0,5 g /MJ (environ 3 g de sel par jour). »

Pour poursuivre cette réduction, les efforts portent également sur la diminution de la teneur en sel des aliments industriels. La quantité de sel a déjà pu être réduite dans le pain et les produits de boucherie (Puska 1995). En outre, des scientifiques finlandais ont mis au point un succédané du sel, le Pansalt, aujourd'hui largement appliqué dans l'industrie agroalimentaire de la Finlande et du Japon (cf. chapitre 7.2.5.3).

### **Etiquetage**

Avant l'entrée en vigueur des réglementations européennes en Finlande, le chlorure de sodium était considéré comme additif. L'usage du chlorure de sodium était limité dans certains aliments comme les soupes et les sauces. Aujourd'hui, le sel n'est plus classé parmi les additifs, et seule la teneur en sel des aliments pour bébés est limitée – comme ailleurs en Europe. Toutefois, la teneur en sel est toujours étiquetée selon la législation nationale. Celle-ci précise les aliments dont l'étiquetage doit indiquer la teneur en chlorure de sodium (en %) (National Public Health Institute 1999) : par exemple, graisses à tartiner, charcuterie et autres produits de boucherie, poissons, pain, soupes, sauces, condiments et aliments pour bébés. Il existe en outre des dispositions relatives aux catégories d'aliments riches ou pauvres en sel.

La réduction de la consommation de sel en Finlande fait partie intégrante d'un vaste programme d'information sur l'alimentation (National Public Health Institute 2003).

### **5.2.2 France**

En France, la consommation moyenne de sel s'élève à 9-10 g/jour. Créée par le gouvernement en 1988, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) a proposé en janvier 2002 une stratégie visant à réduire la consommation de sel en France. L'apport sodé moyen doit être abaissé de 20 % au total en l'espace de 5 ans, ce qui correspond à une diminution d'environ 4 % par an. L'apport moyen en chlorure de sodium est donc censé descendre à 7-8 g/jour. La stratégie porte sur les aspects suivants (AFSSA 2002) :

- Proposition de mesures visant à abaisser l'apport en sel
- Evaluation de la consommation individuelle réelle
- Evaluation de la teneur en sel réelle des aliments
- Inventaire des connaissances scientifiques portant sur la corrélation entre le sel et la santé

La stratégie de l'AFSSA doit se réaliser à la fois par le biais d'une réduction de la teneur en sel des aliments et de mesures axées directement sur les consommateurs.

L'objectif (abaisser de 20 % en 5 ans la consommation de sel de l'ensemble de la population) ne signifie toutefois pas une diminution de 20 % de la teneur en sel de tous les aliments. Les recommandations proposées en ce qui concerne la réduction de la teneur en sel des aliments concernent avant tout ceux qui contribuent en premier lieu à une forte consommation de sel (AFSSA 2002) :

### ***Pain***

Il est recommandé d'abaisser la teneur en sel de tous les pains et produits de boulangerie. La consommation actuelle se situe entre 22 et 26 g de sel par kilo de farine. La teneur en sel doit être réduite d'environ 5 % par an. Au bout de cinq ans, les pains ne devraient ainsi plus contenir que 18 g de sel par kilo de farine.

### ***Produits de boucherie***

En raison des propriétés technologiques et conservatrices du chlorure de sodium dans les produits de boucherie, une marge limitée subsiste, selon l'AFSSA, pour en réduire la teneur. Il faut toutefois continuer à encourager l'industrie de la viande afin qu'elle diminue autant que possible la teneur en sel de ses produits. Par ailleurs, il faut proposer au consommateur des produits de boucherie contenant des succédanés du chlorure de sodium (en remplaçant env. 50 % du sel par des sels de potassium et de magnésium).

### ***Fromage***

Selon les spécialistes de l'industrie, les possibilités de réduction de la teneur en sel dans le fromage sont limitées. Il convient néanmoins d'inciter les professionnels à abaisser cette teneur autant que possible du point de vue technologique et microbiologique. Il est sûrement possible d'améliorer les variations de la teneur à l'intérieur d'une sorte de fromage.

En dehors des réductions envisagées de la teneur en sel dans les aliments industriels, des campagnes d'information ciblées doivent également être menées. Le Programme national nutrition-santé (PNNS) doit mettre au point, durant ces cinq années, des initiatives coordonnées d'information et de formation visant à réduire la consommation de sel. Ces campagnes ont pour but de transmettre aux consommateurs ainsi qu'aux professionnels directement concernés (producteurs d'aliments, entreprises de restauration, services de santé) le savoir qui leur fait défaut en matière de

consommation de sel. Les informations destinées au consommateur doivent tenir compte des aspects suivants (AFSSA 2002) :

- dans ses choix alimentaires, lui fournir les moyens de limiter la consommation des aliments riches en sodium ;
- dans ses pratiques culinaires, lui permettre de mieux réguler l'utilisation du sel au niveau de la cuisson de de certaines pratiques de cuisine ;
- dans ses pratiques alimentaires, l'inciter à ne pas saler ou resaler les aliments.

Autre mesure de l'AFSSA pour atteindre l'objectif fixé : l'étiquetage de la teneur en sel ou en sodium. Dans son rapport, l'AFSSA apporte la précision suivante à ce sujet (AFSSA 2002) :

« Un étiquetage lisible et compréhensible vis-à-vis du sodium contribuerait à l'information et à l'éducation nutritionnelle du consommateur, lui permettant de réduire ses apports globaux de sel. Le groupe de travail considère que la teneur en sel des aliments étant pour le consommateur plus explicite que celle en sodium, l'inscription des deux indications devrait être systématique. »

Selon l'AFSSA, la teneur en sodium devrait être indiquée par 100 g ou 100 ml, et en tout cas par portion. Par rapport à la teneur en sodium, il faudrait indiquer en outre la teneur en chlorure de sodium à l'aide des mentions « équivaut environ à » ou bien « correspond à environ ».

D'autres informations détaillées sur la stratégie française de réduction de la consommation de sel figure dans le « Rapport du groupe de travail sur le sel » de l'AFSSA (AFSSA 2002).

### **5.2.3 Grande-Bretagne**

En Grande-Bretagne, la consommation journalière moyenne de sel s'élève à 9 g. La Food Standards Agency (FSA), instance indépendante créée en 2000 et chargée notamment de garantir la protection de la santé publique dans le secteur alimentaire, recommande de maintenir la consommation de sel sous la barre des 6 g/jour. Afin de réduire cette consommation, la FSA donne quelques conseils pratiques (Food Standard Agency FSA 2003)

En mai 2003, la FSA a publié pour la première fois des recommandations concernant les niveaux d'apport en sel qu'il faudrait respecter pour les enfants en fonction de leur âge. Ces

recommandations se fondent sur le rapport établi par le Scientific Advisory Committee on Nutrition (SACN 2003) à propos du sel et de la santé.

Comme la majorité du chlorure de sodium provient d'aliments industriels, la FSA collabore avec les producteurs de denrées alimentaires afin de trouver avec eux des solutions permettant de réduire la teneur en sel des aliments. Pour atteindre l'apport sodé recommandé de 6 g/jour, la FSA propose des objectifs concrets de réduction de sel dans 48 groupes agroalimentaires (Food Magazine 2003). Les propositions peuvent être mises en œuvre sur la base du volontariat ou de dispositions légales. La menace d'une législation contraint l'industrie agroalimentaire à promouvoir la réduction du chlorure de sodium dans ses produits. Les propositions concernent pratiquement tous les secteurs de l'alimentation. Le tableau ci-après indique les catégories d'aliments dont la teneur en sel devrait être réduite selon le modèle de la FSA pour atteindre l'objectif d'une consommation de 6 g de sel par jour. Les chiffres se basent sur la consommation moyenne de ces catégories d'aliments.

## Tableau 2

Extrait des propositions formulées par la FSA pour réduire la teneur en sel des aliments industriels et abaisser ainsi la consommation de chlorure de sodium à 6 g/jour (Food Magazine 2003)

| <b>Aliment</b>             | <b>Degré de réduction de la teneur en sel</b> | <b>Aliment</b>                   | <b>Degré de réduction de la teneur en sel</b> |
|----------------------------|---|----------------------------------|---|
| Pizza                      | 50 %  | Produits de boucherie            | 35 %  |
| Pain blanc                 | 26 %  | Poissons                         | 33 %  |
| Pain complet               | 28 %  | Légumes en conserve              | 81 %  |
| Galettes, muffins          | 42 %  | Haricots secs                    | 36 %  |
| Sandwiches achetés         | 30 %  | Snacks                           | 40 %  |
| Céréales du petit déjeuner | 36 %  | Chocolat chaud                   | 68 %  |
| Viennoiseries, pâtisseries | 30 %  | Soupes                           | 55 %  |
| Fromage                    | 29 %  | Sauces et pâtes toutes prêtes    | 60 %  |
| Plats aux œufs             | 31 %  | Sauces d'assaisonnement          | 34 %  |
| Graisses à tartiner        | 45 %  | Repas préparés à base de viande  | 38 %  |
| Jambon et lard             | 50 %  | Repas préparés à base de poisson | 33 %  |
| Hamburger et kebab         | 40 %  | Repas à emporter (viande)        | 33 %  |
| Charcuterie                | 43 %  | Repas à emporter (végét.)        | 42 %  |

En Grande-Bretagne, les producteurs de denrées alimentaires ne sont pas tenus par la loi d'indiquer la valeur nutritive sur les étiquettes.

