

Mme Mame Coumba	GUEYE
Odontologie Pédiatrique	
M. Alpha	KOUNTA
Chirurgie Buccale	
M. Oumar Harouna	SALL
Matières Fondamentales	
Melle Fatou	LEYE
O.C.E.	

INTRODUCTION

Les nombreuses études cliniques effectuées depuis soixante dix ans, ont montré que la consommation d'une eau fluorée permettait aux fluorures d'agir par voie générale, grâce à leur incorporation dans les tissus dentaires durs en cours de développement, dont l'émail dentaire en particulier, qui devient plus résistant aux caries. Il existe cependant à côté de cette résistance aux caries, des atteintes dentaires et osseuses dues à la consommation d'une eau hyper fluorée : ce sont les fluoroses dentaires et osseuses.

Les différents travaux sur la carie dentaire ont démontré que sa prévalence varie en sens inverse de la concentration des fluorures dans l'eau de boisson. Cette loi générale a permis de déterminer la quantité optimale de fluorure à ingérer, pour obtenir une protection maximale contre les caries dentaires, tout en limitant au minimum le risque de fluorose des dents en cours de développement et de maturation.

Les atteintes dentaires dues à l'excès de fluor ont également fait l'objet de nombreuses études. C'est à la suite de travaux effectués par Raoul et coll., que fut découvert le premier foyer de fluor au Sénégal, en 1957, à Mont Rolland dans la région de Thiès [49].

Cette découverte fut le point de départ d'une étude systématique de la présence des ions fluorures dans les eaux de tous les ouvrages de captage. Cet auteur parlait ainsi d'une zone de fluorose endémique (ZFE) recouvrant les régions de Fatick, Diourbel, Kaolack et une partie de la région de Thiès et le long du fleuve Sénégal (Matam).

La délimitation précise de la zone concernée a commencé avec la détermination de la dose de fluor dans l'eau de la région grâce aux travaux de Dia/ Ndiaye et coll. [18].

L'histoire de la fluorose au Sénégal est étroitement liée au déficit en eau qui a suivi la grande sécheresse des années 1970 et qui s'est traduit par un assèchement de plusieurs puits, rivières et lacs. Pour résoudre ce problème, les autorités administratives ont mis en place une politique de creusement de forages pour satisfaire les besoins en eau des populations. L'avènement de ces forages s'est traduit par une recrudescence de la fluorose dentaire, surtout dans le centre du pays comme c'est le cas à Gadiaye, en raison du taux élevé de fluor dans l'eau de la couche maestrischienne des forages.

En 1996, le forage de Gadiaye est tombé en panne et depuis lors, les populations consomment exclusivement de l'eau de puits provenant de la couche superficielle dont la teneur en fluor est moins importante que celle des forages.

Notre travail a pour objectifs :

L'évaluation de :

- la fluorose dentaire d'élèves âgés de 6 à 8 ans ;

– la fluorose dentaire d'élèves âgés de 12 à 15 ans ;

La détermination de la prévalence de la carie dentaire pour chacun des deux groupes.

La comparaison des résultats et l'étude de leur incidence sur la carie.

Il comporte les chapitres ci-dessous :

Chapitre 1 : Généralités sur le fluor

Chapitre 2 : La fluorose dentaire

Chapitre 3 : Notre enquête épidémiologique

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE FLUOR

I- LE FLUOR

I.1- DEFINITION

Le fluor est un gaz de couleur jaune-verdâtre, dont l'odeur très forte et très irritante rappelle celle de l'ozone.

De symbole F et de poids atomique 19, le fluor est le premier élément de la famille des halogènes, à côté du chlore, du brome et de l'iode. Cette position implique d'emblée, du fait de sa forte électronégativité, une grande réactivité chimique et biologique. Son accumulation excessive dans l'organisme provoque la fluorose, atteinte essentiellement dentaire et ostéoarticulaire [2,41,62].

I.2. PROPRIETES PHYSIQUES

La forme la plus stable du fluor est l'état ionique (F^-) acquis en prenant un électron à un autre atome : $F_2 + 2e^- \rightarrow 2 F^-$

Le fluor naturel ne possède qu'un seul type nucléaire (19F). Des isotopes artificiels de masse atomique 17 à 22 ont pu cependant être obtenus. Les principales caractéristiques physiques sont rassemblées dans le tableau suivant [41].

Tableau I : Principales caractéristiques physiques du fluor [40]

Minéral	densité	dureté	couleurs
Fluorine ($C_a F_2$)	3,18	4	Incolore, vert, violet, jaune, bleu, blanc, gris
Cryolithe ($Na_3 N_1 F_6$)	2,97	2,5	Incolore, blanc, brun, rougeâtre
Villiaumite (NaF)	2,79	2 à 2,5	Rouge carmin

Nous avons aussi l'acide fluorhydrique (HF) ou fluorure d'hydrogène qui se présente sous la forme d'un liquide volatil, mobile, incolore, d'odeur très irritante et qui fume à l'air pour des concentrations supérieures à 48 %. Il est très soluble dans l'eau. Il a une Masse molaire : 20,01, un point de fusion de - 83, 37 °c et une densité de 1,0 à 4°C.

I.3- PROPRIETES CHIMIQUES

L'extrême réactivité du fluor, due partiellement à sa grande électronégativité et à la relative facilité avec laquelle se dissocie F₂, procure à cet élément des propriétés chimiques exceptionnelles. Il réagit avec presque tous les éléments du tableau périodique, y compris certains gaz rares, ainsi qu'avec la plupart des substances organiques.

Les composés fluorés organiques jouent un rôle considérable, leur stabilité particulière contrastant avec l'instabilité du fluor lui même.

Le fluor réagit sur les éléments métalliques en donnant des composés généralement ioniques, tant à l'état cristallin qu'en solution.

Le fluor et le fluorure d'hydrogène réagissent sur les métalloïdes en donnant naissance à des composés covalents très volatils dont le point de fusion est bas.

I.4- SOURCES DU FLUOR

Le fluor est présent partout même si c'est parfois à l'état de trace. Il est très répandu dans la nature puisqu'il occupe le 13^{ème} rang par ordre d'abondance parmi les principaux éléments de l'écorce terrestre. Il a été décrit dans l'atmosphère de la planète Venus, dans des météorites et dans des échantillons provenant de la lune.

A l'état combiné, il représente 0,065% du poids de l'écorce terrestre [56]. On le rencontre dans l'environnement en général, c'est à dire dans l'air, l'eau, les aliments, et chez l'homme...

I.4.1. LES FLUORURES DANS L'AIR

Les fluorures sont distribués dans l'atmosphère. Ils proviennent des poussières de sols fluorés, des gaz émis par les volcans en activité, des gaz rejetés par l'industrie, de la combustion de la houille [56].

L'atmosphère a une teneur élevée en fluorures, allant jusqu'à 1,4 mg d'ion F⁻ par m³. Dans des régions non industrialisées, on observe des concentrations en ion F⁻ allant de 0,05 à 1,90 mg /m³ [42].

I.4.2. LE FLUOR DANS L'EAU

La majeure partie de l'eau dont dispose normalement l'homme participe au cycle hydrologique de sorte qu'elle tire son origine des mers et océans. Cette eau se présente soit en surface soit en profondeur.

Les eaux superficielles riches en fluorures se trouvent généralement au pied des montagnes élevées et dans des régions sédimentaires d'origine marine. La plus forte concentration qu'on ait jamais observée dans l'eau à l'état naturel l'a été dans le lac Nakuru, situé au Kenya dans la vallée du Rift, elle s'élève à 2800 mg/litre. Sur les rives du lac, le sol avait une teneur en ion F⁻ atteignant 5600 mg/kg, tandis que dans les huttes des habitants du voisinage la poussière contenait 150 mg de F⁻ par kg [58].

Les eaux souterraines se chargent en fluor après lessivage des roches phosphatées, probablement par dissolution des apatites fluorées dont la solubilité est augmentée avec les températures élevées (>35°C) des nappes.

Le niveau de saturation des eaux dépend principalement du déplacement de l'équilibre de formation de la fluorine (CaFa).



Pour les eaux sous-saturées, c'est le rôle de l'écoulement dans le réservoir qui est prépondérant. La pratique d'un forage peut modifier la nature des écoulements, et la vitesse d'échange des sels minéraux entre le minéral et la nappe peut s'en trouver changée.

Pour les eaux saturées, l'équilibre de formation de la fluorine contrôle la concentration en ions fluorures [40].

I.4.3- LES FLUORURES DANS LES ALIMENTS

Les fluorures en tant que composants alimentaires sont souvent sous-estimés comme facteurs de risque. En général, on pense plutôt à l'eau en tant que responsable de fluorose. Certaines matières contenant des fluorures peuvent directement se retrouver dans la nourriture, ainsi par exemple en Tanzanie, l'utilisation du sel de carbonate fluoré facilite la digestion. De même, certaines poudres servant à la préparation d'aliments pour bébés peuvent contenir des fluorures [10].

Les fluorures peuvent se retrouver dans la chaîne alimentaire sous l'influence du milieu, surtout de manière indirecte. Après transformation en poudre, les fluorures restent présents et peuvent, après préparation avec une eau minérale contenant des fluorures, mener à une surconsommation en fluorures.

Dans une étude récente, KIMUKA, cité par BOTTEMBERG et coll. a analysé la quantité moyenne de fluorure provenant de l'alimentation absorbée par les enfants japonais (pas d'eau de distribution fluorée). Cela représente entre 0,1 et 0,7mg de fluorures par jour [10].

La teneur en fluorures des aliments varie considérablement : les

plus importants se trouvent dans le thé, les poissons notamment les crustacés et certaines viandes (Tableau II).

Tableau II : Teneur en fluorures de différents aliments (en mg/kg) [10]

Type d'aliments	Type	Teneur en fluorure mg/kg ou mg/l
Boissons	Thé (feuilles) Thé (préparé) Boisson rafraîchissante (cola) Jus de raisin Jus d'orange Autres jus de fruits Eau minérale	30 - 340 4,5 0,8 0,15 - 3 0,02 - 2 0,03 - 2,5 0-8
Produits laitiers	Lait Beurre Fromage	0,05 - 0,5 1,5 1,6
Légumes et fruits	Pomme de terre Epinards Riz (céréales)	0,3 -10 02 14
Viande	Porc désossé mécaniquement Porc désossé manuellement Bœuf désossé mécaniquement Bœuf désossé manuellement	9 -14 2-3 14 - 40 2 - 4
Poisson et crustacés	Maquereau Sardine en conserves crevettes	3,5 61 62
Aliments pour bébés	Céréales préparées Avec une eau non fluorée Avec eau fluorée Aliments préparés avec Poulet Dinde Lait à base de soja Lait maternel	1 3,8 2-10 0,3 - 0,4 1 - 2,7 0,02 - 02

A de rares exceptions près, il ne semble pas exister de relation entre la concentration des fluorures dans la plupart des végétaux et leur concentration dans l'eau ou dans le sol alentour. Pourtant les plantes cultivées sur un sol acide sont généralement plus riches en fluorures. Dans le feuillage de la plupart des plantes, la concentration de l'ion F- a l'état naturel varie de 2 à 10 mg/kg.

Aux Etats-Unis d'Amérique, on a relevé dans 107 échantillons de Luzerne provenant de régions en principe à l'abri de la pollution industrielle, des concentrations allant de 0,8 à 36,5 mg/kg, avec une valeur moyenne de 3,6 mg/kg. Les parties des végétaux (légumes et fruits) consommées par l'homme ont en principe une teneur en fluorures de l'ordre de 0,1 – 0,4 mg/kg de sorte qu'il n'y a guère d'inquiétude à avoir une fluorose, sauf en cas de régime alimentaire inhabituel. Pourtant, on a noté des concentrations étonnamment élevées dans les céréales.

C'est ainsi que Singer et Ophang (USA) [42] ont observé des concentrations en fluorures égales à 2,0 et 2,1 mg/kg dans l'orge et dans le riz traités au moyen d'une eau non fluorée, contre 4,3 et 6,4 mg/kg respectivement en cas de traitement avec une eau fluorée. Certaines plantes comme la taro, l'igname et le manioc qui fournissent l'essentiel de l'alimentation dans de nombreuses régions tropicales, en particulier en Amérique du Sud, en Afrique et dans le pacifique, sont relativement riches en fluorures. C'est également le cas des feuilles de thé.

Cependant, des études plus récentes montrent que la quantité quotidienne de fluorure apportée par les aliments solides est extrêmement variable selon les individus. On a trouvé des quantités allant de 0,2 à 3,4 mg par personne et par jour, selon la composition du régime alimentaire et de la teneur en fluorures de l'eau utilisée pour la

préparation des aliments [42].

I.5. METABOLISME DU FLUOR

Les fluorures sont absorbés soit par inhalation des composés gazeux et particulaires, soit par ingestion. Ils se fixent ensuite principalement sur les os, puis sont excrétés en majeure partie par les urines, les féces et la sueur.

