

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ
SÉRIE DE MONOGRAPHIES
N° 59

FLUOR ET SANTÉ

FLUOR ET SANTÉ

COLLABORATEURS

*P. ADLER – W. D. ARMSTRONG – Muriel E. BELL
B. R. BHUSSRY – W. BÜTTNER – H.-D. CREMER
V. DEMOLE – Y. ERICSSON – I. GEDALIA – H. C.
HODGE – G. N. JENKINS – S. S. JOLLY – E. J. LARGENT
N. C. LEONE – T. G. LUDWIG – A. E. MARTIN
G. MINOGUCHI – J. C. MUHLER – E. R. SCHLESINGER
A. H. SIDDIQUI – L. SINGER – A. SINGH – F. A. SMITH
G. K. STOOKEY – D. R. TAVES – P. VENKATESWARLU
J. C. WEATHERELL – S. M. WEIDMANN – I. ZIPKIN*

Monographie préparée en consultation avec quatre-vingt treize
spécialistes (dentistes et médecins) de divers pays.



ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ

GENÈVE

1972

© Organisation mondiale de la Santé 1972

Les publications de l'Organisation mondiale de la Santé bénéficient de la protection prévue par les dispositions du Protocole N° 2 de la Convention universelle pour la Protection du Droit d'Auteur. Les institutions gouvernementales et les sociétés savantes ou professionnelles peuvent, toutefois, reproduire des données, des extraits ou des illustrations provenant de ces publications, sans en demander l'autorisation à l'Organisation mondiale de la Santé.

Pour toute reproduction ou traduction intégrale, une autorisation doit être demandée au Bureau des publications et traductions, Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse. L'Organisation mondiale de la Santé sera toujours très heureuse de recevoir des demandes à cet effet.

Les désignations utilisées dans ce volume et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du Directeur général de l'Organisation, aucune prise de position quant au statut juridique de tel ou tel pays ou territoire, ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières.

Les avis exprimés dans la Série de Monographies de l'Organisation mondiale de la Santé n'engagent que leurs auteurs.

La mention de firmes et de produits commerciaux n'implique pas que ces firmes et produits commerciaux sont agréés ou recommandés par l'Organisation mondiale de la Santé de préférence à d'autres. Sauf erreur ou omission, une majuscule initiale indique qu'il s'agit d'un nom déposé.

IMPRIMÉ EN BELGIQUE



TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Préface	11
CHAPITRE 1. Introduction (<i>Y. Ericsson</i>)	13
CHAPITRE 2. L'approvisionnement de l'homme en fluor (<i>Muriel E. Bell; E. J. Largent; T. G. Ludwig; J. C. Muhler; G. K. Stookey</i>)	17
1. Introduction (<i>E. J. Largent</i>)	17
2. Ingestion du fluor avec l'eau (<i>Muriel E. Bell & T. G. Ludwig</i>)	18
3. Ingestion de fluorures avec les aliments (<i>J. C. Muhler</i>)	32
4. Ingestion de fluor avec les médicaments (<i>G. K. Stookey</i>)	41
5. Ingestion de fluorures avec les poussières et les vapeurs (<i>E. J. Largent</i>)	60
CHAPITRE 3. Absorption des fluorures (<i>H. D. Cremer & W. Buttner</i>)	75
1. Introduction	75
2. Mécanisme et site de l'absorption	76
3. Absorption à partir des boissons, des denrées alimentaires et des préparations fluorées	81
4. Facteurs influant sur l'absorption	85
5. Absorption à partir de composés fluorés et de poussières ou d'émanations	88
6. Résumé	90
CHAPITRE 4. Répartition des fluorures (<i>W. D. Armstrong; I. Gedalia; L. Singer; J. A. Weatherell; S. M. Weidmann</i>)	93
1. Introduction (<i>W. D. Armstrong</i>)	93
2. Répartition du fluor dans les tissus mous et les humeurs de l'organisme (<i>W. D. Armstrong & L. Singer</i>)	94
3. Répartition du fluor dans les tissus calcifiés (<i>S. M. Weidmann & J. A. Weatherell</i>)	105
4. Répartition des fluorures dans le placenta et chez le fœtus (<i>I. Gedalia</i>)	130
5. Résumé (<i>W. D. Armstrong</i>)	137
CHAPITRE 5. Excrétion des fluorures (<i>H. C. Hodge, F. A. Smith & I. Gedalia</i>)	143
1. Introduction	143
2. Voies d'excrétion autres qu'urinaires	144
3. Excrétion urinaire	149