#### 5.2.4 Etats-Unis

Aux Etats-Unis, des directives alimentaires sont publiées tous les cinq ans par le Department of Health and Human Services (HHS) et le Department of Agriculture (USDA). Les directives fournissent des conseils relatifs aux habitudes alimentaires susceptibles d'améliorer la santé et de réduire le risque de maladies chroniques. La plupart des Américains consomment trop de sel et devraient donc réduire leur consommation. La recommandation concernant la consommation de chlorure de sodium apporte les précisions suivantes (United States Department of Health and Human Services 2000) :

« Les enfants et les adultes en bonne santé n'ont besoin que de petites quantités de sel pour couvrir leur besoin en sodium : moins d'¼ de cuillère à café de sel par jour. L'étiquetage de la valeur nutritive indique la quantité journalière maximale de 2400 mg de sodium, ce qui équivaut à une cuillère à café de sel. »

Outre le teneur en sodium du produit, l'étiquetage de la valeur nutritive indique aussi la quantité journalière maximale en sodium. Celle-ci s'élève à 2400 mg par jour, soit 6 g de chlorure de sodium. La Food and Drug Administration (FDA) a fixé cette valeur car elle est en conformité avec les recommandations et les rapports gouvernementaux.

Des conseils pratiques sont donnés afin de réduire la consommation de sel (United States Department of Health and Human Services 2000)

La directive donne également des conseils destinés à maintenir la tension artérielle à un niveau correct pour la santé (United States Department of Health and Human Services 2000)

Les Etats-Unis appliquent un étiquetage détaillé de la valeur nutritive (Nutrition Facts Label). Outre la teneur en sodium, la réglementation impose l'indication du besoin quotidien en sodium ainsi que les informations suivantes destinées au consommateur (Kurtzweil 1995) :

- Indication de la valeur nutritive en caractères faciles à lire sur la plupart des denrées alimentaires emballées. Elle figure dans un tableau intitulé « Indication de la valeur nutritive », situé généralement sur le côté ou au dos de l'emballage. Dans les magasins, des informations nutritionnelles sont affichées à proximité de nombreux aliments frais tels que fruits et légumes.
- « Pourcentage du besoin quotidien », qui indique au consommateur en un coup d'œil la teneur des principales substances nutritives d'un aliment et dans quelle mesure ces quantités peuvent s'intégrer dans l'alimentation quotidienne.

- Taille des rations correspondant aux quantités moyennes effectivement consommées par la population.
- Mise en relief de certaines indications comme, par exemple, « pauvre en sodium », « sans sel » ou bien « riche en potassium ». Cela signifie que le consommateur peut réellement se fier à ces indications.
- Règles d'application bien définies des indications nutritionnelles, telles que la corrélation entre une alimentation pauvre en sodium et un risque limité d'hypertension.

---

## **6 Situation en Suisse**

---

### **6.1 Hypertension artérielle**

Aucune étude ne porte sur l'importance de l'hypertension à l'échelle nationale. L'étude MONICA fournit néanmoins des données relatives à 3300 personnes des cantons de Fribourg et Vaud et remontant aux années 1984/85, 1988/89 et 1992/93.

Il ressort de cette étude que la tension artérielle élevée autant que la tension limite augmentent avec l'âge. Dans toutes les classes d'âge, les femmes étaient plus nombreuses que les hommes à présenter une tension normale. Seule tendance clairement apparente dans le temps : la réduction de la tension artérielle systolique chez la femme. Cette tendance est mise en corrélation avec un meilleur comportement alimentaire (Wietlisbach 1997, Paccaud 1998).

Une récente étude menée dans le canton de Genève a mesuré l'évolution de la tension artérielle durant les années 1993 à 2002 chez les 35-74 ans. La prévalence de l'hypertension s'élevait à 40-50 % chez l'homme et à 25-40 % chez la femme, avec tendance à la baisse dans les deux catégories (Costanza 2004).

### **6.2 Consommation de sel**

On ne dispose d'aucun chiffre précis concernant la consommation de sel en Suisse. Elle a été estimée à 10-13 g par le Troisième rapport suisse sur la nutrition. Le Quatrième rapport sur la nutrition indique une consommation d'au moins 9,5 g par personne, le sel contenu dans les sauces, les soupes et les condiments non compris. Selon l'Union suisse des salines rhénanes, la vente de sel alimentaire (sel en paquet, sel pour l'industrie agroalimentaire) se chiffrait à 16,8 g par personne et par jour dans les années 1993 à 1995. Il faut toutefois déduire de ce nombre une quantité inconnue de sel exporté par l'intermédiaire de soupes, sauces et condiments ou perdu comme, par exemple, dans l'eau de cuisson (Sutter-Leuzinger 1998).

La société Nestlé SA a effectué une analyse de diverses rations alimentaires quotidiennes, composées avec ou sans aliments industriels. Il en résulte une consommation moyenne de sel de 12-13 g/jour.



Une récente étude menée dans le canton de Genève (Beer-Borst 2004) révèle que la consommation de sel provenant des aliments (hormis le sel ajouté à table ou dans la cuisine), chez les 35-74 ans, s'élève en moyenne à 6,4 g/jour chez les hommes et à 5,3 g/jour chez les femmes. Ces chiffres proviennent de questionnaires alimentaires (Morabia 1994). Ils ne comprennent donc pas l'addition directe de sel, qui est estimée à 2-3 g/jour d'après des études comparatives. Les auteurs indiquent une consommation globale de sel de 8-9 g/jour chez les Genevois adultes et de 7-8 g/jour chez les Genevoises. Ces chiffres sont très proches des valeurs moyennes mesurées auprès de la population adulte française. Reste à savoir s'ils peuvent être étendus à l'ensemble de la population suisse. Une récente estimation effectuée par l'OFSP aboutit à vrai dire à des résultats analogues.

Une étude antérieure menée par Mordasini et al. (1984) auprès d'un collectif d'environ 1000 personnes de diverses régions de Suisse indique une excrétion de sodium de 4,1 g dans l'urine de 24 heures. Compte tenu du taux de récupération, cela correspond à une consommation journalière de 4,7 g de sodium, ou 11,9 g de chlorure de sodium.

### **6.3 Contribution des différentes catégories d'aliments à la consommation de sel (Quatrième rapport sur la nutrition en Suisse)**

D'après le Quatrième rapport sur la nutrition en Suisse (Sutter-Leuzinger 1998), la contribution des différentes catégories d'aliments à la consommation de sel se présente comme suit :

L'apport de chlorure de sodium par les aliments non salés et le fromage s'élève à 3,6 g par jour. La charcuterie et les conserves apportent 3,9 g de sel par jour, et le pain 2,2 g. La part des soupes, sauces et condiments n'est pas connue.

L'étude de Genève suggère que le pain, le fromage, les soupes, les plats cuisinés et les produits de boucherie sont les principales catégories d'aliments contribuant à la consommation de sel. Mais cette conclusion ne peut être étendue telle quelle à l'ensemble de la Suisse. Le sel provient à 70-80 % d'aliments industriels (Beer-Borst 2004).

### **6.4 Connaissances du grand public en matière de sel et de sodium**

La société DemoSCOPE a réalisé, pour le compte de Nestlé Suisse, une enquête sur le sel de cuisine par le biais d'interviews téléphoniques assistés par ordinateur (CATI). 1010 personnes âgées de 20 à 75 ans ont répondu à 22 questions sur le sel. L'enquête était représentative pour la Suisse

alémanique (75 % = 756 personnes) et la Romandie (25 % = 254 personnes). L'évaluation a été effectuée par région, sexe, âge, formation, activité professionnelle et taille du foyer.

Dans l'ensemble, beaucoup de Suisses (env. 40 %) indiquent qu'ils savent que le sel et le sodium ne sont pas la même chose, mais rares sont ceux qui connaissent la différence exacte entre les deux substances. Seules 10 % des personnes interrogées savent faire la distinction entre sel et sodium.

Les connaissances sont bonnes, en revanche, en ce qui concerne la consommation supposée de sel par jour (9-17 g) et la consommation recommandée (5-6 g/jour). Il est vrai que ces questions étaient accompagnées de propositions de réponse. De même, les aliments riches en sel sont assez bien identifiés, à l'exception du pain et des produits de boulangerie, ainsi que des pâtes.

La conscience d'une corrélation entre la consommation de sel et la santé est nettement inférieure. Un tiers des Suisses seulement sont capables de formuler sans assistance la corrélation exacte. Le quart d'entre eux qui l'ignorent complètement ont apparemment plus de facilité à formuler la bonne réponse si on leur soumet plusieurs propositions de réponse (68 %). Les Suisses ont donc une vague impression que le sel et la santé sont corrélés, mais ils ne savent pas vraiment de quelle manière.

Un tiers des Suisses prétendent surveiller leur consommation de sel ; un autre tiers y prêtent un peu attention ; et un dernier tiers n'en tiennent absolument pas compte. A vrai dire, en ce qui concerne la forte consommation de sel, il convient de dire que les Suisses sont habitués au goût salé : ils ont certes l'impression de faire attention, mais consomment davantage que les quantités recommandées.

Il résulte de la surveillance de la consommation de sel que, dans apparemment 80 % des foyers, il n'y a pas de salière sur la table. Dans ces foyers, 20 % des personnes resalent quand même à table, entre souvent et rarement. En revanche, dans les 20 % de foyers où une salière est sur la table, 65 % des personnes resalent les plats à table, entre souvent et rarement. On peut en déduire que de nombreuses personnes resalent automatiquement leurs plats si une salière est à portée de la main. Les plats les plus resalés sont le riz, les pâtes et les pommes de terre, suivis par les plats de légumes et la viande.

Bien que, dans l'ensemble, seuls 30 % des Suisses resalent leurs plats entre souvent et rarement, la consommation de sel reste élevée. La seule interprétation possible est que les plats sont déjà préparés de telle sorte qu'il soit superflu de les resaler. Il paraît donc évident que des mesures isolées de

réduction de la consommation de sel ne peuvent guère s'avérer concluantes. Il paraît aussi nécessaire de mettre sur pied une campagne d'information qui supposerait la collaboration étroite entre services de santé, médecins et diététiciens, associations de consommateurs, industrie agroalimentaire et sociétés de distribution.