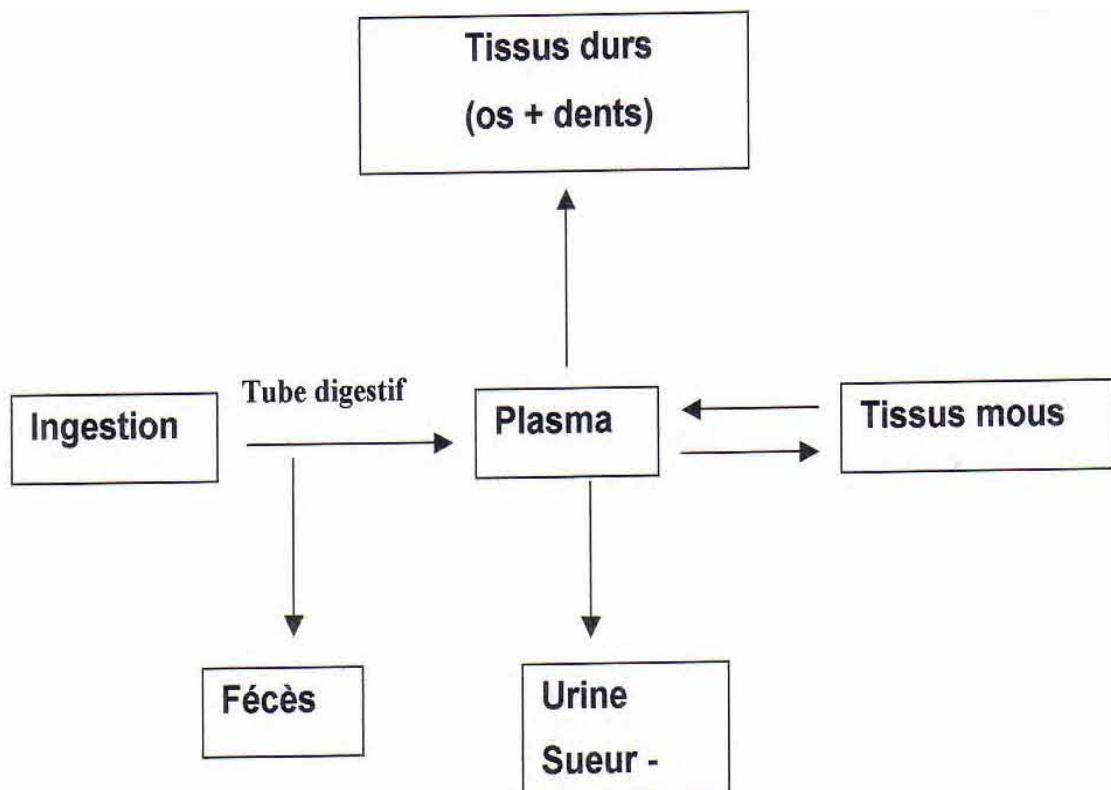


Fig. 1 : Métabolisme du fluor [22]

L'ingestion est la principale voie d'apport du fluor dans l'organisme.

Cette absorption est un phénomène passif, rapide, par un mécanisme de diffusion qui se fait sur tout le tube digestif mais plus particulièrement au niveau du duodénum et du jéjunum.

Après un passage dans le sang à la fois sous forme organique et minérale (avec cependant une prédominance de la forme ionique dans le

plasma), le fluor est distribué dans les tissus mous, les os et les dents. Dans les conditions normales, il n'y a pas d'accumulation de fluor dans les tissus mous, par contre, après une absorption massive on trouve une hyperhémie aiguë de tous les viscères.

Les fluorures sont excrétés à l'état normal par différentes voies, fécale (10 à 30% des fluorures), urinaire (50% des doses ingérées en 24h et 20% trois heures après ingestion), la sueur, la salive et le lait.

En général les fluorures contenus dans l'eau de boisson constituent l'essentiel de la ration quotidienne de fluorures. La quantité de fluorures ingérée avec l'eau dépend : de la concentration de fluorures dans l'eau, de l'âge du sujet en cause, des conditions climatiques, des habitudes alimentaires.

La consommation de liquide augmente avec l'âge, en particulier depuis la naissance jusqu'à l'âge de 12 ans. Cependant, on a montré que l'eau de boisson représente sans doute au cours de cette période 50% au maximum de la consommation totale de liquides.

Au niveau d'une population, la quantité d'eau consommée chaque jour dépend, avant tout, de la température quotidienne maximale, dans la région considérée. Il semble que la consommation d'eau varie en sens inverse de la distance à l'équateur. De plus la consommation d'eau dépend des habitudes alimentaires et des conditions socio-économiques qui influent sur l'accès à l'eau [42] .

Zipkin et coll.(1958) cités par Murray [42] ont montré qu'il existait une relation linéaire entre la concentration du fluor dans les os humains et le taux de fluor ingéré dans l'eau de boisson.

Lorsque l'apport fluoré est compris entre 1 et 20 ppm, la rétention osseuse peut atteindre 50%.

Elle se situe en moyenne entre 20 et 40%. Cette absorption agit comme un agent de désintoxication actif.

Si l'ingestion reste modérée et prolongée, il s'établit au bout d'un certain temps, un état d'équilibre entre la quantité ingérée et le renouvellement métabolique physiologique de l'os. A ce moment, pour Dinman cité par Murray [43], 1% seulement des apports est fixé par l'os. Si l'absorption se prolonge encore et à forte dose, cet équilibre est rompu et il se produit des altérations squelettiques.

I.6- TOXICITE DU FLUOR CHEZ L'HOMME

Dans l'intoxication aiguë pour ingestion ou inhalation de fluorures, aucun organe ne peut être considéré comme épargné. La symptomatologie est riche, irritative et liée à l'absorption ; elle diffère selon la nature du produit en cause.

En cas d'intoxication chronique, les fluorures exercent principalement leurs effets sur les tissus du squelette : les os et les dents.

- La fluorose osseuse

Elle se définit comme une atteinte du squelette liée à une intoxication chronique au fluor. La fluorose osseuse est encore appelée ostéopathie fluorée ou ostéose fluorée. La source de l'intoxication peut être hydrotellurique, alimentaire, professionnelle ou médicamenteuse.

Les atteintes osseuses sont observées pour des concentrations en ions fluorures dépassant 4mg/l. Elles signifient une intoxication prolongée (10 à 20 ans d'exposition) et se manifestent par des atteintes endothéliales et périostées, des formations para articulaires (filaments, tendons, capsules) limitant le jeu articulaire.

Les signes cliniques de la fluorose osseuse n'apparaissent comme évidents qu'à un stade avancé ; ils se traduisent par des vagues de douleurs articulaires au niveau des mains, des genoux, des pieds et de la colonne vertébrale dont se plaignent de jeunes adultes.

A un stade ultérieur, on remarque une raideur du rachis s'accompagnant d'une limitation des mouvements. Plus tard apparaît une cyphose. La marche devient difficile et il peut apparaître chez certains une dyspnée d'effort due à la rigidité de la cage thoracique.

Les éléments du diagnostic sont établis avec certitude par un faisceau d'arguments cliniques, biologiques, histologiques et radiographiques.

Le traitement comporte un volet préventif et curatif.

- Le traitement préventif réalise l'essentiel de toute la stratégie de prise en charge dans la fluorose osseuse. Il comporte des mesures d'inégale efficacité allant de la défluoration des eaux de boisson à sa substitution. Concernant la fluorose osseuse cette prévention de type primaire est aussi de rigueur une fois l'atteinte ou l'affection installée. En effet, elle prévient alors l'installation des complications, et participe à la guérison.
- Le traitement curatif : Il est de réalisation difficile quelque soit la localisation de la fluorose dentaire et/ou osseuse. Il peut être accompagné de la soustraction théorique de la zone d'endémie [12,40,43].

II- LE FLUOR EN ODONTOLOGIE

II.1- LES FLUORURES DANS LES OS ET LES DENTS

Le fluor a une affinité certaine et particulière pour les tissus calcifiés : os et dent. Cette fixation est fonction de la quantité de fluorures ingérée ou inhalée.

La fixation des fluorures par les tissus dentaires augmente avec l'âge et avec la concentration des fluorures dans l'eau d'approvisionnement. La concentration des fluorures est nettement plus faible dans la dentine et dans l'émail que dans les os du même sujet. La teneur moyenne de l'émail en fluorures dans les régions où ces sels ont une faible concentration dans l'eau augmente avec l'âge, en passant d'environ 50mg/kg à l'âge de 10 ans à environ 100mg/kg à 30 ans, tandis que dans les régions où l'eau est plus riche en fluorures (concentration de 1,5 – 2,5 mg/litre), la teneur moyenne de l'émail en fluorures atteint déjà 170 mg/kg à l'âge de 10 ans et s'élève ensuite jusqu'à atteindre un palier de 350 mg/kg à 30 ans [40].

Des études sur des coupes dentaires portant sur la totalité de l'émail et de la dentine ont montré que la concentration des fluorures est inégale dans l'épaisseur des tissus dentaires durs (figure 2). Dans les régions riches en fluorures, la concentration de ces sels dans la couche externe de l'émail peut aller jusqu'à 2000 à 3000 mg/kg [42].

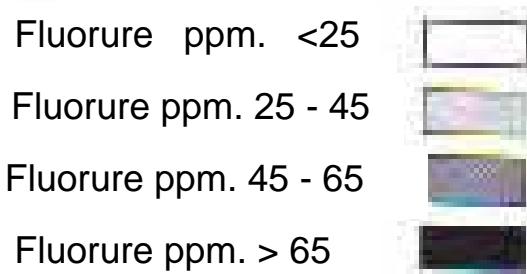
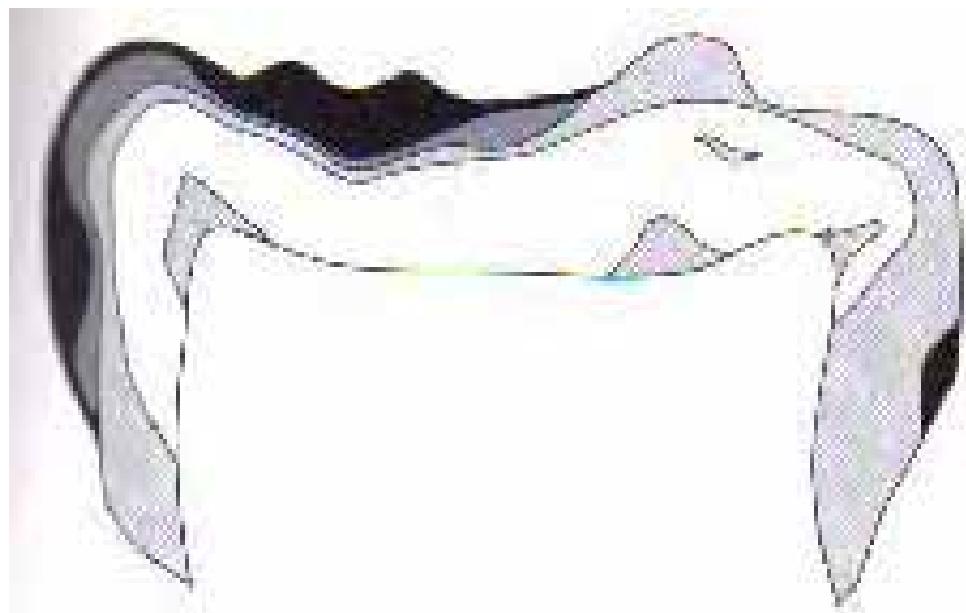


Fig. 2 : Distribution du fluor dans l'émail d'une section de molaire humaine [53]

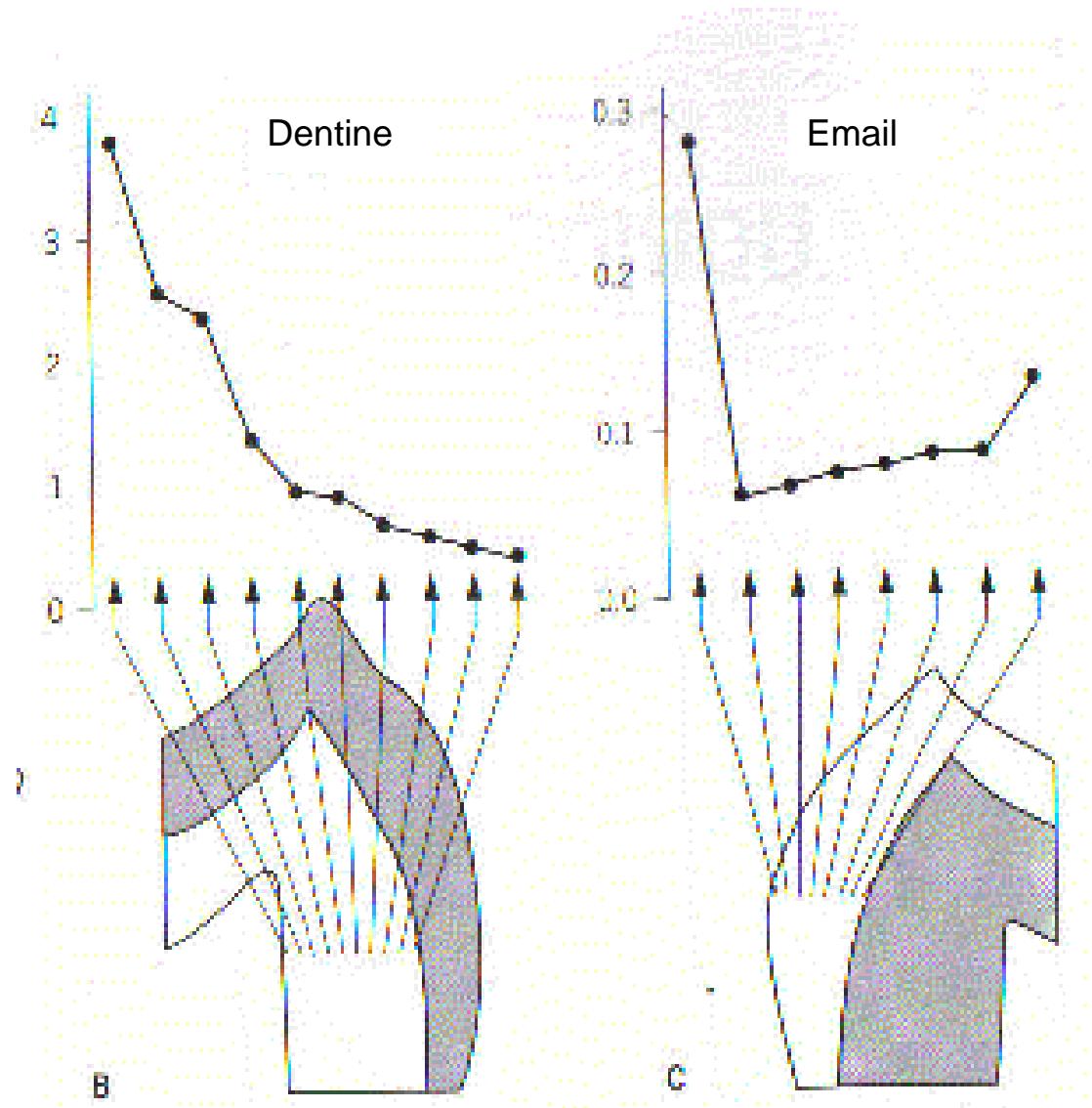


Fig. 3 : Distribution des fluorures dans l'émail et la dentine [53]

Pendant toute la vie de la dent les fluorures restent relativement concentrés à la surface de l'émail. La majeure partie des fluorures contenus dans cette région superficielle y étaient déjà présents avant l'éruption dentaire et s'y sont probablement accumulés au cours de la période de maturation précédant l'éruption, période où la surface de l'émail semble extrêmement poreuse.