CHAPITRE 6. Effets physiologiques de faibles doses de fluorures (<i>G. N. Jenkins; P. Venkateswarlu; I. Zipkin</i>)	167
1. Introduction (<i>I. Zipkin</i>)	167
2. Effets sur les liquides organiques et les tissus mous (<i>P. Venkateswarlu</i>)	168
3. Influences de F sur le squelette chez l'homme (<i>I. Zipkin</i>)	191
4. Mécanisme des effets des fluorures au niveau de la bouche (<i>G. N. Jenkins</i>)	210
5. Résumé (<i>I. Zipkin</i>)	225
CHAPITRE 7. Effets toxiques de fortes doses de fluorures (<i>B. R. Bhussry; V. Demole; H. C. Hodge; S. S. Jolly; A. Singh; D. R. Taves</i>)	237
1. Introduction (<i>A. Singh & S. S. Jolly</i>)	237
2. Effets toxiques chroniques sur l'émail dentaire (<i>B. R. Bhussry</i>)	242
3. Effets toxiques chroniques sur le squelette (<i>A. Singh & S. S. Jolly</i>)	251
4. Effets toxiques chroniques sur les reins (<i>H. C. Hodge & D. R. Taves</i>)	263
5. Effets toxiques sur la thyroïde (<i>V. Demole</i>)	269
6. Intoxication générale et viscérale (<i>A. Singh & S. S. Jolly</i>)	277
7. Résumé (<i>S. S. Jolly</i>)	280
CHAPITRE 8. Les fluorures et l'état de santé général (<i>N. C. Leone; A. E. Martin; G. Minoguchi; E. R. Schlesinger; A. H. Siddiqui</i>)	287
1. Introduction (<i>A. E. Martin</i>)	287
2. Régions des Etats-Unis d'Amérique où l'eau présente une forte teneur en fluorures d'origine naturelle (<i>N. C. Leone</i>)	289
3. La fluorose dans les régions de l'Inde où l'eau est naturellement hyperfluorée (<i>A. H. Siddiqui</i>)	299
4. Etat général, hygiène dentaire et teneur de l'eau et des aliments en fluorures : Compte rendu des études effectuées au Japon (<i>G. Minoguchi</i>)	309
5. Etudes sanitaires dans les régions des Etats-Unis dont l'approvisionnement en eau est soumis à une fluoration contrôlée (<i>E. R. Schlesinger</i>)	321
6. Dangers des fluorures d'origine industrielle (<i>A. E. Martin</i>)	327
7. Résumé (<i>A. E. Martin</i>)	334
CHAPITRE 9. Les fluorures et l'hygiène dentaire (<i>P. Adler</i>)	341
1. Introduction	341
2. Effets de l'ingestion de fluorures sur l'apparition des caries	343
3. Effet d'un traitement topique à base de fluor sur le taux de caries	365
4. Effet sur la forme et la taille des dents	367
5. Effet sur les périodontites	368
6. Effet sur la perte des dents de lait et sur l'éruption des dents définitives	369
7. Effet sur les anomalies orthodontiques	370
8. Conclusions	371
Index	375