Bien que de nombreux Suisses indiquent être déjà relativement bien informés en ce qui concerne le sel (56 %, mais 70 % ne peuvent identifier sans assistance le lien entre le sel et la santé), 72 % d'entre eux souhaitent en même temps une vaste campagne d'information (sans doute un aveu indirect qu'en fait, leurs connaissances sont insuffisantes).

70 % des personnes interrogées se déclaraient prêtes à réduire leur consommation de sel à condition qu'on leur propose des variantes satisfaisantes et qu'on leur explique comment procéder. Par conséquent, non seulement les produits pauvres en sel se font rares, mais les instructions concernant la mise en application pratique dans la cuisine font aussi cruellement défaut.

Un rôle important revient, en fin de compte, à l'indication de la teneur en sel sur l'emballage des différents produits, afin que le consommateur sache quelle quantité de sel l'aliment contient. Malgré le vif intérêt avoué, plus de la moitié des consommateurs (66 %) ne lisent pas ces indications. Sans doute parce qu'ils ne les trouvent pas sur la plupart des emballages et qu'ils ne les cherchent pas non plus par la suite. Il faut bien réfléchir au type d'indication à faire figurer sur l'emballage : seuls 10 % des Suisses savent ce que signifie l'indication de sodium, et même 2 % seulement connaissent le facteur de conversion entre sodium et sel.

Il a enfin été constaté qu'un très petit nombre de Suisses ont reçu un jour des conseils professionnels relatifs à la réduction de leur consommation de sel (13 %). Même chez des sujets souffrant d'hypertension (et sous traitement médical), plus de la moitié (57 %) n'ont jamais été conseillés et un nombre encore moindre parmi ceux qui ont déjà pris des médicaments contre l'hypertension (87 %). Une campagne d'information ne devrait donc pas seulement s'adresser au grand public mais apparemment aussi aux spécialistes qui suivent des patients hypertendus. Il est notoire que la réduction de la consommation de sel peut entraîner une nette diminution du recours aux médicaments (étude DASH).

---

## **7 Possibilités de réduire le chlorure de sodium dans les aliments industriels**

---

### **7.1 Rôle du sel dans la qualité des denrées alimentaires**

La teneur en chlorure de sodium des aliments avant leur traitement industriel est en général faible. Le chlorure de sodium est toutefois fréquemment ajouté aux aliments (pain, fromage, etc.). Il remplit dans ce cas des fonctions technologiques, sensorielles et conservatrices. Il est permis de supposer qu'environ 80 % de l'apport sodé provient du sel caché dans les denrées alimentaires (Ferrari 2002). La quantité de sel ajouté par le consommateur est estimée à 1,5-2 g en moyenne, ce qui correspond à moins de 20 % de l'apport quotidien en chlorure de sodium (Ferrari 2002). Parmi les aliments les plus riches en sel (teneur supérieure à 1 g / 100 g) figurent notamment le pain et les produits de boulangerie, les produits de boucherie et de charcuterie, la plupart des fromages et des biscuits salés, mais aussi divers plats et sauces prêts à consommer (Ferrari 2002).

#### **7.1.1 Fonctions du chlorure de sodium en tant que composant des denrées alimentaires**

Les fonctions remplies par le chlorure de sodium dans les aliments peuvent se répartir en trois catégories : il peut produire un effet sensoriel, conservateur ou technologique. Souvent, le sel remplit une combinaison de ces fonctions, mais les effets ne sont pas toujours distincts.

##### **7.1.1.1 Effet sensoriel**

L'effet sensoriel se réfère aux impressions laissées par un aliment sur les sens (vue, odorat, goût, toucher et ouïe). Le chlorure de sodium exerce une influence sur le goût et la perception gustative. Le goût est une perception sensorielle complexe, résultant des impressions gustatives, olfactives et tactiles laissées par un aliment dans la bouche (Bongartz 2001). L'effet gustatif du chlorure de sodium est étroitement lié au produit. Il dépend autant des propriétés chimiques et physiques des ingrédients que de leur texture et de leur quantité (Hutton 2002).

Le sel ne fait pas que transmettre son propre goût aux aliments, il peut également renforcer ou modifier un goût existant, ou réduire l'impression d'amertume laissée par un produit. La propriété de renforcement du goût est liée à la diminution de l'activité hydrique (Hutton 2002).

Bien que la prédisposition au sel soit principalement d'ordre génétique, elle peut être modifiée dans sa manifestation par les conditions ambiantes (Réseau allemand d'informations et de conseils en nutrition, DEBInet 2003). En ne consommant que des plats à faible teneur en sel pendant plusieurs semaines, il est possible de réduire, par l'expérience, une prédilection pour le sel indépendante des besoins réels (Réseau allemand d'informations et de conseils en nutrition, DEBInet 2003). Si la teneur en sel est réduite continuellement et progressivement sur une période prolongée, le consommateur ne remarquera pas la perte gustative. Il considérera même comme salé l'aliment (p. ex. le pain) présentant la teneur initiale en chlorure de sodium.

### **7.1.1.2 Effet conservateur**

L'effet conservateur du chlorure de sodium se fonde avant tout sur la diminution de l'activité hydrique. En outre, il peut produire des effets inhibiteurs supplémentaires, directement par la plasmolyse des cellules bactériennes et indirectement par l'abaissement de la solubilité de l'oxygène. En cas de diminution de l'activité hydrique, ce sont surtout des agents d'altération tels que pseudomonades, *Acinetobacter*, Enterobacteriaceae, *Clostridium* et *Bacillus* qui sont inhibés, tandis que les microorganismes tels que *Staphylococcus aureus*, microcoques, bactéries halophiles et levures tolérantes au sel sont moins fortement influencés sous l'effet de la concentration de sel et de la température (Krämer 1997).

Comme le sel ne peut faire l'objet d'une utilisation illimitée pour des raisons sensorielles, des processus combinés sont aussi mis en application. La combinaison de chlorure de sodium et d'acide a un effet conservateur dans la fermentation lactique (fabrication de la choucroute, p. ex.). Lors de la salaison, un nitrite est employé avec le sel ; on parle alors de sel nitrité pour saumure. Le nitrite accroît l'effet conservateur du chlorure de sodium en exerçant une action inhibitrice sur divers microorganismes indésirables comme, par exemple, *Clostridium botulinum*.

### **7.1.1.3 Effet technologique**

L'effet technologique du chlorure de sodium est très varié et donc étroitement lié au produit. Dans bon nombre d'aliments et de processus de fabrication, le chlorure de sodium produit un effet immédiat sur certains ingrédients qui influent sur la fabrication de l'aliment et le produit final (Hutton 2002). Les chapitres 7.1.2 à 7.1.4 s'intéressent notamment à l'effet technologique du sel dans les produits de boulangerie et de boucherie, le fromage et d'autres aliments.

### **7.1.2 Le chlorure de sodium dans les produits de boulangerie et de pâtisserie**

Outre la farine, l'eau, la levure et les améliorants de panification, le sel est un élément essentiel du pain. La concentration de chlorure de sodium dans les pains industriels se situe en moyenne à 1,7 %, par rapport à la quantité de farine. Selon le produit et le fabricant, cette teneur varie entre 1,3 % et 1,9 %.

Le chlorure de sodium donne du goût au pain, favorise le pétrissage, régule les processus de fermentation et stimule le brunissement de la croûte (Skobranek 1991). Concernant le pétrissage, le sel influence avant tout la structure du gluten et de la pâte.

### **7.1.3 Le chlorure de sodium dans les produits de boucherie**

La teneur en sel des produits de boucherie se situe entre 1,5 % et 3 %. La viande des Grisons en contient même 5,4 %.

L'addition de chlorure de sodium à la viande a pour but d'en exhauster le goût, de la conserver (salaison), d'accroître la capacité de liaison de l'eau et donc du rendement après la cuisson, ainsi que la capacité de liaison dans les produits grossièrement ou finement concassés.

Le pouvoir de liaison de l'eau dans la viande maigre dépend de son pH.

Le sel accroît la propriété de liaison dans la mesure où il dissout les molécules de protéine de la viande maigre et favorise donc la formation d'une structure permettant d'obtenir une saucisse ferme.

Cette propriété du chlorure de sodium est utilisée pour les produits grossièrement et finement concassés tels que saucisses cuites, hamburgers ou jambon. Bien que le chlorure de sodium accroisse la solubilité des protéines musculaires et donc leur capacité de liaison, il favorise également l'oxydation et le rancissement des graisses, ce qui n'est pas souhaitable (Hutton 2002).

Environ 90 % des produits de boucherie sont additionnés de sel de saumure (Krämer 1997). Les morceaux de grande taille (jambons, par exemple) ainsi que les saucisses crues soumises à une maturation supérieure à 4 semaines sont principalement saumurés au chlorure de sodium et au nitrate, alors que la plupart des saucisses crues ainsi que les saucisses cuites et autres produits de boucherie sont traités au sel nitrité pour saumure (Krämer 1997). Le sel nitrité pour saumure se compose essentiellement de chlorure de sodium et, pour une part moindre, de nitrite de sodium. La salaison a pour but de conserver la viande, de stabiliser sa couleur (rubéfaction) et de développer

l'arôme de saumure typique. La conservation repose, d'une part, sur l'abaissement de l'activité hydrique (par le chlorure de sodium) et, d'autre part, sur l'action inhibitrice du nitrite ou du nitrate (d'où provient le nitrite par voie bactérienne) sur divers microorganismes indésirables tels que, par exemple, *Clostridium botulinum*.

#### **7.1.4 Le chlorure de sodium dans le fromage**

La teneur en sel des différentes sortes de fromage varie entre 0,08 % et 4,3 %. Le fromage d'emmental est l'un des plus pauvres en sel (0,4 %). La plupart contiennent plus de 1,5 % de chlorure de sodium.