L'émail reste suffisamment poreux pendant une certaine durée après l'éruption dentaire pour absorber assez facilement les fluorures ; d'ailleurs, tout au long de la vie de la dent, les fluorures semblent facilement absorbés en tout point où l'émail est poreux notamment au début de la constitution d'une carie.

Quand l'émail reste intact au-delà de la période de maturation, il absorbe difficilement les fluorures. Dans les régions de la dent où l'émail est recouvert par la plaque dentaire, la concentration des fluorures dans l'émail augmente avec l'âge. Au niveau du bord incisif et des faces occlusales où la dent n'est pas recouverte par la plaque mais exposée à l'usure, la concentration des fluorures augmente dans l'émail sain, mais de façon non définitive [17,71].

Au niveau des dents permanentes, la concentration moyenne de fluorures dans la dentine augmente jusqu'à 40 ans et se stabilise en un plateau à un niveau en rapport avec la concentration de fluorures dans l'environnement [56]. Les fluorures ont leur concentration maximale à proximité des odontoblastes.

La distribution des fluorures dans la dentine des dents temporaires reflète l'exposition générale des dents aux fluorures (par exemple une eau hyperfluorée), mais elle est cependant compliquée par les phénomènes de résorption physiologique. La concentration de fluorures dans la surface pulpaire de la dentine primaire augmente par conséquent durant la phase de formation radiculaire et chute au cours de la résorption [56].

Au niveau du cément, la plus forte concentration de fluorures est trouvée au niveau des couches superficielles, et elle diminue progressivement lorsqu'on pénètre dans les couches profondes de ce tissu. Cette distribution serait en rapport avec l'accessibilité des fluides

au niveau des surfaces externes du cément et expliquerait probablement aussi la forte concentration de fluorures rencontrée au niveau de la jonction dentine-cément [56].

II.2- LE POUVOIR CARIO-PROTECTEUR DU FLUOR

Différentes études dans les années 1930 ont montré que les personnes qui avaient accès à une eau contenant 1 à 2 ppm de fluor avaient beaucoup moins de caries dentaires que les consommateurs d'une eau moins riche en fluor. Depuis lors, les différentes études de Dean ont montré l'association négative entre la concentration de l'eau en fluorures et la carie dentaire chez des enfants de 12-14 ans.

De nombreuses observations faites entre 1940 et 1950 ont permis de mettre en évidence l'effet cario-protecteur du fluor par voie systémique et la notion de dose optimale dans l'eau de boisson. Elles ont en outre entraîné des politiques de fluoration des eaux de boisson et une supplémentation par des comprimés, des tablettes, des pâtes dentifrices [8].

II.3. MECANISME D'ACTION DU FLUOR

L'amélioration de la cristallinité par fluoration de l'apatite et la réduction de la solubilité acide de l'émail sont les deux mécanismes proposés par Haïkel [30].

Tableau III : Mécanismes d'action du fluor selon Haïkel [30]

Effets potentiels des fluorures au contact direct avec l'émail et la dentine
<ul style="list-style-type: none">- Forment la fluoroapatite, hydroxyapatite fluoré, moins solubles que l'hydroxyapatite- Inhibent la déminéralisation- Favorisent la reminéralisation- Inhibent le métabolisme bactérien- Réduisent la perméabilité de la structure dentaire- Inhibent la formation de la plaque

Le fluor peut avoir une action sur la composition de la flore microbienne et /ou sur l'activité métabolique des micro-organismes, mais la teneur en fluor de la salive est relativement réduite pour avoir un réel effet antibactérien. La concentration de fluor dans la plaque est comprise entre 15 et 45 ppm.

Au cours de l'amélogénèse, la prise de fluor améliore la cristallinité des phosphates de calcium en cours de formation pour de petites doses d'ions. Le fluor favorise la stabilité des cristaux au sein de la maille cristalline en produisant des liaisons d'hydrogène avec l'oxygène des ions hydroxyle. Il occupe également les sites laissés vacants par les ions hydroxyles [66].

L'augmentation de la stabilité de la structure cristalline va induire une réduction de la solubilité de l'émail. Ce mécanisme ne peut avoir lieu que pendant la phase pré éruptive de formation de l'émail. L'action préventive du fluor a toujours été attribuée à son incorporation dans l'émail avant l'éruption dentaire. A l'heure actuelle les preuves scientifiques supportant cette théorie sont faibles.

Les informations récentes montrent que le fluor incorporé dans l'émail lors du développement n'augmente pas de façon significative la résistance de la dent au développement du processus carieux. La différence de solubilité réduite entre l'hydroxyapatite et la fluoroapatite n'explique pas la réduction du taux de carie observée dans les régions hyper fluorées.

La différence de teneur en fluor de l'émail, selon qu'il est formé dans les régions fluorées ou non fluorées, est également très réduite, inférieure à 1000 ppm. à la surface de l'émail. Les techniques de prévention qui permettent d'exposer les surfaces dentaires à de faibles concentration de fluor sur des périodes prolongées sont plus efficaces que l'ingestion de quantités élevées de fluor espacées dans le temps.

Dans un modèle expérimental, il est démontré que la dissolution acide de l'apatite est contrôlée par la diffusion des ions à l'interface solide liquide [47,48].

Au cours des temps initiaux, le fluor accélère la dissolution, entraînant l'accumulation à l'interface du calcium et du phosphate qui va secondairement réduire la dissolution de l'apatite [27,28].

Ce modèle montre tout l'intérêt de l'effet cariostique du fluor par application topique. L'essentiel des réactions physico-chimiques se produit à la surface de l'apatite.

De nombreuses études in vitro ont montré les effets du fluor sur la carie débutante de l'émail. Le fluor exerce un effet de reminéralisation, particulièrement à faible concentration.

Au cours des fréquentes chutes de pH, l'incorporation du fluor dans les couches superficielles de l'émail est facilitée.

Les dentifrices et bains de bouche fluorés fournissent régulièrement la salive et la plaque en fluor. Les réserves ainsi constituées peuvent être utilisées au moment de la dissolution acide de l'émail [11,52].

Cependant, quand l'organe dentaire est exposé à des quantités excessives de fluorures pendant la période de formation dentaire, la minéralisation de la dent s'en trouve plus moins perturbée. Les manifestations cliniques et microscopiques, de gravité extrêmement diverse, correspondent à une affection connue sous le nom de fluorose dentaire [17,41,42,43,71].

CHAPITRE II : LA FLUOROSE DENTAIRE

I- DEFINITION

Elle désigne une lésion dyschromique et structurale des tissus de la dent (émail, dentine et cément) à la suite d'une ingestion de dose toxique de fluor (supérieur à la dose optimale) pendant le temps de formation des dents temporaires et permanentes. La sévérité des lésions dépend de la durée d'exposition, de la dose ingérée et de la susceptibilité individuelle [49].

II- HISTORIQUE

De nombreux travaux ont fait état, dans la littérature, de l'existence d'anomalies de structure de l'émail des dents de populations vivant dans les régions du monde dont l'eau de boisson est fortement fluorée.

Notre propos n'est pas de les passer ici en revue. Signalons à titre d'exemples :

- La présence de dyschromie de l'émail chez une population vivant au Mexique rapporté par KUHNS en 1888 cité par RIORDAN P.[51].
- La formation défectueuse de l'émail des habitants de Naples (Italie) décrite en 1901 par EAGER [49].
- La découverte par RAOUL et coll. en 1957 au Sénégal du premier foyer de fluorose dentaire à Mont-Rolland dans la région de Thiès [41].

Ces anomalies de structure et de teinte sont définies selon les auteurs par les termes de dyschromie, de stigmate, d'érosion et autres.

III- HISTOPATHOLOGIE

L'émail des dents atteintes de fluorose est hypominéralisé et présente une structure prismatique irrégulière et la structure dentelée ou en forme d'arcade de la jonction entre l'émail et la dentine est plus prononcée que dans des dents normales. Selon Fejerskov et coll. (1975) [25], la fluorose dentaire s'accompagne de zones d'hypominéralisation ou de porosité diffuse, principalement au niveau du tiers extérieur de l'émail. Dans les cas les plus graves le volume des pores atteindrait 10% dans l'émail fluorotique et, dans les cas extrêmes, 25 %.

Les zones, où la porosité est maximale, se situent en position inter prismatique. Même dans les cas graves de fluorose dentaire, l'orientation des prismes est apparemment normale et régulière.

C'est sans doute le signe que les améloblastes sont capables d'assurer la formation d'une matrice normale de l'émail dentaire, mais que la maturation est perturbée par la concentration élevée des ions fluorures [25, 42].

IV- ASPECTS CLINIQUES ET DIAGNOSTIC DE LA FLUOROSE DENTAIRE

Les effets du fluor se manifestent surtout dans les couches les plus profondes de l'émail. Vraisemblablement, la maturation du minéral durant la phase tardive de formation de l'émail ne se produit qu'en surface parce que les mécanismes de diffusion se déroulent plus difficilement au travers de la surface fluorée. Cet émail plus poreux situé sous la surface apparaît cliniquement sous la forme de taches blanches [25].

Secondairement, ces taches peuvent incorporer des colorants en provenance de la cavité buccale ce qui peut alors se traduire par des colorations allant du jaune-brun au noir. Une fluorose avancée se caractérise par des puits ou même par un émail hypoplasique localisé ou par une absence de l'émail.

Au sein de la denture et pour une exposition équivalente en fluoroses, certaines dents se minéralisent tardivement ou plus rapidement (notamment des prémolaires seraient davantage touchées par la fluorose) [54].

Le diagnostic différentiel par rapport à d'autres anomalies du développement de l'émail ou par rapport à des lésions carieuses primaires pouvant aussi se caractériser par des taches blanchâtres n'est pas toujours aisé. En général, les taches de fluorose suivent la direction des périkématises ; au niveau des arcades dentaires on peut observer une répartition épars ou symétrique (diagnostic différentiel avec les hypoplasies localisées de l'émail).

La localisation près du bord incisif ou du sommet d'une cuspide (snowcapping) est symptomatique pour l'établissement d'un diagnostic différentiel par rapport aux caries primaires (lésions mates, plutôt au niveau cervical de la couronne).

Bien que la fluorose dentaire présente en principe des caractères cliniques et une distribution relativement spécifique au niveau de la dentine, il existe des cas où même un examinateur expérimenté a du mal à établir le diagnostic différentiel entre la fluorose dentaire et d'autre part, un début de carie, une amélogénèse imparfaite et les opacités de l'émail ayant une autre origine que l'exposition aux fluorures.

Plusieurs auteurs ont essayé de définir des critères applicables au diagnostic différentiel de la fluorose dentaire [13].

V- DETERMINATION DE L'IMPORTANCE DE LA FLUOROSE

Pour déterminer l'importance de la fluorose à des fins épidémiologiques, une série d'échelles de mesures ont été établies, la première dans le cadre de l'étude de Dean et coll. [16].

Il existe de nombreux indices différents auxquels certains chercheurs ont encore apporté des modifications. Les indices les plus utilisés sont :

- l'indice de Dean (DI) d'appréciation de la surface humide de l'email [16].
- l'Indice de Thylstrup-Fejerskov (TFI) [60] d'appréciation de la surface sèche de l'email, établi après comparaison entre les données histologiques et cliniques. Il est plus différencié pour l'estimation des formes sévères que l'indice de Dean.
- Indice de Fluorose de Surface ou Tooth surface index of fluorosis TSIF(voir tableau IV).

Tableau IV : Image clinique de la fluorose et scores selon les différents indices de fluorose [16,60].

TFI (Thylstrup & Fejerskov, 1978)	DI (Dean, 1942)	TSIF (Horowitz, 1981)
0 : émail transparent après séchage	0 : normal, émail brillant semi-transparent	0 : pas de signe de fluorose
1 : fines lignes blanches le long des périkématis « snowcapping » léger (zone blanchâtre au bord incisif au sommet cuspidien)	0,5 : douteux ; petites anomalies dans la translucence et petites taches blanchâtres	
2 : lignes blanches nettes et confluentes, snowcapping prononcé.	1,0 : très limité ; petites taches blanc-opaque <25% de la surface	1 : signes évidents de fluorose avec taches crayeuses et « snowcapping »
3 : lignes blanches fusionnant, taches d'aspect nuageux	2,0 : limité, colorations opaques < ½ de la surface, parfois brunâtres	2 : émail opaque et blanchâtre sur 1/3 à 2/3 de la surface
4 : toute la surface d'aspect blanc opaque		3 : au moins 2/3 de la surface de l'émail d'aspect blanc opaque
5 : toute la surface d'aspect blanc opaque et petits puits (<2mmO)	3 : modéré, toute la surface est colorée, présence de petits puits	4 : colorations brunâtres avoisinant un émail opaque

6 : Puits confluents en rainures, émail morcelé au bord incisif ou au sommet cuspidien	4 :Modérément sévère, l'émail est atteint jusqu'à une certaine profondeur et présente une coloration sombre	5 : Présence de puits, sans coloration brunâtre de l'émail
7 : Perte de la couche externe de l'émail <1/2 de la surface, émail restant opaque		6 : présence de coloration et de puits
8 :perte de la couche d'émail >1/2 de la surface, émail restant opaque 9 : émail absent jusqu'au collet de la dent	5 : sévère ; la destruction de l'émail modifie la forme de la dent, les puits donnent un aspect de « corosion »	7 : Puits confluents, l'émail peut être absent et l'anatomie de la dent modifiée

Outre, l'utilisation de ces indices, de nombreuses études ont fait appel à des systèmes d'évaluation très variés. Il en est de même pour les dents à évaluer. Cela peut s'expliquer par l'âge de la population à examiner et la présence des dents permanentes ayant complètement fait leur éruption ainsi que par les aspects logistiques de l'étude.