LISTE DES SPÉCIALISTES CONSULTÉS

- Dr M. G. Allmark, Directeur général adjoint, Drogues, Direction des Aliments et Drogues, Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social, Ottawa, Ontario, Canada
- Mr W. C. Allwright, Dental Surgeon, Dublin, Irlande
- Dr K. Anastassov, Institut de Recherches scientifiques de Stomatologie, Sofia, Bulgarie
- Professeur A. L. Bakry, *ex* Vice-Doyen, Faculté d'Odontologie, Université du Caire, Egypte, RAU
- Professeur L. J. Baume, Institut de Médecine dentaire, Université de Genève, Suisse
- Dr D. S. Bernstein, Department of Nutrition, School of Public Health, Harvard University, Boston, Mass., E.-U. A.
- Dr N. N. Bery, Honorary Dental Adviser, Ministry of Health and Family Planning, Government of India, New Delhi, Inde
- Professor C. Biörck, Serafimerlasarettet, Stockholm, Suède
- Dr P. E. Blackerby, jr, President, W. K. Kellogg Foundation, Battle Creek, Mich., E.-U. A.
- Dr J. Bojanini N., Directeur, Département d'Hygiène dentaire, Bureau de la Santé publique, Medellín, Colombie
- Mr E. Brebner, Assistant Director, Division of Dental Health, Department of Health, Wellington, Nouvelle-Zélande
- Professeur F. A. Carranza, Faculté d'Odontologie, Université de Buenos Aires, Argentine
- Professeur Andrée Chaput, Faculté de Médecine de Paris, France
- Dr R. Cova Rey, Ecole de Santé publique, Faculté de Médecine, Université centrale du Venezuela, Caracas, Venezuela
- Professor W. J. Darby, Director, Division of Nutrition, Department of Medicine and Biochemistry, Vanderbilt University, Nashville, Tenn., E.-U. A.
- Professor A. I. Darling, Dental School, University of Bristol, Angleterre
- Professor G. N. Davies, Dean, Dental College, University of Queensland, Brisbane, Australie
- Professeur M. Dechaume, Clinique de Stomatologie, Faculté de Médecine de Paris, France
- Professeur J. Delibéros, Ecole dentaire de Paris, France
- Dr L. Djoković, Faculté de Stomatologie, Université de Belgrade, Yougoslavie
- Dr A. I. Dojnikov, Directeur adjoint, Institut médical de Stomatologie, Moscou, URSS
- Professor R. D. Emslie, Department of Preventive Dentistry, Guy's Hospital, Londres, Angleterre
- Dr K. Evang, Directeur général, Services de Santé de Norvège, Oslo, Norvège
- Professeur G. Fanconi, *ex* Directeur, Clinique de Pédiatrie, Université de Zurich, Suisse

- Dr F. A. L. Fernando, Surgeon in Charge, Dental Institute, Colombo, Ceylan
Professeur E. Fernex, Institut de Médecine dentaire, Université de Genève, Suisse
Dr N. H. Fisek, Doyen, Ecole d'Enseignement supérieur, Université Hacettepe, Ankara, Turquie
Dr S. Forssman, Institut national de Médecine du travail, Stockholm, Suède
Professor J. W. Fox-Taylor, Department of Dental Surgery, University of Lagos Medical School, Lagos, Nigeria
Dr P. da Silva Freire, Directeur du Département d'Odontologie, Service spécial de la Santé publique, Rio de Janeiro, Brésil
Dr D. J. Galagan, Dean, College of Dentistry, University of Iowa, Iowa City, E.-U. A.
Dr J. W. Galloway, Chief Dental Officer, Scottish Home and Health Department, Edimbourg, Ecosse
Dr R. M. Grainger, Clinic Director, Faculty of Dentistry, University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada
Dr G. Grappin, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université de Dakar, Sénégal
Dr C. Gysel, Président, Association des Licenciés et Dentistes universitaires de Belgique, Anvers, Belgique
Professeur J. H. de Haas, Institut néerlandais de Médecine préventive, Leyde, Pays-Bas
Dr S. Halter, Directeur général, Administration de la Santé publique, Ministère de la Santé publique et de la Famille, Bruxelles, Belgique
Dr R. Harris, Director, Institute of Dental Research, United Dental Hospital of Sydney, Australie
Professeur A.-J. Held, Directeur, Institut de Médecine dentaire, Université de Genève, Suisse
Professeur honoraire C. Heymans, Institut de Pharmacologie et de Thérapeutique, Université d'Etat, Gand, Belgique
Professeur A. M. Horsnell, Department of Dental Science, University of Adelaide, Australie
Dr D. Hunter, Department of Medicine, Guy's Hospital, Londres, Angleterre
Dr A. Karim bin Nawab Din, Deputy Director of Medical Services (Dental), Ministry of Health, Kuala Lumpur, Malaisie
Dr D. P. Kennedy, Director-General of Health, Department of Health, Wellington, Nouvelle-Zélande
Dr W. Kessler, Marburg an der Lahn, République fédérale d'Allemagne
Dr J. W. Knutson, Professor of Preventive Dentistry and Public Health, School of Dentistry, University of California, Los Angeles, Calif., E.-U. A.
Professeur J. Kostlán, Directeur, Institut de Recherches dentaires, Prague, Tchécoslovaquie
Dr S. MacNeill, Dental Adviser, Department of Health, Dublin, Irlande
Professeur P. Macúch, Vice-Ministre de la Santé, Prague, Tchécoslovaquie
Professor W. R. Mann, School of Dentistry, University of Michigan, Ann Arbor, Mich., E.-U. A.
Professor N. D. Martin, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, University of Sydney, Australie
Professor J. N. Morris, Medical Research Council Social Medicine Research Unit, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Angleterre