Le sel est employé aussi bien dans les fromages à pâte dure que dans ceux à pâte molle. La quantité utilisée, la méthode et le moment de l'addition, tout comme l'effet exact produit par le sel, varient d'un fromage à l'autre. Le chlorure de sodium influence avant tout le goût du fromage, il régule sa teneur en acide et exerce ainsi une action conservatrice à l'encontre des agents de gonflement, il favorise le développement de la pâte du fromage et stimule la formation de la croûte. Par ailleurs, le sel influe sur la consistance du fromage, qui augmente au fur et à mesure que la concentration de sel augmente (Speer 1995).

#### **7.1.5 Le chlorure de sodium dans d'autres aliments**

De nombreux aliments industriels contiennent du sel. Non seulement le pain et les produits de boulangerie, de boucherie ou les fromages, mais aussi les soupes, les sauces, les conserves au vinaigre, les conserves de légumes, les céréales du petit déjeuner, les plats préparés, les chips, les snacks et les condiments.

##### **7.1.5.1 Soupes et sauces**

Le sel est un élément sensoriel essentiel des soupes et des sauces. Il a la propriété d'exhauster le goût du produit. Dans les sauces, le chlorure de sodium peut également remplir des fonctions conservatrices. C'est ainsi que l'acide acétique, le sucre et le sel peuvent garantir la sécurité alimentaire ainsi que la durée de conservation du ketchup, de la moutarde ou de la mayonnaise, par exemple.

### **7.1.5.2 Légumes aigres**

Les légumes aigres comprennent notamment la choucroute, les cornichons, les olives et les légumes au vinaigre. Elles sont fabriquées à partir de légumes frais par fermentation lactique spontanée. La fermentation est stimulée par l'addition de chlorure de sodium. Celui-ci favorise la production d'hydrates de carbone facilement fermentables et offre aux bactéries lactiques relativement tolérantes au sel un avantage à la sélection par rapport à la flore concurrente (Krämer 1997). La conservation des légumes aigres est facilitée par la fermentation lactique naturelle et l'addition de chlorure de sodium, d'herbes et d'épices. Par ailleurs, le chlorure de sodium exhauste le goût des légumes aigres.

### **7.1.5.3 Conserves de légumes**

Un agent liquide est généralement ajouté au produit pour assurer une transmission efficace de la chaleur pendant le processus de fabrication des conserves. En ce qui concerne les conserves de légumes, il s'agit le plus souvent d'une saumure de chlorure de sodium, le sel exerçant surtout une influence sur le goût (Hutton 2002).

### **7.1.5.4 Céréales consommées au petit déjeuner**

Bon nombre de céréales consommées au petit déjeuner contiennent du sel pour des raisons gustatives. Toutefois, sur le plan du processus, le sel présente un inconvénient : il diminue la quantité d'eau disponible pour la gélification de l'amidon et provoque donc un prolongement de la durée et de la température de gélification (Hutton 2002).

### **7.1.5.5 Plats prêts à consommer**

Les plats prêts à consommer contiennent du chlorure de sodium, principalement pour des raisons gustatives.

### **7.1.5.6 Chips, snacks, condiments**

Le sel constitue un élément sensoriel important dans les chips, les snacks et les condiments. Le chlorure de sodium confère aux produits le goût salé typique et renforce les autres composantes gustatives. Bien que les snacks extrudés présentent généralement plus de sel que les chips, par exemple, ils donnent l'impression d'être moins salés. Cela s'explique par la répartition du chlorure de



sodium. Dans les snacks extrudés, le chlorure de sodium est réparti dans l'ensemble du produit, alors que le sel des chips ne se trouve qu'à la surface du produit, ce qui accentue la perception que l'on en a (Hohl 2003).

## **7.2 Possibilités de réduire le chlorure de sodium dans les aliments industriels**

Jusqu'à 75 % de l'apport sodé provient d'aliments industriels tels que le pain, les produits de boulangerie et de boucherie, le fromage, les soupes et les sauces, les plats prêts à consommer, pour ne citer qu'eux (Ferrari 2002). Il semble donc logique de réduire leur teneur en sel. Comme le sel ne remplit toutefois pas qu'une fonction sensorielle dans les aliments, mais qu'il présente aussi des propriétés conservatrices et technologiques, il n'est pas possible de renoncer au sel dans son intégralité. Il serait quand même opportun, dans les aliments en question, d'abaisser la teneur actuelle en chlorure de sodium à un niveau minimum qui ne serait pas préjudiciable à ses effets conservateurs et technologiques. Les pages suivantes présentent brièvement diverses possibilités de réduire la teneur en chlorure de sodium dans les principales catégories de produits.

### **7.2.1 Produits de boulangerie et de pâtisserie**

Selon la plupart des consommateurs, le goût du pain sans sel est fade. La réduction de la teneur en sel prive donc le pain d'une partie de son goût et de son arôme.

Le chlorure de sodium revêt une importance technologique. Il favorise le pétrissage, régule les processus de fermentation et stimule le brunissement de la croûte. D'après Skobranek (1991), 0,5 % de sel s'avère suffisant. Il recommande de limiter la quantité de sel (par rapport à la farine) à 1 % jusqu'à un maximum de 1,5 %. De nos jours, la teneur en sel des produits de boulangerie et de pâtisserie varie entre 1,3 % et 1,9 %.

### **7.2.2 Produits de boucherie**

L'analyse des effets du chlorure de sodium sur des saucisses de Francfort révèle que leur consistance, leur jutosité et leur intensité aromatique vont de pair avec l'augmentation de la teneur en sel (de 0,5 % à 3 %). La teneur en sel de 1,3 % est ainsi considérée comme la teneur minimale acceptable pour les saucisses de Francfort (Hutton 2002). En raison des multiples effets produits par le sel sur les produits de boucherie, sa teneur ne peut être réduite à volonté. Högg (1990) a mis au

point un procédé permettant de remédier à la diminution de la capacité de liaison dans la fabrication de saucisses cuites pauvres en sel.

Pour abaisser la teneur en sel de la viande, il est possible d'utiliser des produits de substitution du sel. Dans la fabrication des saucisses cuites pauvres en sel, par exemple, environ 30 % de la quantité de sel utilisée jusqu'à présent peuvent être remplacés par du chlorure de potassium sans apparition d'amertume (Högg 1990). Selon Hutton (2002), le remplacement de 30 à 40 % du chlorure de sodium par du chlorure de potassium, du lactate de potassium ou de la glycine entraîne une altération du goût et une perte de pouvoir liant des produits de boucherie séchés. Hutton (2002) décrit une expérience, dans laquelle les saucisses crues sont traitées avec une saumure à base de sodium, de potassium, de magnésium et de calcium (respectivement 1,00 %, 0,55 %, 0,23 % et 0,46 %). Il en résulte une diminution du goût salé et de l'acceptation sensorielle. Pour que le chlorure de sodium puisse être remplacé totalement ou partiellement par un sel pauvre en sodium, il faut prendre en considération de nombreuses corrélations complexes, spécifiques au produit.

### **7.2.3 Fromage**

Dans le fromage, le sel produit des effets variés et complexes. La réduction de la teneur en chlorure de sodium entraîne une modification non négligeable des propriétés du produit (Hutton 2002). Selon Bachmann (2003), directeur du département de recherche « Lait, fromage » à la Station fédérale de recherches laitières (acroscope), il est difficile de réduire la teneur en sel des produits existants, car le chlorure de sodium exerce une influence déterminante sur le goût du fromage. Le produit risque d'être rejeté par le consommateur, qui ne reconnaîtra plus le goût du fromage consommé jusqu'alors. La conception de nouveaux produits vise à réduire au maximum la teneur en sel. La mise au point de nouveaux fromages pauvres en sel requiert l'utilisation de variétés légèrement salées et la modification des processus de fabrication afin d'obtenir une réduction supplémentaire du chlorure de sodium. De cette manière, il est possible de produire des fromages sans croûte présentant une teneur en sel inférieure à 0,5 % (Hutton 2002).

La teneur en sel du fromage est notamment déterminée de façon à empêcher le développement de bactéries propioniques. C'est surtout le cas des fromages à base de lait cru ou thermisé. Si la teneur en sel était réduite, les bactéries propioniques se développeraient et feraient fermenter l'acide lactique pour produire de l'acide propionique (douceur et goût de noix), de l'acide acétique et du CO<sub>2</sub> (formation de trous), ce qui est le cas dans l'emmental, mais totalement indésirable dans d'autres variétés de fromage. Cette erreur est désignée par le terme de re-fermentation. Pour empêcher le développement de bactéries propioniques en cas de teneur plus faible en sel, les bactériocines

pourraient certes constituer une bonne solution, mais qui exigerait plusieurs années de recherche, selon Bachmann (2003). Les bactériocines sont des antibiotiques à action spécifique produits par des bactéries (Krämer 1997).

Ces dix à vingt dernières années, des expériences ont été menées sur le chlorure de potassium et le chlorure de calcium, en tant que substances de substitution (Bachmann 2003). En raison de son arrière-goût amer, le chlorure de potassium présente des inconvénients sensoriels évidents.

L'utilisation de chlorure de calcium consolide la texture du fromage sous l'action du calcium bivalent, qui se connecte avec la caséine, à charge négative. La texture ainsi raffermie n'est toutefois pas désirable selon Bachmann (2003). En ce qui concerne la propriété conservatrice des succédanés cités, elle est comparable à celle du chlorure de sodium. Le remplacement partiel du chlorure de sodium par du chlorure de potassium ou de calcium est donc en principe possible.