A part les études purement descriptives dans des régions où la fluorose est endémique, on a aussi déterminé dans des études plus récentes les risques individuels car l'eau fluorée n'est plus actuellement la source principale de fluorures [10].

VI- LES FACTEURS DE RISQUES

Les facteurs de risques sont :

- ❖ l'eau de distribution

L'eau de distribution fluorée peut être un facteur de risque de fluorose dans deux groupes différents, de populations vivant d'une part, dans les pays en voie de développement où il n'existe en général, ni de station d'épuration des eaux, ni de contrôle sur la composition de l'eau, et d'autre part, dans les pays à haut niveau socio-économique où l'on ajoute sous contrôle du fluor à l'eau de distribution.

- ❖ l'alimentation

Les fluorures en tant que composants alimentaires sont souvent sous-estimés comme facteurs de risque.

- ❖ les produits d'hygiène bucco-dentaire fluorés

S'il est bien établi que la baisse de prévalence de la carie est liée à l'utilisation des dentifrices fluorés, il est vrai aussi qu'un mauvais usage de ceux-ci peut accroître le risque de fluorose. Ce risque est accru principalement lorsque de jeunes enfants utilisent des dentifrices

« pour adultes » ou lorsqu'ils avalent de trop grandes quantités de dentifrices « pour enfants ».

- ❖ les suppléments fluorurés

Dans les régions où l'eau de distribution ne contient pas de fluorures, on continue de conseiller des suppléments fluorés systémiques. Ceux-ci sont administrés sous la forme de comprimés ou de gouttes (ou en association avec des vitamines).

Etant donné l'effet limité sur les dents ayant déjà fait leur éruption, ces suppléments ne sont utiles que pour les tissus dentaires encore en formation et leur emploi judicieux demande une grande discipline de la part des parents.

- ❖ les facteurs environnementaux

Des fluorures peuvent être émis par l'activité industrielle, principalement pour l'exploitation minière (phosphate) et pour la transformation des minéraux (engrais chimiques, industrie du verre). Les effets sont surtout sensibles chez les animaux, car ceux-ci absorbent de grandes quantités de végétaux qui ne sont pas nettoyés.

C'est surtout dans les pays en voie de développement que l'homme est également touché. Ainsi au Maroc en 1986, il est fait mention de fluorose par des composants provenant de l'exploitation des phosphates, et en Chine rurale (en 1984), par la combustion du charbon utilisé dans les briquetteries ainsi que par les feux ouverts dans les cuisines. L'exposition aux fluorures peut être problématique pour les travailleurs, principalement dans les usines où les normes de sécurité font défaut (industrie de l'aluminium, de l'acier et de la céramique) [1,5,10,39,46].

VII- FLUOROSE DENTAIRE EN AFRIQUE

Aucun continent n'est épargné par ce fléau. Cependant le continent africain est le plus touché par la fluorose dentaire, à cause du manque de moyens de contrôle des facteurs de risque pouvant aggraver la prévalence de cette pathologie.

Une étude faite en 1959 par Cholab, cite par SRIKANTH au Nord-Est de l'Afrique en Erythrée, précisément dans une zone rurale humide située le long de la rivière Anseba, montre une teneur élevée en fluor dans l'eau de boisson.

Les résultats de cette étude révèlent une concentration de 3,73 mg/l de fluor dans cette eau, entraînant ainsi une prévalence élevée de fluorose dentaire dans cette population [58].

Des études ont rapporté une augmentation apparente de la prévalence et la sévérité de la fluorose dentaire en rapport avec une augmentation de la température annuelle. Cette interaction a été supposée résultant de la forte demande en besoin de fluides lors des fortes températures [37].

La fluorose dentaire est endémique dans la région des grands lacs, un facteur lié à la présence de fluor dans l'eau potable. Cependant de récentes études menées en Tanzanie ont montré approximativement le même taux de prévalence et de sévérité de la fluorose chez les populations d'une région, ayant une concentration de 0,2mg/L de fluor dans l'eau potable, que chez leurs voisines vivant à la même altitude où l'eau a une concentration de 3,6 mg/L de fluor. Bien que différents indices aient été utilisés, la conclusion générale est qu'il y a peu de différence dans la prévalence et la sévérité de la fluorose dentaire entre les deux groupes de populations. Les raisons pour lesquelles il y a des niveaux similaires de fluorose dentaire dans ces 2 régions sont inconnues [3].

VIII- LA FLUOROSE DENTAIRE AU SENEgal

Au Sénégal, les cours d'eau sont caractérisés par un régime tropical avec une période annuelle de hautes eaux après le maximum pluviométrique en août – septembre et une période de basses eaux assez longue. Des rivières tarissent complètement dès février – mars et restent à sec jusqu'en juillet.

L'hydrogéologie du Sénégal est caractérisée par la présence de nappes profondes et de nappes superficielles. L'importance de ces nappes pour l'alimentation en eau est considérable dans un pays où la pluviosité est faible et où les principaux fleuves sont influencés par la remontée des eaux océaniques. Ainsi le sous sol sénégalais recèle

différentes nappes, en relation étroite avec les unités géologiques [61].

La nappe phréatique :

De Dakar à Saint-Louis, le long du littoral, cette nappe alimentée par les pluies couvre une superficie d'environ 5000 km². Sa profondeur est variable : supérieur à 1 m dans les dépressions (Niayes) et supérieur à 30 m autour de gros centres de captage (Dakar, Thiaroye, Kelle, Kébémer).

La nappe semi-profonde :

Cette nappe est captée par forage à des profondeurs supérieures à 100 m, mais le niveau de l'eau peut remonter jusqu'à moins de 10 m du sol (zone de Fatick, Kaolack).

Nappe profonde (Maestrischienne)

Cette nappe qui s'étend sur les 2/3 du Sénégal, constitue la plus importante réserve d'eau souterraine du pays. Contenue dans les nappes et grès du Maestrischien, elle est généralement captive sous les formations sédimentaires.

Accessible par forage entre 100 et 600 m, son niveau remonte dans les ouvrages de captage jusqu'à 10 – 20 m sous le sol, voire même à quelques 3 m au-dessous du sol (Kaolack) sauf dans la partie ouest du pays (80 m à Thiès) où la nappe est surexploitée.

Les débits sont importants et peuvent atteindre plus de 200 m³/heure pour certains forages (Kirène et Pout dans la région de Thiès, Kaolack, Diourbel, Sédiou, Kolda, Tambacounda) [12].

La fluorose dentaire est connue au Sénégal depuis les travaux de Raoult en 1957. Une zone de fluorose endémique (ZFE) recouvrant les régions de Fatick, Diourbel, Kaolack a été identifiée à côté de quelques endroits le long du fleuve Sénégal (Matam). Elle est située en latitude entre 16°Nord et 14°Nord et en longitude entre 17°Ouest et 15°30 Ouest et couvre une superficie de 21380 km² soit un périmètre de 574km. La population de cette zone est estimée à plus 1,5 million d'habitants dont plus des 2/3 sont confrontés à l'excès du fluor dans l'eau [50].

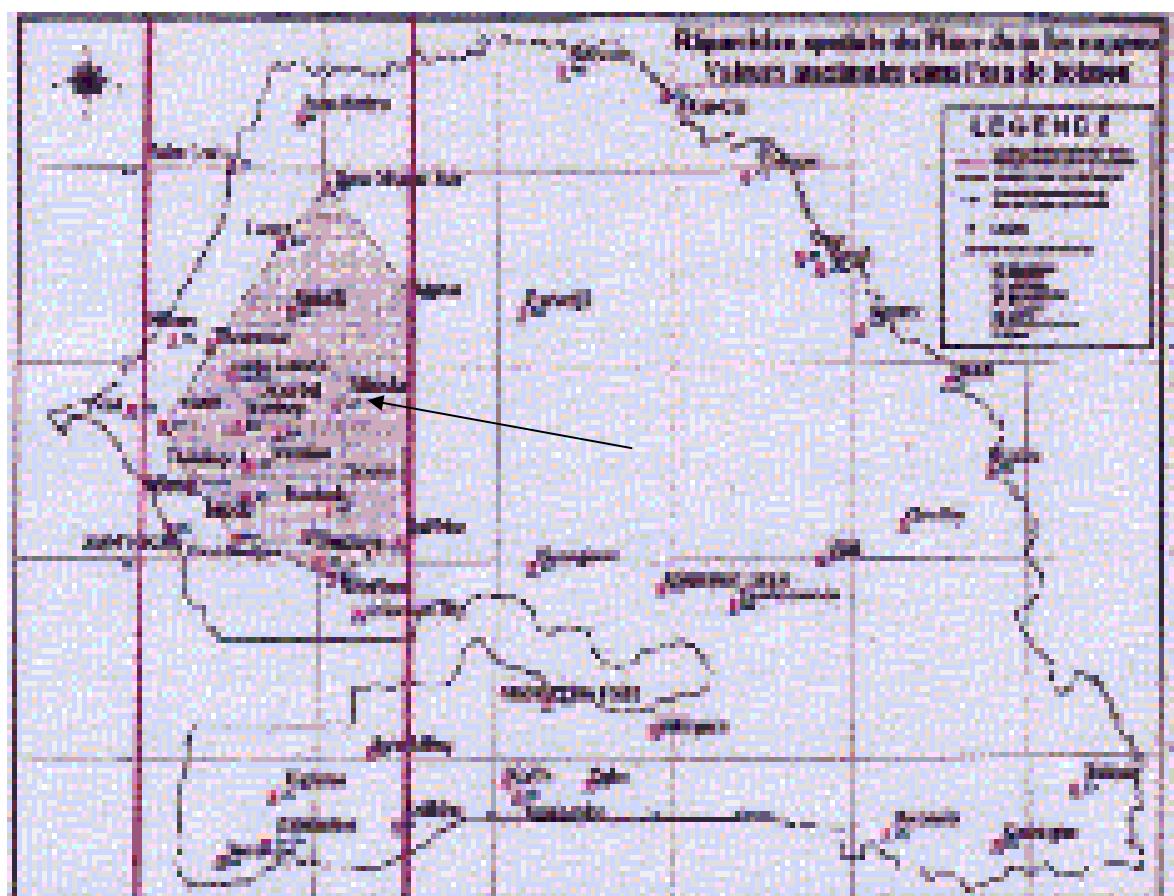


Figure 4 : Zone de fluorose endémique (ZFE)

Dans cette zone, les populations utilisent en général, les eaux issues des forages et provenant de la nappe profonde Maestrischienne très riche en fluor, et dont la teneur en fluor varie jusqu'à 4mgF/l [66,67].

Une récente étude épidémiologique a permis de mettre en évidence un foyer d'intoxication grave à Niakhar, dans la région de Fatick [41]. La comparaison des observations faites par l'équipe de l'I.R.D. (Institut de Recherche pour le Développement ex Orstom) en 1993, avec celles faites dans la même région, au début des années 1960, met en évidence une aggravation des atteintes.

En effet, à cette époque aucun signe d'intoxication n'a été décelé en relation avec l'absence de concentrations élevées en ions fluorures dans les échantillons prélevés. En revanche, la récente enquête faite au même endroit a décelé des concentrations en ions fluorures entre 6 et 9,5 mgF/l .

Ces observations sont corrélées à la diminution de la pluviométrie dans la région au cours de ces dernières années (diminution de 200 mm de la pluviométrie moyenne annuelle aujourd'hui par rapport à celle des années (1930 à 1960) [40].

IX- TRAITEMENT DE LA FLUOROSE DENTAIRE

IX.1- TRAITEMENT PREVENTIF

L'effet toxique d'une forte concentration de fluorures sur la formation dentaire est impossible à éliminer en modifiant un régime alimentaire déjà satisfaisant. En revanche, il est probable qu'une meilleure alimentation permet de réduire la prévalence et la gravité de la fluorose dentaire, dans des populations où la malnutrition est de règle.

La découverte d'autres sources d'eau ayant une teneur optimale ou à peu près en fluorures constitue la seule mesure de prévention efficace dans les régions où une fluorose dentaire déformante ou inacceptable sur le plan esthétique sévit à l'état endémique.

Si aucune source de ce type n'existe, on peut défluoriser l'eau de boisson disponible.

En principe il est recommandé de défluoriser l'eau de boisson quand sa teneur en ion F^- dépasse le double de la teneur optimale pour la région considérée [41].

IX.2- TRAITEMENT ESTHETIQUE

Diverses mesures ont été proposées en vue d'améliorer l'aspect esthétique des dents atteintes.

- meulage et polissage ;
- attaque à l'acide chlorhydrique ou acide acétique à 10% ;
- eau oxygénée à forte concentration > ou = à 30% ;
- blanchiment au peroxyde d'hydrogène ;
- reminéralisation au moyen de solutions de fluorure de sodium ;
- reconstruction prothétique au moyen d'onlays vestibulaires en résine ou en céramique après décapage à l'acide ;
- couronnes.

Les deux premières méthodes sont généralement déconseillées. L'efficacité de la reminéralisation reste à confirmer [42,44].

X- PREVENTION DE LA FLUOROSE DENTAIRE ET OSSEUSE : LA DEFLUORATION DES EAUX [15,44]

Les procédés sont de deux sortes : les procédés chimiques et les procédés physico-chimiques.

X.1- LES PROCEDES CHIMIQUES

X.1.1- L'ECHANGE D'IONS

L'échange d'ions est un procédé qui utilise des résines ioniques ayant une affinité pour l'ion fluorure. Les résines actuelles sont malheureusement souvent peu spécifiques ; On fixera mieux sur des résines échangeuses d'anions les ions monovalents OH^- et ions divalents SO_4^{2-} que les ions F^- . De plus les problèmes de coûts de régénération des résines limitent fortement l'utilisation de ce procédé.