- Dr R. E. Moyers, Professor of Orthodontics, School of Dentistry, University of Michigan, Ann Arbor, Mich., E.-U. A.
- Professeur H. R. Mühlemann, Institut dentaire, Université de Zurich, Suisse
- Dr T. Ockerse, Pretoria, Afrique du Sud
- Professeur K. Okamoto, Doyen, Ecole dentaire, Université Aichi-Gakuin, Nagoya, Japon
- Dr E. Onishi, Directeur, Département de Recherche dentaire, Institut national de la Santé, Tokyo, Japon
- Dr O. K. Osvald, Directeur, Division dentaire, Conseil national de la Santé, Stockholm, Suède
- Miss Jean Oswald, Dental Officer, Ministry of Health, Londres, Angleterre
- Dr J. Page, Lecturer, Child Dental Health, London Hospital Medical College Dental School, Londres, Angleterre
- Dr V. N. Patwardhan, Directeur adjoint, Nutrition et Biochimie, US Naval Medical Research No 3, Le Caire, Egypte, RAU
- Professeur P. O. Pedersen, Doyen, Faculté dentaire royale, Copenhague, Danemark
- Dr S. Peterson, Dean, College of Dentistry, University of Tennessee, Memphis, Tenn., USA
- Dr Vera Poncová, Directeur, Division de Stomatologie, Ministère de la Santé, Prague, Tchécoslovaquie
- Professeur A. Reis Viegas, Faculté d'Hygiène et de Santé publique, Université de São Paulo, Brésil
- Dr J. D. Rodriguez, Dean, College of Dentistry, University of the Philippines, Manille, Philippines
- Professor A. L. Russell, Dental Public Health, School of Public Health, University of Michigan, Ann Arbor, Mich., E.-U. A.
- Professeur A. I. Rybakov, Directeur, Institut central de Recherches de Stomatologie, Ministère de la Santé de l'URSS, Moscou, URSS
- Dr A. Scheinin, Institut dentaire, Université de Turku, Finlande
- Dr C. L. Sebelius, Chief, Division of Dental Health, Department of Public Health, Springfield, Ill., E.-U. A.
- Professeur A. Seppilli, Directeur, Institut d'Hygiène, Université de Pérouse, Italie
- Professor H. R. Shah, Dean and Principal, Montmorency College of Dentistry, University of Punjab, Lahore, Pakistan
- Professor J. Shaw, School of Dental Medicine, Harvard University, Boston, Mass., E.-U. A.
- Dr K. L. Shourie, Dean, Government Dental College and Hospital, Bombay, Inde
- Dr M. Rocha E. Silva, Département de Pharmacologie, Faculté de Médecine de Ribeirão Preto, São Paulo, Brésil
- Professeur T. T. Školjar, Département de Stomatologie, Institut de Médecine de Kalinine, URSS
- Professor G. L. Slack, Dean of Dental Studies, London Hospital Medical College, University of London, Londres, Angleterre
- Dr D. H. Small, Dental Specialist, Hong Kong Government Dental Service, Dental Headquarters, Wan Chai Polyclinic, Hong Kong
- Professor R. G. S. Soemantri, Padjadjaran State University, Bandung, Indonésie
- Professor F. J. Stare, Chairman, Department of Nutrition, School of Public Health, Harvard University, Boston, Mass., E.-U. A.