#### **7.2.4 Autres aliments**

Le chlorure de sodium se trouve aussi dans les soupes, les sauces, les légumes aigres, les conserves de légumes, les céréales du petit déjeuner, les plats cuisinés, les chips, les snacks et les condiments. Ces aliments contiennent du sel avant tout pour des raisons sensorielles, à l'exception des légumes aigres. Ici, le chlorure de sodium participe, dans une large mesure, à la conservabilité des produits. Il demeure donc une marge de manœuvre limitée pour réduire la teneur en sel dans les conserves au vinaigre. Il en va tout autrement concernant les autres aliments susmentionnés : le chlorure de sodium remplit avant tout une fonction gustative, et sa marge de réduction est donc plus grande. Une enquête menée par la Food Standard Agency (FSA) en Grande-Bretagne a révélé que de nombreux plats cuisinés très appréciés contenaient beaucoup de sel. La moitié de ces plats cuisinés contiennent en effet plus de 40 % de l'apport sodé quotidien recommandé (Food Standards Agency 2003a). Comme la teneur en sel des mêmes types de plats prêts à consommer varie jusqu'au quadruple, la FSA estime que la réduction du chlorure de sodium dans les plats cuisinés est tout à fait possible.

#### **7.2.5 Produits de substitution**

Le souci de réduire la teneur en sel impose de s'interroger sur les éventuels succédanés du sel.

### **7.2.5.1 Disposition relative aux succédanés de sel comestible dans l'ordonnance sur les denrées alimentaires (ODal)**

Les succédanés de sel de table sont des aliments spéciaux admis par l'ordonnance sur les denrées alimentaires (art. 171) pour les aliments pauvres ou très pauvres en sodium :

« Les succédanés du sel comestible ou sels diététiques sont des mélanges de sulfate de potassium, de sels de potassium, de magnésium, d'ammonium, de calcium et de choline d'acides organiques ou inorganiques tels que l'acide glutamique, l'acide adipique, l'acide carbonique, l'acide succinique, l'acide lactique, l'acide citrique, l'acide malique, l'acide tartrique, l'acide acétique, l'acide chlorhydrique ou l'acide orthophosphorique. La teneur en sodium ne doit pas dépasser 0,12 g par 100 grammes. »

### **7.2.5.2 Chlorure de potassium, succédané du sel de table**

Le chlorure de potassium est souvent proposé pour remplacer le chlorure de sodium. Dans le British Medical Journal, He et al. (2001) décrivent les effets bénéfiques du potassium comme suit :

« Des études épidémiologiques et cliniques ont montré que l'apport de potassium jouait un rôle essentiel dans la régulation de la tension artérielle, tant chez les sujets normotendus qu'hypertendus. Indépendamment de son action sur la tension, une consommation élevée de potassium pourrait avoir d'autres effets salutaires, tels que la réduction du risque d'apoplexie, la prévention des lésions rénovasculaires, des atteintes aux glomérules et tubules rénaux, ainsi que la diminution de l'excrétion urinaire de calcium, de la formation de calculs rénaux et de la déminéralisation du tissu osseux (ostéoporose). »

He et al. (2001) sont donc d'avis que l'on peut tirer profit d'une forte consommation de potassium et recommandent d'accroître la teneur en potassium de la ration alimentaire par le biais des fruits et des légumes. Le recours à une substitution du sel riche en potassium ne présente pas seulement l'avantage d'accroître la consommation de potassium, mais il diminue également la consommation de sodium (Doorenbos 2003). Un succédané du sel à base de potassium comporte toutefois aussi des risques, comme le révèle le cas d'une femme de 74 ans souffrant d'insuffisance rénale (Doorenbos 2003) : la patiente succomba à un arrêt cardiaque ; il s'avéra qu'il faisait suite à l'utilisation d'un succédané du sel riche en potassium. Doorenbos et al. (2003) donnent les recommandations suivantes :

« Nous conseillons aux médecins et aux diététiciens de souligner le risque d'hyperkalémie chez les patients présentant des troubles de l'excrétion rénale de potassium, imputables à une pathologie rénale, et en particulier chez ceux qui prennent des inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine, des inhibiteurs des récepteurs de l'angiotensine II, des diurétiques épargneurs de potassium, ou des médicaments anti-inflammatoires non stéroïdes. Les médecins qui prescrivent ces médicaments devraient demander aux patients concernés s'ils consomment des succédanés du sel contenant du potassium. L'étiquetage des produits de substitution du sel riches en potassium devrait mieux souligner, par des mises en garde, les risques qui y sont liés. »

Le potassium présente un inconvénient majeur : le recours aux sels de potassium donne aux aliments un arrière-goût d'amertume et de métal. Du point de vue sensoriel, un succédané du sel composé en grande partie de potassium n'est pas idéal.

Les recommandations de l'OMS en ce qui concerne l'apport de potassium sont les suivantes (WHO 2003) :

« Un apport adéquat de potassium abaisse la tension artérielle et prévient les risques d'apoplexie et d'arythmie cardiaque. L'apport en potassium devrait correspondre à un rapport sodium/potassium de l'ordre de 1,0, ce qui équivaut à une consommation quotidienne de 70 - 80 mmol par jour. La consommation quotidienne de fruits et de légumes permet d'y parvenir. »

### **7.2.5.3 Produits de substitution disponibles sur le marché**

Plusieurs produits de substitution du sel sont disponibles sur le marché. Ces substances contiennent toutes du chlorure de potassium. Elles peuvent se répartir en deux catégories : les succédanés du sel au sodium et ceux sans sodium. Le sel de mer et de geyser islandais, le Mysalt, le Pansalt, le LoSalt et le Solo Sea Salt contiennent du sodium. Les produits du type Herbamare, Xal, AlsoSalt et Salt Substitute (Diamondcrystal) n'en contiennent pas. Les pages suivantes présentent ces différents produits. De plus amples informations figurent sur les sites Internet indiqués.

#### **Herbamare Diet**

Herbamare Diet s'est un sel de régime très pauvre en sodium, vendu en Suisse. Il contient du chlorure de potassium (97,3 %), des légumes et des herbes (2,5 %), ainsi que du chlorure de magnésium (0,2 %).

## **Sel de mer et de geyser islandais**

Le sel de mer et de geyser islandais est un mélange minéral composé de chlorure de sodium (45 %), de chlorure de potassium (44 %), de chlorure de magnésium et de sulfate de magnésium (6 %), d'agents anti-agglomérants et d'iodure de potassium. Il est vendu en Suisse.

## **Mysalt**

Mysalt est un composé de sels minéraux présentant 60 % de sodium en moins et vendu en Suisse. Il contient du chlorure de potassium (54,6 %), du sel de table (chlorure de sodium, fluorure, iodure, anti-agglomérant E536) (39,1 %), des exhausteurs de goût (E621 3 %, E620 1 %) et des anti-agglomérants E504, E553a.

## **Xal**

Xal est un succédané pauvre en sodium, vendu en Suisse, qui contient du chlorure de potassium (69 %), du chlorure d'ammonium (18,8 %), de l'acide glutaminique (5,9 %), de l'hydrogénate de calcium (5,7 %), du chlorure de magnésium (0,2 %) et de l'acide silicique (0,4 %).

## **Pansalt ([www.scheid-rusal.ch](http://www.scheid-rusal.ch))**

Le Pansalt a été mis au point par des scientifiques finlandais sous la direction du professeur Heikki Karppanen afin de remplacer le chlorure de sodium traditionnel. Il s'agit d'un mélange de sels minéraux composé de chlorure de sodium (56 %), de chlorure de potassium (28 %), de sulfate de magnésium (12 %), d'hydrochlorure de lysine (2 %) et d'un agent d'écoulement (1 %).

Par rapport au sel conventionnel, le Pansalt réduit l'apport sodé et accroît la consommation de potassium et de magnésium. Dans le Journal of The American College of Nutrition, le scientifique finlandais Karppanen (1994) écrit que la consommation accrue de potassium, de magnésium et de L-lysine, combinée aux effets positifs d'une réduction de l'apport en sodium, joue un rôle déterminant dans les résultats obtenus par le Pansalt. L'influence du potassium et peut-être du magnésium sur l'hypertension artérielle est confirmée dans plusieurs études, notamment celle de Geleijnse et al. (1994). La L-lysine contenue dans le Pansalt est un acide aminé essentiel au goût salé. L'addition de L-lysine permet de couvrir totalement l'arrière-goût désagréable du potassium (Karppanen 1994). Diverses études confirment les effets positifs du Pansalt. Whelton et al. ont montré dans une étude en double aveugle que le Cardia Salt (un succédané correspondant au Pansalt) abaissait la tension artérielle des hypertendus soumis à ce régime. Par ailleurs, le Cardia n'entrave pas l'action des médicaments hypotenseurs. L'étude de Neutel et al. démontre que même des réductions minimales de l'apport sodé contribuent à abaisser la tension artérielle. Selon Neutel et al., le remplacement du

chlorure de sodium dans les aliments industriels réduirait la tension, surtout chez les personnes âgées. De plus, grâce à l'apport de Pansalt à la place du chlorure de sodium, la probabilité de l'ostéoporose diminue, car moins de calcium et de phosphate sont éliminés avec l'urine (Karppanen 1994).

Le Pansalt est vendu en Finlande et au Japon. Ce produit de substitution est également utilisé dans l'industrie agroalimentaire.

### **LoSalt ([www.losalt.com](http://www.losalt.com))**

LoSalt est fabriqué et commercialisé par la société Klinge Foods Ltd., entreprise privée domiciliée en Ecosse. Comme le sel, LoSalt s'utilise dans la cuisine, à table ou bien comme ingrédient des aliments industriels. Il est censé posséder l'intégralité du goût du chlorure de sodium, même s'il ne contient qu'un tiers du sodium contenu dans le sel de cuisine. LoSalt est composé de chlorure de potassium (66 %) de chlorure de sodium (33 %), et de carbonate de magnésium (1 %) en tant qu'agent d'écoulement.

### **Solo Low Sodium Sea Salt ([www.soloseasalt.com](http://www.soloseasalt.com))**

Solo Sea Salt est un sel de mer minéral à faible teneur en sodium, fabriqué par une entreprise britannique (The Low Sodium Sea Salt Company). Ce sel minéral se compose de chlorure de sodium (41 %), de chlorure de potassium (41 %), de sels de magnésium (17 %) (hydratés sous forme de chlorures et de sulfates) ainsi que d'oligo-éléments (< 1 %) (calcium, iode, fer, silicium).