X.1.2. L'ADSORPTION

Les seuls traitements chimiques par adsorption vraiment utilisables consistent en fait en une adsorption sur des oxydes ou des hydroxydes.

Le meilleur adsorbant est l'aluminium activé. Avec lui, la régénération au sulfate d'aluminium où à l'acide sulfurique donne de bons résultats.

Pour rendre l'eau potable, cette technique nécessite l'utilisation de fortes concentrations en réactif, ce qui augmente d'autant le coût du traitement.

X.1.3- LA PRECIPITATION

Les procédés de précipitation sont basés sur la formation de composés insolubles à partir des ions fluorures contenus dans l'eau à traiter. Ils sont souvent difficiles à mettre en œuvre car ils nécessitent une décantation après coagulation, ce qui rend le procédé discontinu.

Par ailleurs, il peut rester des excédents de réactifs de précipitation dans l'eau traitée, ce qui altère sa qualité et nécessite des étapes supplémentaires de traitement. Mais les coûts restent élevés en raison de la nécessité de grandes quantités de produits chimiques.

XI- LES PROCEDES PHYSICO-CHIMIQUES

Il existe un certain nombre de procédés physico-chimiques pour le traitement de l'eau minéralisée et notamment dans l'eau fluorée dont l'électrodialyse, l'osmose inverse etc.

XI.1- L'ELECTRODIALYSE

C'est un procédé de réparation mettant en œuvre un champ électrique. Les espèces à extraire sont séparées de la solution à épurer par migration sélective des ions à travers des membranes à perméabilité sélective (membranes échangeuses d'anions, perméables aux anions, ou membranes échangeuses de cations perméables aux cations).

Les électrodialyseurs sont construits suivant un montage de type « filtre-presse » qui comporte alternativement des compartiments de concentration et de déconcentration. Les sels contenus dans l'eau à traiter sont transférés, sous l'action du champ électrique, des compartiments de déconcentration vers les compartiments de concentration.

On obtient alors, d'un côté, une saumure sur concentrée et de l'autre, une eau épurée. Il est possible de choisir la salinité finale de l'eau traitée qui est fonction du courant imposé et du temps de séjour dans l'appareil ; il n'est donc pas nécessaire d'effectuer une reminéralisation de l'eau après traitement .

Cette technique de membrane a été la première utilisée (dans les années 60) ; elle est surtout intéressante pour le traitement des eaux saumâtres. En effet le coût énergétique de l'électrodialyse est directement fonction de la qualité de sel à éliminer.

Aujourd'hui, l'affinité chimique des membranes est à l'avantage des ions chlorures qui les traversent de préférence aux ions fluorures qui sont mieux retenus.

Etudiées aujourd’hui à l’échelle du laboratoire, ces nouvelles membranes devraient permettre à l’électrodialyse d’être plus compétitive.

XI.2- L’OSMOSE INVERSE

L’osmose est un phénomène important dans la nature qui n’a vu des applications, pour l’osmose inverse, que dans la deuxième moitié du XXè siècle. Les membranes d’osmose sont perméables à l’eau mais pas aux solutés (substances dissoutes, ioniques ou moléculaires).

Comme l’électrodialyse, cette technique de l’osmose inverse classique n’est pas sélective ; elle présente des taux de rétention élevés ($> 95\%$) pour tous les sols et des pressions de travail supérieures à 30 bars entraînent des coûts de traitement important.

Elle s’avère jusqu’ici inacceptable pour les pays en développement qui sont davantage demandeurs de procédés de traitement de l’eau à faible consommation d’énergie.

XI.3- LA NANOFILTRATION

Avec l’apparition sur le marché de nouvelles membranes sélectives pour les sels minéraux, les eaux faiblement minéralisées peuvent être traitées à des pressions très basses (<20 bars). Dans ce cas, la membrane mise en jeu est imparfaite car une membrane parfaite assure un dessalement total.

Ces nouvelles membranes permettent d'obtenir, à des coûts énergétiques plus faibles, une eau de bonne qualité. Le coût énergétique de la séparation est de 0,5 à 2kwh/m³ en nanofiltration, ce qui représente cinq fois moins qu'en osmose inverse et huit fois moins qu'en distillation. Bien que nécessaire, l'étape de reminéralisation est simplifiée et les opérations de maintenance et d'entretien sont réduites.

Ces différentes techniques, en dépit de leur efficacité ont un coût assez élevé ce qui limite leur utilisation au Sénégal.

Tableau V : Comparaison des propriétés de la nanofiltration et de l'osmose inverse [47].

Osmose inverse	Nanofiltration
Non sélective (taux de rétention > 95%)	Sélective pour les sels et les ions (taux de rétention entre 20 et 95%)
Fortes pressions (> 30 bars)	Basses pressions (< 20 bars)
Prétraitements et post-traitements indispensables (limitation du colmatage)	Prétraitements et post-traitements simplifié (pas d'étape de reminéralisation)
Production : 10 à 60l/h/m ²	Production : 50 à 100 l/h/m ²
Consom. Énergétique : 2 à 10 kwh/m3	Consom. Énergétique : 1 à 2 kwh/m3
Qualité constante de l'eau de sortie Barrière contre virus et bactéries	

CHAPITRE III : ENQUETE EPIDEMIOLOGIQUE

I- CADRE D'ETUDE

Ce chapitre est une étude prospective consacrée à l'évaluation de la santé bucco-dentaire d'enfants scolarisés vivant à Gadiaye, ville située dans une zone de fluorose endémique.

I.1- PRESENTATION DE GANDIAYE

I.1.1- STATUT

Notre étude a été menée à Gadiaye, localité située dans la région de Kaolack, précédemment chef-lieu de communauté rurale et siège de sous-préfecture, érigée en commune urbaine en 1997.

I.1.2- SITUATION GEOGRAPHIQUE, CLIMAT

Gadiaye a l'avantage de se situer sur la route Nationale 1, c'est à dire sur l'un des axes routiers les plus importants du Sénégal. Elle se situe entre Fatick et Kaolack, à 19km de Fatick et 25km de Kaolack. La commune couvre une superficie de 78,5km².

Le climat est soudanien légèrement tempéré par sa position par rapport à la côte et au bras de mer le Saloum. Il est caractérisé par l'alternance de deux saisons : une saison sèche de 8 à 9 mois et une saison des pluies de 3 à 4 mois. Pendant la période chaude (avril et mai), les températures s'élèvent jusqu'à 40 degrés.

Le fleuve Saloum se trouve à 1 km de Gadiaye. Cependant, la population s'approvisionne au niveau du forage inauguré en 1982 et tombé en panne en 1996, dont l'eau n'est utilisable que pour les travaux domestiques (lessive, toilettes, ménage) à cause de la salinité.

I.1.3- NOMBRE D'HABITANTS, ACTIVITES, ALIMENTATION EN EAU

Gandiaye a une population de 15 000 habitants, elle se trouve au sixième rang régional du point de vue de sa population avec un taux de croissance d'environ 3%.

La population est assez hétérogène, on trouve, outre les Sérères, des wolofs, des peuhls, des bambaras et d'autres ethnies encore. Les musulmans sont dominants par rapport aux chrétiens.

Ce sont les activités agricoles qui occupent la plupart des habitants de la localité. Cependant, durant la saison de la pêche à la crevette qui s'étend de septembre à mai, la commune reçoit un nombre important de pêcheurs saisonniers. On note la présence d'un centre d'expansion rural (CER), d'une mairie, d'un marché, d'une station d'essence, d'une sous-préfecture et d'une case des tout-petits [35,50,60].

L'eau buvable est puisée au niveau des différents puits de la localité. Mais le fait de creuser juste à côté de l'ancienne nappe phréatique inquiète un grand nombre de personnes du risque de rencontrer les mêmes problèmes de salinité que précédemment.

I.1.4- SITUATION SANITAIRE

On y trouve en outre un poste de santé avec un infirmier et des matrones, 3 cases de santé dans les hameaux.

I.1.5- SITUATION SCOLAIRE

La commune de Gaudiaye possède quatre écoles primaires publiques et une privée, un collège d'enseignement moyen (CEM) public et 2 CEM privés. Le CEM public est érigé en lycée à la rentrée scolaire de 2003 – 2004.

I.1.6- LIEU DE L'ENQUETE

Cette enquête a été menée en partie au CEM qui comptait 1096 élèves répartis de la sixième à la seconde, 30 enseignants, 4 surveillants, 1 principal.

La seconde partie s'est déroulée dans l'école primaire Gadiaye 1 construite en 1934, et qui compte 12 salles de classe, 15 instituteurs pour 710 élèves.

II – OBJECTIFS

II.1- OBJECTIF GENERAL

Evaluer la fluorose et son impact sur l'état de santé bucco-dentaire des enfants vivant dans une zone de fluorose endémique (ZFE, voir figure 4).

II.2- OBJECTIFS SPECIFIQUES

Ils sont :

➤ L'évaluation de :

- la fluorose dentaire d'élèves âgés de 6 à 8 ans ;
- la fluorose dentaire d'élèves âgés de 12 à 15 ans ;

➤ La détermination de la prévalence de la carie dentaire pour chacun des deux groupes.

➤ La comparaison des résultats et l'étude de leur incidence sur la carie.

II.3- CRITERES D'INCLUSION

Sont inclus dans cette étude, les enfants :

- Vivant dans la même localité depuis leur naissance et ayant les mêmes habitudes d'hygiène et d'alimentation générale avec une différence d'alimentation en eau :

◆ 1^{er} groupe : âgés de 12 à 15 ans en 2002, nés entre 1989

et 1992 ;

♦2^{ème} groupe : âgés de 6 à 8 ans, nés entre 1996 et 1998.

– Fréquentant le CEM et l'école primaire de Gadiaye I.

III- MATERIEL ET METHODE

Cette étude s'est déroulée en deux phases :

1)- La collecte de l'eau des puits pour analyse et détermination de la quantité de fluor.

2)- L'étude de l'impact de la fluorose sur l'état de santé bucco-dentaire des enfants scolarisés, par un examen clinique bucco-dentaire.

III.1- COLLECTE ET ANALYSE DE L'EAU

Les eaux de boisson ont été recueillies dans deux périodes : en janvier 2002 et en octobre 2002. Dans chaque puits nous avons recueilli 2 bidons de 10l d'eau qui ont été ensuite conservés dans un réfrigérateur.

Les analyses ont été effectuées dans 2 laboratoires :

➤ Les échantillons collectés en janvier ont été analysés en France à Anjou Recherche, maison Laffitte. Le dosage du fluor a été fait à l'aide d'un spectrophotomètre UV - visible / DR 4000 de type "HACH".

Cette méthode est approuvée pour les rapports d'eau potable et la limite de détection pour le programme choisi est de 0,02 mg/l fluorures avec une longueur d'onde à 580nm.

Cette méthode est basée sur le principe de mise en évidence de la réaction du fluor avec une solution de laque rouge de zirconium-fluorure incolore, produisant une diminution de la couleur proportionnelle à la concentration de fluorures.

C'est cette diminution de couleur qui est mesurée pour déterminer la concentration de fluorures.

Avec une gamme de mesures comprises entre 0,02 et 2mg / l de fluorures, le spectrophotomètre à UV-visible reste très sensible à de nombreuses possibilités d'interférences qui peuvent fausser la mesure.

Outre les fluorures, elle permet aussi de doser d'autres ions libres en solution tels que les chlorures, les nitrates et les sulfates qui vont conférer à l'eau son caractère saumâtre.

➤ Les prélèvements de janvier ont été effectués au lendemain de fortes pluies hors saisons ce qui nous a conduit à effectuer un second prélèvement en octobre suivant le même procédé. Ces échantillons ont été par contre analysés aux USA à Rochester (NY) en utilisant un équipement avec un électrode spécifique du fluor, Model Orion 9609 et un Model Orion 720A pH/ISE Meter dont la limite de détection est de 0,02 ppm.

III.2 – EXAMEN CLINIQUE BUCCO-DENTAIRE

Il a été effectué grâce à l'utilisation de la fiche d'enquête de l'O.M.S (1998) [47] qui, outre les données socio-démographiques comporte des données sur l'état bucco-dentaire, le parodonte, l'hygiène, les malocclusions et la fluorose dentaire (voir fiche en annexe).

➤Matériel d'examen clinique

Nous avons utilisé 12 plateaux d'examen comprenant chaqu'un :

- 1 sonde 6,
- 1 sonde parodontale,
- 1 miroir plan,
- 1 précelle,
- des gants d'examen,
- des gobelets en plastique jetables,
- des compresses et du coton,

Ces différents éléments ont été désinfectés puis nettoyés après chaque examen.

➤Le Matériel de nettoyage était constitué par :

- ♦ Les produits d'hygiène
 - Savon en poudre
 - Hypochlorite de sodium à 12°
- ♦ Le matériel pour le nettoyage des instruments
 - 2 bacs en plastique
 - des serviettes en tissu
 - une brosse à instruments
- ♦ Pour la désinfection, de l'alcool éthylique a été utilisé.

III.2.1. DEROULEMENT DE L'ENQUETE

L'équipe de prélèvement était constituée d'un chirurgien dentiste (pédodontiste) de l'I.O.S et d'un chimiste de la Faculté des Sciences et Techniques de l' UCAD.

L'équipe d'examen était constituée d'un étudiant de la 6^{ème} année dentaire assisté d'un étudiant de la 5^{ème} année qui servait d'aide.

III.2.1.1 – L'Echantillon

L'échantillon est constitué de 300 enfants des deux âgés de 6 à 15 ans, fréquentant le collège et Gadiaye et l'école élémentaire Gadiaye1 et résidant de façon continue dans la zone.

III.2.1.2 – Procédure

Après l'accord préalable des autorités administratives et académiques notamment les chefs d'établissement de l'école primaire Gadiaye 1 et du CEM, nous avons procédé à l'examen clinique bucco-dentaire des enfants qui comprend :

- l'identification de l'enfant,
- l'examen exo buccal,
- l'examen endo buccal,
- l'évaluation de l'état de la fluorose dentaire.