- Dr J. Stork, Secrétaire-Trésorier, Association dentaire néerlandaise, Utrecht, Pays-Bas
- Dr C. J. Sundram, Principal, Dental Training School, Penang, Malaya, Malaisie
- Professeur J. Švejda, Directeur, Deuxième Clinique stomatologique de la Faculté de Médecine, Université J. E. Purkyně, Brno, Tchécoslovaquie
- Professor T. Tandikul, Dean, School of Dentistry, University of Medical Sciences, Bangkok, Thaïlande
- Professeur R. Truhaut, Directeur, Centre de Recherches toxicologiques, Faculté de Pharmacie de l'Université de Paris, France
- Professeur K. Ueda, Ecole dentaire, Université de Tokyo, Japon
- Professeur H. Urzua, Professeur d'Administration de la santé publique, Université du Chili, Santiago, Chili
- Professeur B. Vahlquist, Département de Pédiatrie, Hôpital universitaire, Upsala, Suède
- Professeur J. Waerhaug, Institut d'Odontologie, Oslo, Norvège
- Sir John P. Walsh, Dean, Faculty of Dentistry, University of Otago Dental School, Dunedin, Nouvelle-Zélande
- Professeur C. H. M. Williams, Professeur de Parodontologie, Université de Toronto, Canada
- Dr Wong Mook Qui, Assistant Director of Medical Services (Dental), Ministry of Health, Singapour
- Dr Yin Khai Sun, Senior Dental Officer, Dental Clinic, Kuching, Sarawak, Malaisie
-

PRÉFACE

Dès la fin des années 40, l'utilisation de fluorures pour la prévention de la carie dentaire — particulièrement en vue d'ajuster le degré de fluoration de l'eau de boisson — a commencé à susciter maintes controverses. Les autorités en matière de santé publique qui envisageaient l'adoption de mesures dans ce sens se heurtaient à une violente opposition et, dans bien des cas, ont dû, pour aboutir à une décision, consulter un volume considérable d'ouvrages et d'articles sur la question.

Cette situation préoccupait l'Organisation mondiale de la Santé depuis des années lorsqu'en 1962 la Fédération dentaire internationale sollicita la convocation d'une réunion chargée d'établir, concernant le métabolisme du fluor, un rapport à jour et faisant autorité. Ayant examiné cette requête, l'OMS considéra que cette tâche n'était pas réalisable lors d'une réunion, étant donné le volume de renseignements scientifiques disponibles concernant les fluorures et la difficulté d'en faire la synthèse dans les délais qu'impose le déroulement d'une discussion de groupe. Il fut donc décidé de recourir à des spécialistes de questions se rapportant à la fluoration et aux effets des fluorures sur la santé humaine, en les invitant à collaborer à la préparation d'une monographie.

Celle-ci a pour objet de présenter une revue impartiale de la littérature scientifique sur les divers aspects de la fluoration et sur les questions nombreuses et complexes de métabolisme des fluorures et de leur utilisation en médecine et en santé publique. Elle ne vise pas à donner des indications pratiques sur l'utilisation des fluorures en tant que mesure de santé publique, mais plutôt à présenter les faits dont la connaissance peut aider les autorités de la santé publique et autres à se faire une opinion objective.