### **AlsoSalt ([www.alsosalt.com](http://www.alsosalt.com))**

La firme américaine AlsoSalt propose un produit de substitution composé de chlorure de potassium, de monohydrochlorure de L-lysine et de stéréates de calcium. AlsoSalt ne contient pas de sodium. 1g de ce succédané contient 356 mg de potassium. Aucune indication n'est fournie par le fabricant en ce qui concerne la teneur en L-lysine et en stéréates de calcium. Selon lui, AlsoSalt a le même goût que le sel de cuisine et ne présente aucun arrière-goût amer comme d'autres produits de substitution du sel. L'acide aminé L-lysine qu'il contient, et qui présente un goût salé spécifique, est censé neutraliser l'arrière-goût amer.

Le fabricant recommande de ne pas utiliser de succédané de chlorure de sodium sans avis médical.

### **Salt Substitute ([www.diamondcrystal.com](http://www.diamondcrystal.com))**

La firme américaine Diamond Crystal Brand propose un produit de substitution composé de chlorure de potassium (491 mg), de triphosphate de calcium (5 mg), d'acide citrique (2,3 mg) et d'acide glutaminique (1,8 mg). Ce succédané est vendu dans des sachets de 0,5 g. Selon le fabricant, un sachet suffit pour saler un repas moyen. De plus, il est censé ne posséder aucun arrière-goût de métal. Le fabricant recommande de ne pas utiliser de succédané de chlorure de sodium sans avis médical.



---

## 8 Situation juridique concernant l'étiquetage

---

Les dispositions juridiques générales concernant l'étiquetage des aliments figurent au chapitre 5 (art. 19 à 36) de l'ordonnance du 5 mars 1995 sur les denrées alimentaires (ODAI, RS 817.02). L'ordonnance du 26 juin 1995 sur la valeur nutritive (ONutr, RS 817.021.55) règle les conditions relatives à l'indication de la valeur nutritive. Selon l'art. 4 al. 1 ONutr, l'indication de la valeur nutritive doit contenir les éléments suivants :

- a) la valeur énergétique et la teneur en protéines, glucides et lipides, ou
- b) la valeur énergétique et la teneur en protéines, glucides, sucres, lipides, acides gras saturés, fibres alimentaires et sodium.

La teneur en sel ne peut être indiquée que par le biais de l'étiquetage de la teneur en sodium, même si, en l'occurrence, il convient de fournir les autres indications précisées sous b).

L'art. 171 de l'ODAI décrit, parmi les aliments spéciaux, les denrées alimentaires « pauvres en sodium » et « très pauvres en sodium » ainsi que les succédanés du sel comestible.

D'après l'art. 165 al. 1 ODAI, les aliments spéciaux sont des denrées alimentaires destinées à une alimentation particulière qui, du fait de leur composition ou d'un procédé de fabrication spécial,

- a) répondent aux besoins nutritionnels particuliers de personnes qui, pour des motifs de santé, doivent s'alimenter de manière différente ; ou
- b) contribuent à produire des effets physiologiques déterminés.

Un aliment est réputé « pauvre en sodium » s'il ne contient pas plus de 0,12 g de sodium par 100 grammes du produit prêt à la consommation. Les aliments réputés « très pauvres en sodium » ne peuvent pas contenir plus de 0,04 g de sodium par 100 grammes du produit prêt à la consommation. Les condiments en poudre, les condiments et la moutarde font l'objet de dispositions séparées : ils peuvent être considérés comme « pauvres en sodium » ou « très pauvres en sodium » si leur teneur en sodium n'excède pas respectivement 0,36 g et 0,12 g par 100 g. D'autres indications d'une réduction de la teneur en sodium ne sont pas autorisées.

Un débat soutenu est en cours en Suisse concernant l'étiquetage de la teneur totale en chlorure de sodium. Pour des raisons de prévoyance médicale, la FIAL a confié un mandat concret à l'OFSP pour que soit rendu possible l'étiquetage de la teneur totale en sel. Dans le sens d'une interprétation des dispositions légales en vigueur en matière d'étiquetage et de mise en évidence des caractéristiques d'un aliment, l'Association des chimistes cantonaux de Suisse a confirmé, à l'occasion de sa 371<sup>e</sup> assemblée de septembre 2002, qu'un étiquetage de la teneur totale en sel n'était pas admissible à l'heure actuelle en dehors de l'indication de la valeur nutritive. Seule l'indication de l'addition de chlorure de sodium serait possible dans la liste des ingrédients.

A titre d'information sur la valeur nutritive, l'étiquetage doit satisfaire aux exigences de l'ordonnance sur la valeur nutritive (ONutr). En conformité avec les dispositions européennes et les directives du *Codex Alimentarius*, l'ordonnance ne prévoit que l'indication du sodium, en même temps que les autres informations détaillées sur l'indication de la valeur nutritive, en vertu de l'art. 4 al. 1b ONutr (« BIG 8 »).

Les modalités de l'adaptation des dispositions légales en matière de denrées alimentaires ainsi que de la révision de leur interprétation actuelle feront l'objet de nouveaux débats faisant suite au présent rapport.

---

## 9 Conclusions, objectifs et mesures

---

### 9.1 Conclusions

- Selon l'étude Intersalt, la consommation moyenne de sel (mesurée d'après l'excrétion de sodium) s'élève à 9-14 g/jour chez les hommes et à 7-10 g/jour chez les femmes dans diverses régions de pays occidentaux (Intersalt 1988; Elliott, 1996). Une étude réalisée en Grande-Bretagne a révélé des consommations de 11 g/jour chez les hommes et de 8 g/jour chez les femmes (Office for National Statistics 2003). Une étude menée en Italie a abouti à des résultats analogues, à savoir 11 g/jour pour les hommes et 9,4 g/jour pour les femmes (Leclercq 1991). En Suisse, une enquête nationale effectuée en 1984 par Mordasini et al. avait indiqué une consommation moyenne de sel de 11,9 g/jour, également mesurée d'après l'excrétion de sodium. Dans le Troisième rapport sur la nutrition en Suisse, la consommation de sodium était évaluée à 10-13 g/jour; dans le Quatrième rapport sur la nutrition, à au moins 9,5 g par jour et par personne. Une nouvelle enquête menée dans le canton de Genève a abouti à des chiffres moins élevés : 8-9g/jour chez les hommes et 7-8 g/jour chez les femmes. Une étude récente et représentative à l'échelle nationale fait actuellement défaut. Les données aujourd'hui disponibles montrent néanmoins que la consommation moyenne de sel de la population suisse s'écarte sensiblement des recommandations de l'OMS.
- Les données épidémiologiques suggèrent la persistance d'une corrélation entre la consommation de chlorure de sodium et l'hypertension par rapport au risque cardiovasculaire dans l'ensemble de la population. Cette corrélation apparaît clairement dans les segments vulnérables de la population, tels que les personnes âgées ou souffrant d'une surcharge pondérale. Des études d'intervention ont révélé par ailleurs qu'une réduction de l'apport de chlorure de sodium est judicieuse dans le traitement et la prévention de l'hypertension artérielle. Comme il est difficile de déterminer la sensibilité au sel par rapport à la tension d'un individu d'une manière cliniquement répliquable, il paraît plus opportun de rechercher des stratégies visant à réduire les apports en sel de cuisine dans l'ensemble de la population. Dans la plupart des pays, les recommandations officielles tablent sur une consommation quotidienne de 6g de chlorure de sodium, l'OMS recommande même 5g/jour. L'étude menée à Genève montre que le pain, le fromage, les soupes, les plats cuisinés et la viande sont les principaux groupes d'aliments qui contribuent à la consommation de sel. Le sel provient à 70-80 % d'aliments industriels.

- Des études d'intervention montrent qu'une réduction de l'apport sodé peut, notamment dans les groupes à risque, contribuer à diminuer la tension artérielle. L'effet est d'autant plus marqué s'il est combiné à d'autres mesures (régime DASH, recherche d'un poids équilibré et regain d'activité physique).
- En transposant les études menées à l'étranger sur la situation en Suisse, il serait possible, par une réduction de l'apport quotidien en sel jusqu'à 6 g/jour, d'empêcher chaque année 1700 attaques cardiovasculaires et 2575 maladies cardiaques ischémiques. Les économies potentielles se chiffrent à 80 millions de francs par an. La part imputable au facteur de risque que sont la surcharge pondérale et l'adiposité est estimée à 256 millions de francs, soit un montant nettement supérieur (OFSP 2004).
- L'élaboration d'une stratégie visant à réduire la consommation de sel doit tenir compte du rôle que joue le sel dans la qualité des aliments du point de vue sensoriel, technologique et conservateur. Par ailleurs, les produits de substitution du sel offrent une autre possibilité de réduire la teneur de sodium des aliments et ainsi son effet sur la tension. En cas de réduction du sel, il ne faut pas perdre de vue non plus que le sel est un vecteur d'iode et de fluor. Il faudrait adapter la teneur de ces additifs afin de réduire les risques de carence et leurs conséquences.
- Les dispositions légales actuelles prévoient que la teneur en sel des aliments ne peut être indiquée, selon l'étiquetage de la valeur nutritive, que dans le cadre du BIG 8 (valeur énergétique, protéines, glucides, dont genres de sucre, lipides, dont acides gras saturés, fibres alimentaires, sodium). Des sondages d'opinion révèlent que ces dispositions en matière d'étiquetage sont trop peu compréhensibles pour permettre l'évaluation de la consommation de sel et faciliter le choix d'une alimentation plus scrupuleuse et plus pauvre en sel.
- D'autres enquêtes prouvent que les connaissances du grand public concernant les corrélations entre la consommation de sel et la santé sont insuffisantes en Suisse. Dans l'optique d'une campagne d'information, il est indispensable que les services de santé, les médecins, les diététiciens, les associations de consommateurs, l'industrie agroalimentaire et les grands distributeurs coopèrent étroitement.