III.3. PLAN D'ANALYSE

La fluorose dentaire est mesurée grâce à l'indice de Dean selon les recommandations de l'OMS (1998) [46]. L'enregistrement de la fluorose est effectuée sur la base des deux dents les plus affectées. S'il y a des doutes, le score le moins élevé est enregistré.

Les codes et critères s'établissent comme suit :

0= Normal : La surface de l'émail est lisse, brillante et d'ordinaire d'un blanc crème clair.

1= Douteuse. La translucidité de l'émail normal présente de légères altérations, pouvant aller de quelques mouchetures blanches à des taches éparses.

2= Très légère. Petites opacités blanches irrégulières disséminées sur la dent, mais ne touchant pas plus de 25% de la face vestibulaire.

3=Légère. L'opacification blanche de l'émail de la dent est plus étendue que pour le code 2, mais elle couvre moins de 50% de la surface de la dent.

4= Modérée. L'émail de la dent présente une usure marquée et il est souvent dénaturé par des taches brunes.

5= Grave. L'émail est très attaqué et l'hypoplasie est si prononcée que la forme générale de la dent peut en être affectée. On observe des zones piquetées et usées et de nombreuses taches brunes ; les dents ont souvent un aspect corrodé.



Figure 5 : Exemples de codage de la fluorose dentaire selon Dean [16]

A : code 0 (normal) ; **B** : code 1 (douteuse) ; **C** : code 2 (très légère) ; **D** : code 3 (légère) ; **E** : code 4 (modérée) ; **F** : code 5 (grave).

La prévalence de la carie dentaire est le rapport entre le nombre d'enfants ayant au moins une dent cariée sur le nombre total d'enfants examinés. Elle est exprimée en pourcentage.

L'indice CAO mixte est la somme des dents cariées (temporaires et permanentes), absentes définitives et obturées (temporaires et définitives).

L'indice CAO mixte moyen est l'indice CAO mixte de l'échantillon, c'est à dire le rapport entre la somme des dents cariées, absentes définitives et obturées sur le nombre total d'enfants.

L'état du parodonte est évalué par le saignement gingival, le tarte, la plaque et les gingivites.

IV- PRESENTATION DES RESULTATS

IV.1- ANALYSE DE L'EAU

- Dosage des Fluorures et des autres ions dans les eaux de puits de Gadiaye par Spectrophotomètre.

Tableau VI : Concentrations des ions dans l'eau de Gadiaye

Concentration ions	Puits 1	Puits 2
pH	7,78	7,63
Nitrates (mg/l)	15,2	59,1
Fluorures (mg/l)	< 0,1	< 0,1
Chlorures (mg/l)	41,17	42,4
Sulfates (mg/l)	3,9	1,1

- Dosage des fluorures dans les eaux de puits de Gadiaye avec les électrodes spécifiques du fluor :

Orion Model 720A pH/ ISE Meter

Orion Fluoride Specific Electrode, Model 9609.

La limite de détection des électrodes est de 0,02 ppm de fluorures et les résultats sont donnés avec ou sans ajustement TISAB II (Total Ionic Strength Adjustment Buffer).

- Sans ajustement TISAB II :

Courbe standard de 0,04 ppm à 0,4 ppm de fluorures

Puits 1 : 0,0436 ppm de fluorures (0,04 ppm)

Puits 2 : 0,0938 ppm de fluorures (0,09 ppm)

- Après ajustement TISAB:

Courbe standard de 0,02 à 0,2 ppm de fluorures

Puits 1 : 0,0278 ppm de fluorures (0,03 ppm)

Puits 2 : 0,0718 ppm de fluorures (0,07 ppm)

Ces analyses successives avec les électrodes spécifiques au fluor Model Orion, en présence ou à l'absence de TISAB, permettent donc de dire que le puits 1 contient entre 0,03 et 0,04 ppm de fluorures et le puits 2 entre 0,07 à 0,09 ppm de fluorures.

IV.2- EXAMEN CLINIQUE BUCCO-DENTAIRE

IV.2.1- SELON L'ECHANTILLON

Nous avons examiné 300 enfants âgés de 6 à 15 ans dont 150 âgés de 6- 8 ans et 150 enfants âgés de 12-15 ans

Ces élèves étaient constitués de 153 garçons (51%) et 147 filles(49%) (figure 6).

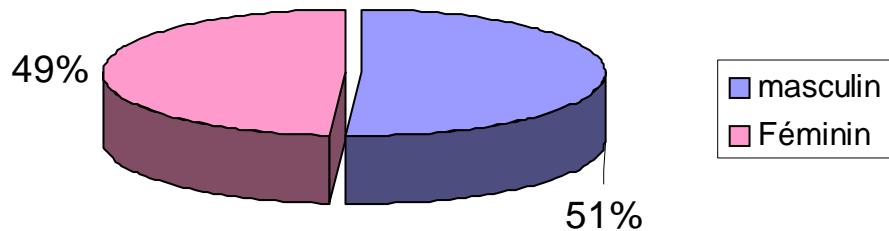


Figure 6 : Répartition selon le sexe

IV.2.2. SELON LA FLUOROSE DENTAIRE

La répartition de la fluorose dentaire chez les enfants âgés de 6 à 8 ans est donnée dans le tableau VII.

Tableau VII : Répartition de la fluorose dentaire chez les enfants de 6-8 ans.

Fluorose dentaire	Effectif	Fréquence (%)
Normale	22	14,66
Douteuse	69	46
Très légère	41	27,33
Légère	14	9,35
Modérée	2	1,33
Grave	2	1,33
Total	150	100

Plus de 85% des enfants présentent une fluorose dentaire. La fluorose modérée à grave représente 2,66% des cas de fluorose

La répartition de la fluorose dentaire chez les enfants de 12-15 ans est donnée dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Répartition de la fluorose dentaire chez les enfants de 12-15 ans

Fluorose dentaire	Effectif	Fréquence (%)
Normale	0	0
Douteuse	4	2,67
Très légère	16	10,67
Légère	57	38
Modérée	47	31,33
Grave	26	17,33
Total	150	100

Tous les enfants présentent une fluorose et la forme modérée à grave représente 48,66 % des cas de fluorose.

IV.2.3. SELON LA CARIE DENTAIRE

- La prévalence de la carie dentaire est de 48,66%
- Le CAO moyen mixte est de 0,52 : 291 enfants soit 97% ont un CAO compris entre 0 et 1 et 9 enfants soit 3% ont un CAO > 1.
- Selon les groupes d'âge, ce CAO moyen mixte est de 0,98 chez les enfants âgés de 6-8 ans et 0,06 chez les enfants âgés de 12-15 ans
- Selon le sexe le CAO moyen mixte est de 0,50 chez les garçons et 0,54 chez les filles.

IV.2.4. SELON LA FLUOROSE ET LA CARIE DENTAIRE

Tableau IX: Fluorose et CAO chez les enfants âgés de 6– 8 ans

Fluorose	CAO			
	0 – 1		Sup à 1	
	Effectifs	%	Effectifs	%
Normale	22	15,60	0	0
douteuse	64	45,39	5	55,55
Très légère	38	26,95	3	33,33
Légère	14	9,92	0	0
Modérée	2	1,41	0	0
Grave	1	0,70	1	11,22
Total	141	100	9	100

Les enfants qui ont un CAO> 1 présentent dans 88,88 % des cas, une fluorose douteuse à légère et ceux qui ont un CAO compris entre 0-1 ne présentent que 72,34% de cas de fluorose douteuse à légère.

Tableau X : Fluorose et CAO chez les enfants âgés 12-15 ans

Fluorose	CAO			
	0 – 1		Sup. à 1	
	Effectifs	%	Effectifs	%
Normale	0	0	0	0
douteuse	4	2,66	0	0
Très légère	16	10,66	0	0
Légère	57	38	0	0
Modérée	47	31,34	0	0
Grave	26	17,34	0	0
Total	150	100	0	0

Aucun enfant de ce groupe n'a un CAO > 1.

Tableau XI : Etat du parodonte chez les enfants de Gadiaye

Etat parodontal	Tranches d'âge			
	6 – 8 ans		12 – 15 ans	
	Effectif	%	Effectif	%
Gencive saine	142	94,66	142	94,66
Saignement	2	1,33	8	5,33
Présence de tartre	74	49,33	53	35,33

V- COMMENTAIRES ET DISCUSSION

V.1. SELON LA SITUATION SOCIO-DEMOGRAPHIQUE

Cette étude a été effectuée dans la commune de Gandiaye située dans la zone de fluorose endémique (ZFE) qui regroupe les régions administratives de Kaolack, Fatick et Diourbel. Dans cette zone, comme du reste dans la plupart des zones rurales du Sénégal, les populations s'alimentent en eau principalement à partir des forages. L'eau de ces ouvrages très profonds provient de la nappe maestrichienne très riche en fluor.

Les difficultés techniques qui ont entraîné l'arrêt définitif du forage en 1996 sont le résultat d'un manque d'entretien et de problèmes financiers, notamment l'achat de pièces de rechange financées par les populations de la localité. Pour palier ce déficit en eau, les autorités ont dû creuser de nombreux puits dont ceux du CEM et de l'école élémentaire où nous avons effectué nos prélèvements.

Notre population d'étude est constituée de 300 enfants. C'est un échantillon de convenance qui permet cependant d'avoir des résultats significatifs. Il s'y ajoute que l'enquête a été effectuée en fin d'année scolaire, après la période des compositions et seuls les élèves des classes d'examen continuaient de venir assister régulièrement aux cours, les autres ayant déjà rejoint les villages.

Il était donc difficile de constituer un échantillon plus important. Cependant, l'ensemble de ces enfants sont nés dans la zone de Gadiaye et y ont vécu de façon continue en consommant régulièrement, soit l'eau du forage pour ceux âgés de 12 ans et plus, soit l'eau des puits pour ceux âgés de 6- 8 ans.

La durée de fonctionnement du forage (14 ans) d'une part et le temps entre son arrêt et notre étude (6 ans) d'autre part, sont assez importants pour permettre d'observer les effets de l'eau hyperfluorée du forage et celle moins fluorée des puits sur les tissus dentaires des enfants.

V.2. SELON LA FLUOROSE DENTAIRE

L'organisation Mondiale de la Santé (OMS) a défini la dose optimale de fluor dans l'eau de boisson. Cette dose est celle qu'un individu peut ingérer quotidiennement, en fonction de son âge sans courir le risque d'une intoxication chronique dont la première manifestation est la fluorose dentaire [25].

Elle varie en fonction de la température et de l'altitude. Selon les régions, l'OMS a fixé cette dose entre 0,7mgF/l et 1,2mgF/l [66].

Au Sénégal la dose optimale de fluor dans l'eau de boisson déterminée par Yam et coll. est de 0,8mg/l [69].

La fluorose dentaire est un trouble de la minéralisation des dents. C'est le résultat de l'exposition prolongée des tissus dentaires à de fortes concentrations de fluor durant le développement des dents. De nombreuses études ont démontré l'association entre le degré de fluorose et la quantité de fluor dans l'eau de boissons [8,9,23,29,34,37,54,69].

Les prélèvements d'eau effectués en 1994 à Gadiaye au niveau du forage avant son arrêt ont révélé des concentrations de fluor de 2,860mg/l [68] et ceux effectués en 2002 dans les puits ont donné des concentrations allant de 0,03mg/l à 0,09mg/l.

Ces résultats confirment ceux des travaux antérieurs dans la ZFE qui ont montré que la nappe phréatique était pauvre en fluor contrairement à la nappe maestrichienne qui présente des concentrations de fluor qui vont de 1 à 6 mg/l et pouvant atteindre 9,5mg/l par endroits [62,69,68,18].

Cette enquête est un exemple "d'épidémiologie opportuniste" car n'eut été la panne puis l'arrêt définitif du forage, ses conséquences sur les dents n'auraient pas pu être étudiées sur une période aussi longue. Burt et coll. ont utilisé ce terme pour qualifier leur étude lors de l'arrêt accidentel du système de fluoration de l'eau de boisson de la ville de Durham en Caroline du Nord [8].

A la différence des autres études "d'épidémiologie opportuniste", Gadiaye présente quelques particularités :l'eau du forage était naturellement hyperfluorée, elle a été remplacée par celle des puits pauvre en fluor et il n'y a pas d'autres apports fluorés organisés (pâtes dentifrices, comprimés, bains de bouche...). Les précédentes études ont profité des changements inattendus du niveau connu et contrôlé du fluor contenu dans l'eau de distribution [33,59].

Nous avons observé à Gadiaye une baisse de la prévalence de la fluorose qui, de 100% chez les enfants de 12-15 ans (tableau VII) est passée à 85,34 % chez les enfants de 6-8 ans (tableau VI).

Les concentrations de fluor sont passées de 2,86mg/l à 0,03 à 0,09mg/l. De plus, les enfants âgés de 6-8 ans présentent une fluorose moins sévère que ceux âgés de 12-15 ans.

Ces résultats confirment les travaux de Evan et Stamm [24] pour qui une réduction faible mais permanente du niveau de fluoruration de l'eau de 1 mg/l à 0,7mg/ conduirait à une réduction de la prévalence de la fluorose et à sa sévérité. Ils correspondent aussi à ceux de Yam et coll. [68] qui ont montré que la prévalence et la sévérité de la fluorose augmentait avec la concentration du fluor dans l'eau.

Chez les enfants âgés de 6-8ans qui ont donc consommé une eau dont la concentration en fluor est pauvre (0,03 à 0,09mg/l) nous observons une fluorose avec cependant 15 % d'enfants indemnes (tableau VI).

Il faut noter que cette fluorose était douteuse à légère dans plus de 80% des cas (tableau VII). Ceci pose le problème des puits qui sont creusés à coté des forages et qui, à cause de la sécheresse de ces 30 dernières années sont de plus en plus profonds. Il n'y a pas d'autres sources additionnelles de fluor dans la zone qui pourraient expliquer ce phénomène, mis à part l'eau des puits.