Le professeur Y. Ericsson a été invité à aider l'OMS à préparer cette monographie en qualité de consultant et de rédacteur scientifique et à coordonner les différentes sections rédigées par les vingt-neuf collaborateurs auxquels l'Organisation avait fait appel. L'Organisation lui est profondément reconnaissante des précieux conseils techniques qu'il a fournis à tous les stades de l'élaboration de cette publication.

Afin que cet ouvrage reflète d'une manière aussi fidèle que possible l'opinion du corps médical (dentaire et autre) de toutes les parties du monde, le manuscrit a été soumis à quatre-vingt-treize spécialistes dont la liste figure aux pages 7 à 10 et communiqué aux six bureaux régionaux de l'OMS. Compte a été tenu, dans la rédaction du texte définitif, des commentaires formulés par ces spécialistes. L'Organisation mondiale de la Santé remercie bien sincèrement tous ceux qui l'ont ainsi épaulée dans cette tâche.

Introduction

Y. ERICSSON¹

Étant le plus électronégatif de tous les éléments, le fluor n'est pas seulement doté de qualités chimiques remarquables, il possède aussi des propriétés physiologiques qui présentent un grand intérêt pour la santé et le bien-être des hommes. Par son comportement chimique, l'anion fluor (F^-) est physiologiquement le plus actif de tous les ions élémentaires. En milieu de faible concentration en cet anion, certains processus enzymatiques peuvent être inhibés, d'autres stimulés et il peut se produire entre lui et d'autres composants organiques ou inorganiques du corps humain des interactions d'une importance physiologique considérable.

Au cours des dernières décennies, des recherches extrêmement approfondies ont été faites sur la biologie des fluorures, surtout après qu'il eut été établi, dans les années 30, que les fluorures ont des effets prononcés sur le système dentaire : d'une part, à doses très faibles : forte inhibition de la carie dentaire; d'autre part, à doses plus élevées : troubles de la formation de l'émail. En fait, c'est la découverte du lien qui existe entre la teneur excessive de l'eau en fluorures et l'endémicité d'une anomalie, « l'émail tacheté », qui a principalement contribué à orienter la recherche vers les fluorures et leur rôle dans la physiologie et la pathologie des tissus durs.

La propriété qu'ont ces composés, à très faibles doses, de réduire de plus de moitié le nombre des caries et de limiter encore davantage la gravité des atteintes constitue naturellement un fait qu'il convient de mieux étudier et de mettre à profit aussi largement que possible, lorsqu'on sait que la carie dentaire est de loin la plus répandue de toutes les maladies et par surcroît que c'est une affection dont la fréquence ne cesse d'augmenter, surtout dans les régions en voie de développement, et contre laquelle les moyens de traitement curatif sont insuffisants, même dans les pays les plus avancés.

On a pu mettre en évidence, avec plus ou moins de certitude, un certain nombre d'autres effets des fluorures sur l'organe dentaire : retentissement sur la forme et l'aspect de la dent, sur l'époque de l'éruption et sur l'alignement des dents dans les arcades dentaires, enfin, sur la fréquence et la gravité

¹ Département de Cariologie, Karolinska Institutet, Stockholm, Suède.

des affections parodontales. Si l'on excepte un trouble de la minéralisation qui conduit à l'apparition de taches sur l'émail (« émail tacheté ») et qui est dû à l'ingestion excessive de fluorures à l'époque de la formation des dents, tous ces effets sont favorables.

En raison de sa grande affinité pour le phosphate de calcium, le fluor est, de tous les éléments, le plus exclusivement ostéotrope. Il s'accumule donc dans tous les tissus sujets à calcification, que celle-ci soit physiologique ou pathologique. Pourtant, on n'a jamais observé que la fréquence ou la gravité de la calcification pathologique en dehors du squelette aient été augmentées par l'ingestion de fortes doses de fluorures.