## 9.2 Objectifs et mesures

Sur la base du présent rapport et compte tenu de la stratégie de l'OMS concernant la nutrition, la sédentarité et la santé (WHA 57.17, 2004), le groupe de travail recommande les mesures et les objectifs suivants :

### Objectif 1

**Il faut améliorer les connaissances du grand public au sujet des corrélations entre la consommation de sel et la santé, de façon à renforcer la responsabilité individuelle du consommateur.**

- Dans cet esprit, il faudrait pouvoir indiquer la teneur en chlorure de sodium à la fin de la liste des ingrédients. L'indication « sel : X % au total, en g par 100 g d'aliment », imprimée dans les mêmes caractères que la liste des ingrédients, permettrait, selon la CFA, une information du consommateur sans constituer une mise en évidence à caractère publicitaire.
- Relations publiques : la communication, l'information et la sensibilisation au problème de la consommation de sel doivent passer par les services officiels de santé et leurs organisations partenaires, les secteurs de l'industrie concernés, les écoles et les autres organisations intéressées.

### Objectif 2

**Il faut optimiser la teneur en sel des aliments industriels, qui contribuent en grande partie à la consommation de sel, tout en tenant compte de la qualité et de la sécurité.**

- Collecte des informations disponibles et, le cas échéant, enquête analytique sur la teneur en sel des catégories d'aliments industriels contribuant dans une large mesure à la consommation de sel (pain, fromage, soupes, viandes, etc.).
- Rencontre avec les producteurs en vue d'étudier les possibilités de réduire la teneur en sel sans pour autant diminuer la qualité des produits.

### Objectif 3

**Il faut envisager à long terme une réduction de la consommation de sel en Suisse par le biais de mesures appropriées. Leur ampleur et le calendrier nécessitent une analyse approfondie.**

- Collecte de données représentatives sur la consommation de sel dans la population suisse.
- Réalisation d'une étude représentative sur la diffusion de l'hypertension en Suisse (en collaboration avec la Société suisse d'hypertension).

- Définition d'un objectif réaliste pour réduire la consommation de sel, compte tenu de la dispersion statistique de la consommation de sel au sein de la population.

### **9.3 Intégration dans une stratégie globale « Alimentation et santé »**

Sur la base d'une analyse en profondeur du Quatrième rapport sur la nutrition en Suisse, le plan d'action « Alimentation et santé : une politique nutritionnelle pour la Suisse » définit essentiellement huit objectifs, qui servent depuis lors de lignes directrices à l'OFSP en vue de leur concrétisation (BAG 2001). En premier lieu figure la promotion d'un poids équilibré et l'augmentation de la consommation de fruits et de légumes. La WHA a approuvé en mai 2004 une résolution portant sur une « Global strategy on diet, physical activity and health », qui revêt une grande importance pour la poursuite de la politique nutritionnelle tant sur le plan de son contenu que de la répartition des rôles entre les différents protagonistes de la scène alimentaire. En annexe à la résolution WHA 57.17, l'OMS met aussi l'accent, parmi ses recommandations générales, sur la recherche d'un poids et d'un bilan énergétique équilibrés. Elle mentionne également la réduction de la consommation de sel. A la lumière du présent rapport, cette revendication devrait aussi être intégrée dans une future stratégie globale.

---

## Index bibliographique

---

**Agence Françaises de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA)**, Rapport du groupe de travail sur le sel. 2002

**Alam S**, Johnson AG. A meta-analysis of randomised controlled trials (RCT) among healthy normotensive and essential hypertensive elderly patients to determine the effect of high salt (NaCl) diet of blood pressure. *J Hum Hypertens* 1999; 13: 367-374

**Alderman MH**, Cohen H, Madhavan S. Dietary sodium intake and mortality : the National Health Nutrition Examination Survey (NHANES I). *Lancet* 1998; 351: 781-785

**Appel LJ**, Moore TJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Svetkey LP, Sacks FM et al. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. DASH Collaborative Research Group. *N Engl J Med* 1997; 336: 1117-1124

**Bachmann HP**, Leiter Forschungsbereich „Milch, Käse“ der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Milchwirtschaft. Mündliche Mitteilung. 2003 (zitiert in Züger 2003)

**Beer-Borst S**, Costanza MC, Morabia A. 10 year trends and correlates of dietary salt in the Geneva general adult population. Report Project salt and Hypertension to the Swiss Federal Office of Public Health, Berne, 2004

**Beil AH**, Schmieder RE. Salt intake as a determinant of cardiac hypertrophy. *Blood Pressure*. 1995; (suppl 2): 30-34

**Biesalski HK**, Fürst P, Kasper H, Kluthe R, Pöler W, Puchstein C, Stähelin, HB. Ernährungsmedizin, Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 1999

**Bundesamt für Gesundheit (BAG)**. Ernährung und Gesundheit: Eine Ernährungspolicy für die Schweiz, 2001

**Bundesamt für Gesundheit (BAG).** Die Kosten der Adipositas in der Schweiz, 2004

**Campese VM,** Salt sensitivity in hypertension. Renal and cardiovascular implications. Hypertension 1994; 23: 531-550

**Chiolero A,** Würzner G, Burnier M. Renal determinants of the salt sensitivity of blood pressure. Nephrol Dial Transplant 2001; 16: 452-458

**Chobanian AV,** Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL et al. National Heart, Lung, and Blood Institute Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure; National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. JAMA 2003; 289: 2560-2572

**Committee Report 1998;7.** Finnish Nutrition Recommendations, Ministry of Agriculture and Forestry, 1999

<http://www.ktl.fi/nutrition/finnutrec98.pdf> 11.05.2005

**Costanza MC,** Beer-Borst S, Wolf H, Morabia A. Association between salty foods and blood pressure: a population-based assessment. Report Project salt and Hypertension to the Swiss Federal Office of Public Health, Berne, 2004

**Cutler JA,** Follmann D, Allender PS. Randomized trials of sodium reduction: an overview. Am J Clin Nutr 1997; 65(Suppl): 643S-651S

**D\_A\_CH.** Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 1. Auflage, Umschau/Braus, 2000

**Denton D,** Weisinger R, Mundy NI, Wickings EJ, Dixson A, Moisson P et al. The effect of increased salt intake on blood pressure of chimpanzees. Nature Med 1995; 1: 1009-1016

**Deutsches Ernährungsberatungs- und -informationsnetz (DEBInet).** Essverhalten - Präferenzen und Aversionen, 2003.

<http://www.ernaehrung.de/tipps/essverhalten/essverhalten12.htm>, 11.05.2005)



**Doorenbos CJ**, Vermeij CG. Danger of salt substitutes that contain potassium in patient with renal failure. British Medical Journal (BMJ) 2003; 326: 35-36

**Eaton S**, Eaton SBIII, Konner MJ, Shostak M. An evolutionary perspective enhances understanding of human nutritional requirements. J NUtr 1996, 126: 1732-1740

**Elliott P**. Observational studies of salt and blood pressure. Hypertension 1991; 17(suppl I): I-3-I-8

**Elliott P**, Stamler S, Nichols R, Dyer AR, Stamler R, Kestelot H et al. for the Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt revisited : further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations. BMJ 1996; 312: 1249-1253

**Ferrari P**, Cum grano salis, Uni Press 2002; 115: 23-26

**Food Magazine**. Salt: FSA launches food-by-food strategy, 2003  
[http://www.foodcomm.org.uk/fsa\\_salt\\_Oct\\_03.htm](http://www.foodcomm.org.uk/fsa_salt_Oct_03.htm) 11.05.2005

**Food Standard Agency (FSA)**. Sodium Chloride, 2003  
[www.eatwell.gov.uk/ehalthydiet/nutritionessentials/vitaminsandminerals/sodiumchlorid/](http://www.eatwell.gov.uk/ehalthydiet/nutritionessentials/vitaminsandminerals/sodiumchlorid/) 11.05.2005

**Geleijnse J M**, Wittemann JCM, Bak AAA, den Breijen JH, Grobbee DE. Reduction in blood pressure with a low sodium, high potassium, high magnesium salt in older subjects with mild to moderate hypertension. British Medical Journal (BJM) 1994; 309: 436-440

**Graudal NA**, Galløe AM, Garred P. Effects of sodium restriction on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterol, and triglyceride. A meta-analysis. JAMA 1998; 279: 1383-1391

**Gregory J**, Foster K, Tyler H, Wiseman M. The dietary and nutritional survey of British adults. HMSO, London 1990

**Gregory J**, Lowe S, Bates CJ et al. National diet and nutrition survey: young people aged 4 to 18 years. Volume 1: Report of the diet and nutrition survey. TSO London, 2000

**Guidelines Committee.** European Society of Hypertension-European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. J Hypertens 2003; 21: 1011-1053

**Guyton AC.** Dominant role of the kidneys and accessory role of the whole-body autoregulation in the pathogenesis of hypertension. Am J Hyp 1989; 2: 575-585

**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: 2027-2034

**He FJ,** MacGregor GA. Beneficial effects of potassium, British Medical Journal (BMJ) 2001; 323: 497–501

**He FJ,** McGRegor GA. How far should salt intake be reduced ? Hypertension 2003, 42: 1093-1099

**Högg KJ.** Zur Brühwursttechnologie, insbesondere zur Herstellung von Natriumreduzierten sowie natriumarmen Brühwürsten, Dissertation Technische Universität München, 1990

**Hohl H,** Bischofszell Nahrungsmittel AG. Mündliche Mitteilung. 2003 (zitiert in Züger 2003)

**Hutton T.** Sodium Technological functions of salt in the manufacturing of food and drink products. British Food Journal (BFJ) 2002; 104, Nr. 2: 126-152