Des résultats similaires ont été trouvés dans beaucoup d'études en Afrique qui ont montré une fluorose dentaire dans des zones où l'eau de boisson était pauvre en fluor [32,45,54].

Burt et coll. ont trouvé une prévalence de la fluorose dentaire de 44% chez des enfants âgés de 4-5 ans [8]. L'eau était fluorée à 1ppm (1mg/l) et pendant l'arrêt de 11mois, la concentration était tombée à 0 ppm. Selon ces auteurs, la fluorose dentaire est sensible à des changements même mineurs de l'exposition aux fluorures contenus dans l'eau de boisson.

Il faut cependant noter que les enfants continuaient d'utiliser une supplémentation fluorée notamment des pâtes dentifrices fluorées qui ont été donc incriminées dans la survenue de cette fluorose.

V.3. SELON LA FLUOROSE, LA CARIE DENTAIRE ET L'ETAT PARODONTAL

Les travaux de Dean et coll. aux USA ont été à la base des études qui ont permis de démontrer le rôle carioprotecteur d'une dose optimale du fluor dans l'eau de boisson [16]. Ces travaux ont montré qu'il y a une relation inverse entre la concentration du fluor dans l'eau de boisson et la prévalence de la carie.

A partir des nombreuses publications portant sur le fluor, il est établi que le niveau du fluor dans l'émail, les caries et la fluorose dentaire varient d'une population à une autre [7,19,29,54]. Ces variations seraient liées à l'ingestion quotidienne de fluor, à son administration par voie topique ou systémique, au niveau socio-économique, au climat, à la température et à l'altitude [29,54].

Nous avons observé une faible prévalence de la carie dentaire chez les enfants de Gadiaye (48,6%) qui n'est pas en rapport avec le sexe. Le CAO moyen est de 0, 98 chez les enfants de 6-8ans et 0,066 chez ceux âgés de 12-15 ans.

Ces observations montrent une relation inverse entre la concentration de l'eau en fluor et la carie dentaire d'une part et entre la sévérité de la fluorose et la carie d'autre part (tableaux IX et X). Elles confirment surtout l'effet carioprotecteur du fluor ; en effet 97% des enfants ont moins d'une dent cariée et des études antérieures effectuées dans d'autres parties de la zone de fluorose endémique ont montré une tendance similaire [20,26,69].

Enfin la prévalence de la carie et le CAO des enfants de Gadiaye qui sont inférieurs à ceux trouvés lors des différents travaux sur la carie au Sénégal dans des zones où l'eau n'était pas très fluorée et qui ont relaté des prévalences allant de 70 à 86% et un CAO moyen de 3 à 6, vont dans le même sens que nos résultats [31,35,70].

L'examen de l'hygiène bucco-dentaire des enfants à travers leur état gingival et parodontal (présence de tartre) ne montre pas de différence entre les deux groupes d'enfants (Tableau XI). Il traduit un bon état parodontal avec dans les deux groupes, une gencive saine chez 95% des enfants.

On observe cependant que la moitié des enfants présente du tartre surtout au niveau du bloc incisif inférieur. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que ces enfants vivent dans une zone pauvre en structures sanitaires où aucune action de prévention ou d'éducation sur la santé bucco-dentaire n'a jamais été menée. Les habitudes d'hygiène bucco-dentaire se résument souvent à l'utilisation de bâtonnets cure-dents.

Le type d'alimentation et les habitudes d'hygiène bucco-dentaires étant identiques, le seul facteur pouvant expliquer la faible prévalence de la carie dentaire chez les enfants de Gadiaye est la présence de fluor dans l'eau de boisson.

Cette affirmation pourrait paraître surprenant chez les enfants de

6 – 8 ans qui ont consommé régulièrement une eau de puits dont la teneur en fluor est en deçà de la dose optimale (1ppm). Ces enfants présentent malgré cela une fluorose dentaire modérée. On pourrait évoquer l'association des facteurs climatiques (températures moyennes assez élevées), géographiques (ZFE) pour expliquer ces résultats.

En effet des travaux ont montré que l'effet carioprotecteur du fluor persistait après arrêt de la fluororation de l'eau de boisson et pourrait se traduire pour une diminution importante de la prévalence et de l'expérience de la carie [8,34].

Ces résultats pourraient être confirmés par des études qui concerneraient les enfants nés après l'arrêt du forage mais que l'on diviserait par tranches d'âge et chaque cohorte serait ainsi suivie sur plusieurs années.

L'association entre la fluorose et la baisse de la prévalence de la carie a été retrouvée dans des études effectuées dans la zone de la rift vallée, au Soudan [32] au Kenya [45] en Tanzanie [3] et en Ouganda. De pareilles associations ont été aussi retrouvées dans d'autres pays d'Afrique comme le Nigeria [23] et l'Afrique du Sud [29].

Dans les pays développés cet effet protecteur a été largement utilisé et cela a abouti à des politiques de fluororation des eaux qui ont permis une réduction très notable de la prévalence des caries [9, 34,38]. Les cas de fluoroses observés dans la plupart de ces pays sont dus à l'association entre la fluororation de l'eau et d'autres supplémentations fluorées telles que les pâtes dentifrices, les bains de bouche les comprimés et actes professionnels (vernis fluorés, applications topiques).

Il y a cependant dans certains pays comme la Norvège une forte concentration de fluor dans l'eau de boisson et l'utilisation concomitante de pâtes dentifrices fluorées aboutit souvent à des fluoroses [5, 65].

Les fluoroses consécutives à la supplémentation sont à dominantes légères à modérées contrairement à ce que nous avons observé dans notre étude et dans toute la zone de fluorose endémique où la fluorose est à dominante modérée à sévère [20,70] et où la source principale d'apport fluoré est l'eau de boisson.

CONCLUSION

Nous avons effectué cette étude à Gadiaye, localité située dans la région de Kaolack et donc dans la zone de fluorose endémique qui regroupe les régions administratives de Kaolack, Fatick et Diourbel. Dans cette ville, le forage dont l'eau était hyperfluorée est en panne depuis 1996 et les populations s'alimentent en eau à partir de puits.

Cette étude avait pour buts d'évaluer la fluorose dentaire chez des enfants qui ont consommé l'eau du forage et ceux qui ont consommé l'eau de puits et de déterminer la relation entre la fluorose et la carie dentaire dans les deux groupes.

Elle a eu lieu en 2002 et 2003 et a porté sur 300 enfants des deux sexes, âgés de 6 à 15 ans, nés dans la zone, y vivant depuis de façon continue et fréquentant l'école primaire Gadiaye 1 et le CEM.

Ces enfants étaient divisés en deux groupes : 150 enfants âgés de 6-8 ans nés après l'arrêt du forage et 150 enfants âgés de 12-15 ans nés avant arrêt du forage.

L'eau du forage avait été dosée dans une étude antérieure et sa concentration en fluor était de 2,860mg/l. Nous avons recueilli et dosée l'eau du puits situé dans le CEM et celui à côté de l'école élémentaire où les enfants s'alimentent en eau et où les population s'alimentent aussi. Les résultats ont montré une concentration en fluor de 0,03 à 0,09mg/l dans les puits.

Le bilan de la fluorose a montré que :

- Plus de 85% des enfants âgés de 6-8 ans présentent une fluorose dentaire. La fluorose modérée à grave représente 2,66% des cas de fluorose
- Tous les enfants âgés de 12-15 ans présentent une fluorose et la forme modérée à grave représente 48,66 % des cas de

fluorose.

► La prévalence de la carie dentaire est de 48,66%
► Le CAO moyen mixte est de 0,52 : 291 enfants soit 97% ont un CAO compris entre 0 et 1 et 9 enfants soit 3% ont un CAO > 1.

► Selon les groupes d'âge :

Le CAO moyen mixte est de 0,98 chez les enfants âgés de 6-8 ans et il est de 0,06 chez les enfants âgés de 12-15 ans

► Selon le sexe le CAO moyen mixte est de 0,50 chez les garçons et 0,54 chez les filles.

Cette étude a montré que dans la commune de Gadiaye située dans la zone de fluorose endémique, la prévalence de la carie dentaire est très faible. Elle confirme le rôle carioprotecteur du fluor lorsqu'il est consommé selon une dose optimale. Elle pose enfin le problème de la défluoration des eaux dans la zone de fluorose endémique car la fluorose dentaire est un véritable problème de santé dans cette zone.

REFERENCES

1 – ANGMAR B, WHITFORDG M.

Environmental and physiological factors affecting dental fluorosis.
J. Dent. Res, 1990 ; 69 : 706 – 713.

2- AOBAT, FEJERSKOW O.

Dental fluorosis : chemistry and biology.
Crit. Rev. Oral Biol. Med, 2002 ; 13(2) : 155-170.

3- AWADIA A K.

An attemp to explain why Tanzanian children drinking water containing 0,2 or 3,6 mg fluoride per liter exhibit a similar level of dental fluorosis.

Ciln. Oral Invest, 2000 ; 4 : 238 – 244.

4 – AWADIA A K, HAUGE JORDEN O, BJORVATU K, BIRKELAND J M.

Vegetarianism and dental fluorosis among children in a high fluoride area of northern Tanzania.
Int. J. Paed. Dent, 2001 ; 9 : 3 –11.

5 – BARDSEN A, BJORVATN K.

Risk periods in the development of dental fluorosis.
Ciln. Oral Invest, 1998 ; 2 : 155 –160.

6 – BARDSEN A, KLACK K S, BJORVATIN K.

Dental fluorosis among persons exposed to high and low fluoride drinking water in western Norway.
Com. Dent. Oral Epidemiol, 1999, 27 : 259 – 67.

7 – BURT B A.

Dental practice and the community.
Philadelphia, 1992.

8 – BURT B A, KEELS A, HELLER K E.

The effect of a break in water fluoridation on the development of dental caries and fluorosis.

J. Dent. Res, 2000 ; 79 : 761 – 769.

9 – BURT B A, KEELS A, HELLER K E.

Fluorosis development in seven age cohorts after an 11 month break in water fluoridation.

J. Dent. Res, 2003 ; 82 : 64 – 68.

10 – BOTTENBERG P, DECLERK D, MARTENS L.

Fluorose : diagnostic, détermination du risque et épidémiologie.
Rev.Belge Med. Dent, 2000/4.

11 – CATE J M.

Review on fluoride, with special emphasis on calcium fluoride mechanism in caries prevention.

Eur. J. Oral Sci, 1997 ; 105 : 461 – 465.

12 – CHANTAL N B.

Le fluor dans les eaux du Sénégal.
Thèse Chir. Dent, Dakar, 1988 ; N° 16.

13 – CUTRESS T W.

Differential diagnosis of dental fluorosis.

J. Dent. Res, 1990 ; 69 : 714 – 720.

14 - DAVID G, PENDRYS

The differential diagnosis of fluorosis.

J. Public Health Dent, 1999 ; 59(4) : 235 – 238.

15 – DAVID L.

Avantages et risques liés à la fluoration de l'eau.

Publication, community dental health service research unit.

Faculty of Dentistry, University of Toronto, november 1999.

16 –DEAN HT, ELVOVE E.

Some epidemiological aspects of chronic endemic dental fluorosis.

Am. J. Public Health, 1936 ; 26 : 567-75.

17- DEN BESTEN P K.

Biological mechanism of dental fluorosis relevant to the use of fluoride supplements. 1999.

**18 – DIA Ndiaye M, SIMOUDOU M, SY M H, YAM A A, SOW M,
MIKHAELSEN K.**

Etude épidémiologique d'un foyer de fluorose à Niakhar, Sénégal.

19^{ème} réunion scientifique ADELFI, St Maure France, 28-30

Septembre 1994.

19- DIAWARA C K.

Contribution à l'étude de la rétention du fluor et de métaux lourds en solution par des procédés membranaires de Nanofiltration et d'Ultrafiltration. Application à des eaux de boisson de France et du Sénégal et à des solutions de métaux lourds.

Thèse Doct. d'Etat en Sciences, Dakar, 2004 ; N° 1, 165p.

20- DIOUF Ndiaye M.

Le fluor dans l'eau de boisson consommé au Sénégal.

Thèse Pharm. Dakar, 1994 ; N°4.

21- DROZ D, ROLAND E, PIERSON M.

Le fluor et l'enfant.

Clinic. Pédiatr, 2001 ; 8 : 645 – 654.

22 – EKSTRAND J.

Fluoride metabolism. In : Fluoride in Dentistry. 2nd édition.

Munksgaard, Copenhagen, 1996, 363p.

23- EL NADEEF M, HONKALA E.

Fuorosis in relation to fluoride levels in water in central Nigeria.

Com. Dent. oral Epidémiol, 1998 ; 26 : 26 – 30.

24- EVANS R M, STAMM J W.

Dental fluorosis following downward adjustment of fluoride in drinking water.

J. Pub. Health Dent, 1991; 51 : 91 – 98.

25 – FEJERSKOV O, BELUM V, MANJI F, MLLER I J.

Dental fluorosis : a handbook for health workers.

Copenhagen, 1st edition Munksgaard 1988, 123p.

26- FOFANA L.

Prévalence des affections bucco-dentaires et besoins en traitement chez les enfants scolarisés âgés de 12 ans, dans la commune de Thiadiaye. Mémoire de CES de Santé Publique, Dakar, 2001.

27 – GASSER P.

Surfaces reactions of hydroxyapatite in the presence of fluoride ions.

Colloids Surf, 1994 ; 88 : 157 – 168.

28 – GASSER P.

Role of absorbed fluoride ions on the dissolution of synthetic hydroxyapatite.

Mater Sci, 1995 ; 6 : 105 – 109.

29- GROBLER A, LOUM A J, VAN W, KOTZE T J.

Dental fluorosis and caries experience in relation to three different drinking water fluoride levels in South Africa.

Int. J. Paed. Dent, 2001 ;11 : 372-379.

30- HAÏKEL Y.

Thérapeutique étiopathogénique de la carie dentaire.