Dans les os, le fluor entraîne un accroissement de la taille des cristaux d'apatite et diminue leur solubilité. On en a naturellement conclu que le fluor devait pouvoir jouer un véritable rôle de stabilisateur du squelette. C'est ainsi qu'on a tenté, parfois avec succès, d'utiliser le fluorure de sodium à hautes doses comme agent thérapeutique dans des cas d'ostéoporose de la maladie de Paget qui laissaient autrement peu d'espoir. On a appris en outre que le fluor, utilisé d'ailleurs sous sa forme élémentaire pour la propulsion des fusées, avait été administré à l'état de fluorures aux équipages des vols spatiaux pour compenser la déperdition en calcium du squelette résultant de l'état d'apesanteur et du manque d'activité physique.

Au cours de la rédaction de la présente monographie, de nouveaux rapports bien documentés ont vu le jour qui viennent renforcer encore la théorie selon laquelle un certain degré de saturation en fluorures ou, éventuellement, d'autres influences des fluorures sur le squelette, peuvent assurer une protection partielle contre l'ostéoporose des vieillards. Etant donné qu'il s'agit là d'une affection très répandue, particulièrement chez la femme, et qui conduit fréquemment à des fractures graves et à l'invalidité, il importe d'élargir sans plus tarder nos connaissances sur le rôle des fluorures dans la biologie du squelette. On peut s'attendre à une intensification de la recherche dans ce domaine et il apparaît d'ores et déjà tout à fait possible que, du point de vue des fonctions et de la stabilité du squelette, l'apport optimal de fluorures soit plus grand que l'apport souhaitable pour la formation d'un bon émail dentaire.

Les enquêtes sanitaires effectuées dans des régions où les eaux de consommation présentent des concentrations variables de fluorures tendent également à montrer que la fréquence de la calcification athérosclérotique et la teneur de l'eau en fluorures varient en sens inverse. La documentation clinique est assez limitée mais les études faites sur l'animal permettent, semble-t-il, de retenir comme explication possible les interactions entre le fluor et le magnésium et le rôle joué par la carence en magnésium dans l'athérosclérose expérimentale. Vraisemblablement, l'importance considérable de l'athérosclérose conduira elle aussi à intensifier les études dans ce domaine qui offre beaucoup à la curiosité du chercheur.

Naturellement, on s'est posé la question de savoir si le fluor est bien un

élément indispensable. Mais, comme il est difficile d'administrer à des animaux une ration expérimentale exempte de fluor mais adéquate à tous autres égards, il n'a pas été possible d'apporter une réponse catégorique à cette question. Toutefois, d'après un certain nombre d'indices, on peut penser que des traces de fluor sont nécessaires à une minéralisation, et peut-être aussi à une reproduction, normales. Enfin, il est bien établi qu'un certain apport de fluorures est essentiel pour la formation d'un émail résistant à la carie.

Dans le passé, on a souvent admis, expressément ou tacitement, que le fluor est absorbé et métabolisé surtout sous forme d'anion fluor (F^-). Pourtant, un certain nombre d'études montrent l'importance considérable de divers ions complexes, par exemple $(CaF)^+$, $(MgF)^+$, et l'on sait que des composés du fluor encore plus complexes peuvent être formés et métabolisés dans le corps humain. Des recherches poussées davantage révéleront peut-être à ce sujet d'importants détails physiologiques.

Bien que l'enrichissement contrôlé de l'eau de boisson en fluorures nous ait été enseigné par la nature elle-même et que son utilité ait été prouvée à l'évidence, l'opinion publique, pour des raisons surtout psychologiques, a considérablement freiné la mise en pratique de cette mesure. Aussi, pour tirer parti du rôle considérable que joue le fluor comme agent préventif de la carie, a-t-on été amené à rechercher des méthodes qui permettent de limiter l'ingestion totale de fluorures (application locale) ou de rendre cette ingestion facultative (ingestion dans des supports ou véhicules autres que l'eau de boisson distribuée aux collectivités). Ces méthodes revêtent une importance de plus en plus grande car la fluoration n'est encore pratiquée que dans les services des eaux ayant atteint un certain niveau technique, ce qui empêche d'en faire bénéficier des populations nombreuses, principalement dans les pays en voie de développement où les observateurs sont unanimes à signaler un accroissement rapide, et parfois alarmant, de la fréquence des caries. Il est donc évident qu'il faut rechercher d'urgence des moyens de fournir automatiquement à ces populations, à l'aide de véhicules autres que l'eau, un agent carioprophylactique à base de fluor, dont l'emploi ne soit pas trop coûteux. On a proposé et, dans une certaine mesure, essayé d'utiliser comme véhicules le sel, la farine et d'autres denrées de première nécessité. Toutefois, avant que ces méthodes deviennent applicables à grande échelle, il convient d'étudier leurs effets sur l'absorption et sur la prévention de la carie, les variations entre pays de la consommation des produits envisagés comme véhicules, et les possibilités d'éviter tout apport de fluor qui ferait double emploi là où les eaux contiennent déjà une quantité optimale ou excessive de cet élément.