**INTERMAP** (Zhou 2003)

**INTERSALT Cooperative Research Group:** in international study of electrolyte excretion and blood pressure: results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. BMJ 1988; 297:319-328

**Karlson P,** Doenecke D, Koolman J. Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler, 14. neubearbeitete Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 1994

**Karppanen H.** An antihypertensive salt: crucial role of Mildred Seelig in its development. The Journal of the American College of Nutrition 1994; 13, Nr. 5: 493-495

**Kawasaki T**, Delea CS, Bartter FC, Smith H. The effect of high-sodium and low-sodium intakes on blood pressure and other related variables in human subjects with idiopathic hypertension. Am J Med 1978; 64: 193-198

**Kohlmeier L**, Krike A, Pötzsch J, Kohlmeier M, Martin K. Ernährungsabhängige Krankheiten und ihre Kosten (1993) Band 27 der Schriftenreihe des Bundesministeriums für Gesundheit Baden- Baden, Nomos Verlagsgesellschaft. Eine Zusammenfassung davon ist in der Ernährungsumschau 1994; 41, Heft 4 erschienen

**Krämer J**. Lebensmittel-Mikrobiologie, 3. Auflage, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 1997

**Kurtzweil P**. Scouting for Sodium and Other Nutrients to Blood Pressure. 1995

[www.fda.gov/fdac/foodlabel/sodium.html](http://www.fda.gov/fdac/foodlabel/sodium.html) 11.05.2005

**Leclercq C**, Ferro-Luzzi A. Total and domestic consumption of salt and their determinants in three regions of Italy: Eur. J. Clin.Nutr. 1991, 45:151-159

**Mancilha Carvalho JJ**, Baruzzi RG, Howard PF, Poulter N, Alpers MP, Franco LJ et al. Blood pressure in four remote populations in the INTERSALT study. Hypertension 1989; 14: 238-246

**Mc Gregor GA**, He FJ, A meta-analysis of randomised trials. Implications for public healths. (in press)

**Midgley JP**, Matthew AG, Greenwood CMT, Logan AG. Effect of reduced dietary sodium on blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. JAMA 1996; 275: 1590-1597

**Morabia A**, Bernstein M, Kumanyika S, Sorenson A, Mabiata I, Prodoliet B et al. Development and validation of a semi-quantitative food questionnaire based on a population survey. Soz. Präventiv. Med. 1994; 39: 345-369

**Mordasini C**, Abetel G, Lauterburg J, Ludi P, Perrenoud JP, Schmid H et al. Untersuchungen zum Kochsalzkonsum und zur Jodversorgung der Schweizer Bevölkerung. Schweiz. med. Wschr. 1984 ; 114 ; 1924-1929

**Morimoto A**, Uzu T, Fujii T, Nishimura M, Kuroda S, Nakamura S et al. Sodium sensitivity and cardiovascular events in patients with essential hypertension. *Lancet* 1997; 350: 1734-1737

**Murray CJL**, Lauer JA, Hutubessy RCW, Niessen L, Tomijima N, Rodgers A, Lawes CMM, Evans DB. Effectiveness and costs of interventions to lower systolic blood pressure and cholesterol: a global and regional analysis on reduction of cardiovascular-disease risk. *Lancet* 2003; 361:717-725

**National Public Health Institute**. Legislation, Nutrition in Finland, 1999.

[www.ktl.fi/nutrition/legislation.html](http://www.ktl.fi/nutrition/legislation.html) 11.05.2005

**National Public Health Institute**. Nutrition in Finland, 2003.

(<http://www.ktl.fi/nutrition/nutrition.pdf>, 11.05.2005)

**Neutel J**, Smith D. The effects of replacing regular salt with mineral salt containing reduced sodium and added potassium and magnesium on blood pressure. (zitiert in Züger 2003)

**Office for National Statistics, ed. (2003)**: The National Diet & Nutrition surveys adults aged 19 to 64 years. Vitamin and mineral intake and urinary analytes (Volume 3). London: TSO (The Stationery Office)

**Paccaud F**, Wietlisbach V, Rickenbach M. Evolution des maladies cardio-vasculaires et des caractéristiques de l'alimentation: résultats de l'étude MONICA, Vierter Schweizerischer Ernährungsbericht – Quatrième rapport sur la nutrition en Suisse, 1998: 199-208

**Page LB**, Vandeventer DE, Nader K, Lubin NK, Page JRI. Blood pressure of Qash'qai pastoral nomads in Iran in relation to culture, diet, and body form. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 527-538

**Pechère-Bertschi A**, Maillard M, Stalder H, Brunner HR, Burnier M. Blood pressure and renal hemodynamic response to salt during the normal menstrual cycle. *Clin Sci* 2000; 98: 697-702

**Poulter N**, Khaw KT, Hopwood BEC, Mugambi M, Peart WS, Rose G et al. The Kenyan Luo migration study: observations on the initiation of a rise in blood pressure. *BMJ* 1990; 300: 967-972

**Puska P.** The North Karelia Project. 20 Year Results and Experiences. Helsinki, The National Public Health Institute (KTL). 1995

**Sacks FM,** Svetkey LP, Vollmer WM, Appel LJ, Bray GA, Harsha D et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. N Engl J Med 2001; 344: 3-10

**Schlotke F,** Sieber R. Berechnung des Verbrauchs an Nahrungsenergie, Energieträgern, Nahrungsfasern, Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen. Vierter Schweizerischer Ernährungsbericht – Quatrième rapport sur la nutrition en Suisse, 1998 : 18-27

**Scientific Advisory Committee on Nutrition (SACN).** Salt and Health, 2003

**Selmer RM,** Kristiansen IS, Haglerod A, Graff-Iversen S, Larsen HK, Meyer HK, Meyer HE, Bonna KH, Thelle DS. Cost and health consequences of reducing the population intake of salt. J Epidemiol Community Health 2000; 54: 697-702

**Skobranek H,** Bäckereitechnologie, Verlag Handwerk und Technik GmbH, Hamburg, 1991

**Speer E,** Technologie der Milchverarbeitung, Behr's Verlag GmbH & Co., Hamburg, 1995

**Sutter-Leuzinger A,** Sieber R. Beurteilung des Verbrauchs an Nahrungsenergie, Energieträgern, Nahrungsfasern, Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen. Vierter Schweizerischer Ernährungsbericht – Quatrième rapport sur la nutrition en Suisse, 1998: 28-50

**Taubes G,** The (political) science of salt. Science 1998; 281: 898-907

**The Trials of Hypertension Prevention Collaborative Research Group.** The effects of nonpharmacologic interventions on blood pressure of persons with high normal levels. JAMA 1992; 267: 1213-1220

**Tunstall-Pedoe H,** Woodward M, Tavendale R, Brook RA, McCluskey MK. Comparison of the prediction by 27 different factors of coronary heart disease and death in men and women of the Scottish Heart Health Study: cohort study. BMJ 1997; 315: 722-729

**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; 357: 848-851

**United States Department of Health and Human Services**, United States Department of Agriculture. Dietary Guideline for Americans. 2000.

[www.health.gov/dietaryguidelines/dga2000/document/frontcover.htm](http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2000/document/frontcover.htm), 11.05.2005

**Weinberger MH**, Miller JZ, Luft FC, Grim CE, Fineberg NS. Definitions and characteristics of sodium sensitivity and blood pressure resistance. *Hypertension* 1986; 8 (suppl II): II-127-II-134

**Weinberger MH**, Fineberg NS, Edwin Fineberg S and Weinbegrer M. Salt sensitivity, pulse pressure and death in normal and hypertensive humans. *Hypertension* 2001; 37 (part 2): 429-432

**WHA**. Global strategy on diet, physical activity and health, Resolution 57.17, 22. May 2004

**Whelton P**, Cochen J, Jones D, Weinberger M. The use of reduced sodium salt containing potassium and magnesium as an adjunctive approach to treatment of hypertension with antihypertensive medications. *American Journal of Hypertension* 1997; 10, No. 4, (part 2) 198 A.

**Whelton PK**, Appel LJ, Espeland MA, Applegate WB, Ettinger WH Jr, Kostin JB et al. Sodium reduction and weight loss in the treatment of hypertension in older persons: a randomized controlled trial of nonpharmacologic interventions in the elderly (TONE). *JAMA* 1998; 279: 839-846

**WHO**. Human vitamin and mineral requirements, 2002 WHO Technical report, 2002

**WHO**. Diet, Nutrition and the prevention of chronic diseases, WHO Technical report Series 916, 2003

**Wietlisbach V**, Paccaud F, Rickenbach M, Gutzwiller F. Trends in cardiovascular risk factors (1984-1993) in a Swiss Region: Results of Three Population Surveys. *Preventive Medicine* (1997); 26: 523-533

**Yamori Y**, Liu L, Ikeda K, Mizushima S, Nara Y, Simpson FO. WHO Cardiovascular Diseases and Alimentary Comparison (WHO-CARDIAC) Study. Different associations of blood pressure with 24-hour urinary sodium excretion among pre- and post-menopausal women. WHO Cardiovascular Diseases and Alimentary Comparison (WHO-CARDIAC) Study. J Hypertens 2001; 19: 535-538

**Zhou BF**, Stamler J, Dennis B, Moag-Stahlberg A, Okuda N, Robertson C, Zhao L, Chan Q, Elliott P for the INTERMAP Research group. Nutrients intakes of middle-aged men and women in China, Japan, United Kingdom, and United States in the late 1990s: the INTERMAP study. J Hum Hypertens 2003; 17: 623-630

**Zoccali C**, Mallamaci F, Cuzzola F, Leonardis D. Reproducibility of the response to short-term low salt intake in essential hypertension. J Hypertens 1996; 14: 1455-1459

**Züger N**. Technologische Möglichkeiten zur Reduktion des Kochsalzkonsums und deren physiologische Bedeutung, Diplomarbeit der Hochschule Wädenswil, 2003