Encycl. Méd. Chir, 2001, Odontol. 23-010 – F-10, 11p.

31 – HANNE O.

Etude de la santé bucco-dentaire des enfants scolarisés du projet de développement de l'enfant et de la famille (PDEF / 1367) de Sébikhotane : perspectives de prise en charge.

Thèse Chir. Dent. Dakar, 2002 ; N°3.

32- IBRAHIM Y E, BJORVATU K, BIRKELAND J M.

Caries and dental fluorosis in a 0.25 and a 2.5 ppm fluoride area in the Soudan. Int. J. Paed. Dent, 1997 ; 5 : 161-165.

33- ISHII T, SUCKLING G.

The appearance of tooth enamel in children ingesting water with high fluoride content for a limited period during early tooth development.

J. Dent. Res, 1986 ; 65 : 974-977.

34- KUNTZEL W, FISHER T.

Caries prevalence after cessation of water fluoridation in La Salud, Cuba. Caries Res, 2000 ; 34 : 20 – 25.

35- LO C M, CISSE D, FAYE D, GAYE F, YAM A A.

Etude de la carie dentaire dans les écoles primaires publiques dépendant du centre de santé Nabil Choucair de Dakar, Sénégal. Odonto-Stomatol. Trop, 2001 ; 96 : 9 – 12.

36- LOUM M L.

Décentralisation et développement socio-économique : la gestion des équipements urbain de la commune de Gadiaye.

Rapport de stage, Dakar, 2000.

37 – MANJI F, BAELEM V, FEJERSKOV O.

Dental fluorosis in an area of Kenya with 2 ppm fluoride in the drinking water.

J. Dent. Res, 1986 ; 65 (5) : 659 – 662.

38 – MAUPOME G, CLARK D C, LEVY S M, BERKOWITZ J.

Pattern of dental caries following the cessation of water fluoridation.

Com. Dent. Oral Epidemiol, 2001 ; 29 : 37 – 47.

39 - MASCARENHAS A K.

Risk factors for dental fluorosis : A review of the recent literature.

Paediatr. Dent, 2000 ; 22 : 4.

40 – MAXIME P, RUMEAU M, NDIAYE M, DIOP C M.

Synthèse sur le problème de la fluorose au Sénégal.

Cahier Santé, 1996 ; 6 :(1) ; 27 – 36.

41 – MOUNIR A, DOUMIT A.

Intérêt de la fluoruration des eaux au Liban.

Beyrouth : Université Libanaise, Faculté des Sciences Médicales, 1995 ; 77p.

42 – MURRAY J J.

Le bon usage des fluorures pour la santé de l'homme.

Genève : FDI, OMS, Fondation KELLOG, 1986 ; 129p.

43 – NDIAYE DIA M.

Etude d'un moyen de fluorose dentaire et osseuse au Sénégal :
Village de Ngangarlam.
Thèse Méd , Dakar, 1993 ; N° 4.

44–NDIAYE S.

La fluorose dentaire au Sénégal : répercussion sur l'esthétique,
résultats des méthodes de traitement utilisées.
(A propos de 633 cas en zone endémique et témoin)
Thèse Chir. Dent. Dakar, 1997 ; N° 01.

45- NG'ANG'A P M, VALDERHAUG J.

Prevalence and severity of dental fluorosis in primary schoolchildren
in Nairobi, Kenya.
Com. Dent. Oral Epidemiol, 1993 ; 21 : 15 – 18.

46 – O.M.S

Enquêtes sur la santé bucco-dentaire : Méthode fondamentales,
Geneve, Quatrième édition 1998; 67 p.

47 – POUMIER F.

Dissolution of lysozyme – coated hydroxyapatite.
Colloids Suf, 1996 ; 7 : 1 – 8.

48 – POUMIER F.

Dissolution of synthetic hydroxyapatite in presence of acidic
polypeptides.
Biomed Mater Res, 1999 ; 45 : 92 – 99.

49 – RAOUL A, TOURY J, PERRELOU J.

Premières études sur le foyer de fluorose humaine au Sénégal.
Afr. Méd, 1965 ; 30 : 303 – 330.

50 – RAPHAEL S.

Entre métastase et chrysalide, la genèse d'une commune au Sénégal.

Mémoire de Licence en Géographie, Dakar, 2001.

51 – RIORDAN P.

Dental fluorosis : diagnosis, epidemiology, risk factors and prevention.

Perth Health Department thesis, Bergen Norway, 1994 ; 74p.

52 – RIPA L W.

Utilisation du fluor en dentisterie de prévention.

Montréal : Presse Universitaire, 1989 ; 201-214.

53 – ROBINSON C, KIRHAM J, WEATHERELL J A.

Fluoride in teeth and bone. In : Floride in Dentistry .

Copenhagen, 2nd édition, Munksgaard, 1996 ; 363p.

54- SHELLIS R P, DUCWORTH R M.

Studies on the cariostic mechanisms of fluoride.

Inter. Dent. Jour., 1994 ; 44, 263 – 273.

55- RWENYONI G M, BJORVATN K, BIRKLAND J M, HAUGE JORDEN O.

Altitude as risk indicator of dental fluorosis in children residing in area with 0.5 and 2.5 mg fluoride per litre in drinking water.

Caries Res, 1999 ; 267 - 274

56- SMITH F A, EKSTRAND J.

The occurrence and the chemistry of fluoride .

In Fluoride in dentistry. 2nd édition.

Munksgaard, Copenhagen, 1996, 363p.

57- SOETER OM, REIMANN C, HILMO B O, TANSHANI E.

Chemical composition of hard and softrock groundwater from central Norway with special consideration of fluoride and Norwegian drinking water limits. Environ. Geol, 1995 ; 26 : 247 – 256.

58 - SRIKANTH L.

Fluoride in groundwater in selected villages in Eritrea.

Environ. Monitor. and Assessment, 2002 ; 75 : 169 – 177.

59 – STEPHEN K W, McCALL DR, TULLIS J I.

Caries prevalence in northean Scotland befor, and 5 years after water defluoridation.

Br. Dent. J, 1987 ; 163 : 324 – 326.

60- THYLSTRUP A, FEJERSKOV O.

Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histological changes.

Comm. Dent. Oral Epidemiol, 1978 ; 6 : 315-328.

61– TRAORE C.

Travaux d'aménagement du territoire et gestion urbaine .

Mémoire d'ingénieur à l'ENEA, Dakar, 1999.

62 – TRAVIS Y.

Hydrogéologie et hydrochimie des aquifères du Sénégal.

Hydrochimie du fluor dans les eaux souterraines.

Mémoire Sci. Géologiques, Institut Géol. Strasbourg, 1993, 95 ; 155p.

63 – VAILLANT J M.

Le point sur le fluor et ses applications en odontostomatologie.

Symposium, 1982 ; 199p.

64 – VAN PELENSTERN HELDERMAN W H, MABELYA L, VAN'T HOF M A, KÖNIG K G.

Two types of intra oral distribution of fluoride enamel.

Com. Dent. Oral Epidemiol, 1997 ; 25 : 251 – 255.

65 – WANG N J, GROOPEN A M, OGAARD B.

Risk factors associated with fluorosis in a non-fluoridated population in Norway.

Com. Dent. Oral Epidemiol, 1997 ; 25 : 394 – 401.

66 – WEISH, ELASTRAND Y.

Dental carie : resistance factors fluorides.

CRC Press, 1986 ; 61, 73.

67 – W H O.

Fluorides and oral health. Report of a WHO Expert committee on oral health status and fluoride use.

W.H.O. Technical Report Series, n° 846, 1994 ; 42p.

68 - YAM A A, GUEYE M M, KANE A W, BA I.

New data of dental fluorosis in Sénégal.

Topical Dent. J, 1994 ; 65 : 4 – 9.

69 – YAM A A, DIOUF NDIAYE M, BADIANE S, SAWADOGO G.

Détermination de la dose optimale de fluor dans l'eau de boisson au Sénégal.

Techn. Sciences Meth, 1995 ; 6 : 488 – 490.

70 – YAM A A, BA M, FAYE M, SANE D.

Etude de la carie et de la gingivite chez l'enfant d'âge préscolaire (2–5ans) de la région de Ziguinchor au Sénégal : stratégies de prévention. Dakar Med, 2000 ; 45 : 180 – 185.

71 - YOUSSEF H.

Le Darmous.

Thèse Chir. Dent. : Strasbourg I, 1981 ; n° 49.

INTRODUCTION.....	1
ChAPITRE I : GENERALITES SUR LE FLUOR.....	38
I- Le Fluor.....	38
I.1- Définition	38
I.2. Propriétés physiques	38
I.3- Propriétés chimiques.....	39
I.4- Sources du Fluor.....	39
I.4.1. Les Fluorures dans l'air	40
I.4.2. Le Fluor dans l'eau	40
I.4.3- Les fluorures dans les aliments	41
I.5. Métabolisme du Fluor.....	44
I.6- Toxicité du Fluor chez l'homme.....	46
II- Le Fluor en Odontologie.....	48
II.1- Les fluorures dans les os et les dents	48
II.2- Le pouvoir cario-protecteur du fluor	52
II.3. Mécanisme d'action du fluor.....	52
CHAPITRE II : La fluorose dentaire.....	56
I- Définition	56
II- Historique	56
III- Histopathologie	57
IV- Aspects cliniques et diagnostic de la fluorose dentaire	57
V- Determination de l'importance de la fluorose	59
VI- Les Facteurs de risques	62
VII- Fluorose dentaire en Afrique	63
VIII- La Fluorose dentaire au Sénégal.....	64
IX- Traitement de la fluorose dentaire	67
IX.1- Traitement préventif.....	67
IX.2- Traitement esthétique	68

X- Prévention de la fluorose dentaire et osseuse : la défluororation des eaux	68
X.1- Les procédés chimiques	69
X.1.1- L'échange d'ions	69
X.1.2. L'adsorption	69
X.1.3- La précipitation	69
XI- Les procédés physico-chimiques	69
XI.1- L'électrodialyse	70
XI.2- L'osmose inverse	71
XI.3- La nanofiltration	71
CHAPITRE III : Enquête épidémiologique	73
I- CADRE d'ETUDE	73
I.1- Présentation de Gadiaye	73
I.1.1- Statut	73
I.1.2- Situation géographique, climat	73
I.1.3- Nombre d'habitants, activités, alimentation en eau	74
I.1.4- Situation sanitaire	74
I.1.5- Situation scolaire	74
I.1.6- Lieu de l'enquête	75
II – Objectifs	75
II.1- Objectif général	75
II.2- Objectifs spécifiques	75
II.3- Critères d'inclusion	75
III- MATERIEL ET METHODE	76
III.1- Collecte et analyse de l'eau	76
III.2 – Examen clinique bucco-dentaire	77
III.2.1. Déroulement de l'enquête	78
III.2.1.1 – L'Echantillon	78
III.2.1.2 – Procédure	79

III.3. Plan d'analyse	79
IV- PRESENTATION DES resultats	82
IV.1- Analyse de l'eau	82
IV.2- Examen clinique bucco-dentaire.....	83
IV.2.1- Selon l'échantillon	83
IV.2.2. Selon la fluorose dentaire.....	84
IV.2.3. Selon la carie dentaire.....	85
IV.2.4. Selon la fluorose et la carie dentaire	86
V- COMMENTAIRES ET DISCUSSION.....	88
V.1. Selon la situation socio-démographique	88
V.2. Selon la fluorose dentaire	89
V.3. Selon la fluorose, la carie dentaire et l'etat parodontal	92
CONCLUSION	96
REFERENCES.....	98

NNEXE 1

Les codes et critères de détermination de la fluorose selon DEAN [16].

0= Normal. La surface de l'émail est lisse, brillante et d'ordinaire d'un blanc crème clair.

1= Douteux. La translucidité de l'émail normal présente de légères altérations, pouvant aller de quelques mouchetures blanches à des taches éparses.

2= Très légère. Petites opacités blanches irrégulières disséminées sur la dent, mais ne touchant pas plus de 25% de la face vestibulaire.

3=Légère. L'opacification blanche de l'émail de la dent est plus étendue que pour le code 2, mais elle couvre moins de 50% de la surface de la dent.

4= Modérée. L'émail de la dent présente une usure marquée et il est souvent dénaturé par des taches brunes.

5= Sévère. L'émail est très attaqué et l'hypoplasie est si prononcée que la forme générale de la dent peut en être affectée. On observe des zones piquetées et usées et de nombreuses taches brunes ; les dents ont souvent un aspect corrodé.

(préciser et attribuer des codes) N° ANNEXE2

Nom

Date de naissance

Age (années) Profession CONTRE-INDICATION A L'EXAMI

Sexe (M=1, F=2) Lieu :

Groupe ethnique Milieu :

0 = oui

1 = urbain, 2 = périurbain, 3 = rural

1 = non

MUQUEUSE BUCCALE

ETAT

SITE

0 = aucune anomalie

0 = vermillon de la lèvre

1 = tumeur maligne (cancer de la bouche)

1 = commissures

2 = leucoplasie

2 = lèvres

3 = lichen plan

3 = sillons

4 = ulcération (aphte, herpès, traumatisme)

4 = muqueuse buccale

5 = gingivite ulcéro-nécrotique

5 = plancher buccal

6 = candidose

6 = langue

7 = abcès

7 = palais dur / mou

8 = autre maladie (spécifier, si possible)

8 = crêtes alvéolaires / gencives

9 = données non enregistrée

9 = donnée non enregistrée

ETAT DU PARODONTE (CPI)

FLUOROSE DENTAIRE

17/16

11 26/27

0 = dent

saine

0 = normal

1 = douteuse

2 = très légère

3 = légère

4 = modéré

5 = grave

8 = non prise en compte

9 = donnée non enregistrée

31 36/37

3* = cul de sac de 4-5 mm (bande noire

de la sonde partiellement visible)

4* = cul de sac de 6 mm (bande noire

de la sonde invisible)

x = sextant non pris en compte

9 = donnée non enregistrée

* = donnée non enregistrée chez les moins de 15

ans.