D'autre part, étant donné que des doses de fluor n'excédant pas le double de celles qui préviennent efficacement la carie risquent de perturber la calcification de l'émail, et que des doses environ 20 fois plus fortes causent, à la longue, des dommages au squelette, il importe au plus haut point de n'utiliser cet élément extrêmement actif qu'avec beaucoup de prudence et de discernement.

Quant aux craintes, si souvent exprimées, concernant les effets secondaires nocifs attribués à l'ingestion contrôlée de fluorures, il en est qui tiennent si peu compte des réalités qu'il faut les considérer avec la plus grande méfiance; c'est le cas, par exemple, de la prétendue allergie aux fluorures, allergie dont on n'a pas relevé un seul cas au monde parmi les centaines de millions d'amateurs de thé, boisson riche en fluor. D'autres, plus sérieuses, sont examinées à fond dans le présent ouvrage, par exemple, la fluorose du squelette et l'éventuelle interférence du fluor avec les fonctions rénales ou thyroïdiennes.

Mais on s'intéresse de plus en plus au fluor à bien d'autres égards encore. De nombreux composés du fluor sont maintenant utilisés en thérapeutique humaine : par exemple, les corticostéroïdes contenant du fluor et les composés organiques du fluor pour la narcose, le pneumothorax et le traitement du cancer; toutefois, dans ces composés, le fluor est bloqué par une forte liaison de covalence dont la rupture biologique n'a pas été observée. Il s'est posé aussi des problèmes d'hygiène industrielle dus à l'emploi croissant des composés du fluor et, fréquemment, à une haute teneur en fluor des poussières et des déchets volatils. Enfin, les pâturages et les fourrages contaminés par le fluor ainsi que les sels minéraux riches en fluor employés dans l'alimentation des animaux ont été une source de préoccupations pour le corps médical vétérinaire dans plusieurs pays.

Les cas d'intoxication chronique par les fluorures chez l'homme et chez l'animal ont ainsi contribué à enrichir nos connaissances sur le rôle du fluor en physiologie et en pathologie humaines, mais on a appris davantage encore des nombreuses expériences qui ont été pratiquées sur l'animal en vue de compléter l'observation sur l'homme.

Pour terminer, sans doute convient-il de dire ici un mot sur un point de terminologie. Nombre des auteurs qui ont contribué à la présente monographie ont tenu à utiliser tout au long de leur texte, présenté en langue anglaise, le terme de « fluoride » pour désigner la forme ionisée, et physiologiquement active de l'élément fluor*. Le mot *fluor* est parfois compris comme désignant exclusivement la forme gazeuse. Toutefois, par analogie avec l'iode, il est permis de l'utiliser pour désigner collectivement toutes les formes de l'élément : ionisée, ionisable ou non ionisable. Lorsqu'il y a doute sur la possibilité d'ionisation, par exemple dans le cas de certains produits alimentaires, c'est « fluor » qui est le meilleur terme, parce qu'il est celui dont le sens est le plus large. Lorsqu'il n'y avait pas de confusion possible, on a donc renoncé à changer le mot « fluor » dans les textes de certains auteurs.

* Dans la présente traduction française, le terme anglais « fluoride » a donc été rendu tantôt par le mot « fluorure », tantôt par l'expression « anion fluor » ou (F⁻) ou encore simplement par « fluor ».