

Odontologie pédiatrique

Le fluor

Cour destiné aux étudiants de 5^{ème} Année P

Plan :

- Introduction

I- Définition

II- Les propriétés physico-chimiques du fluor

III- Métabolisme du fluor

IV- Mécanismes d'action des fluorures

V - Effets du fluor :

V-1- Pendant la phase de formation et de maturation pré éruptive :

Effets du fluor sur l'émail :

1* Fluor et prolifération des améloblastes :

2* Fluor et fonction des améloblastes :

3* Concentration du fluor dans l'émail :

4* Rôle du fluor incorporé dans l'émail pendant l'amélogénèse en cario-prophylaxie :

Effets du fluor sur la dentine :

A- Effets sur la structure

B- Effets sur les composants

C- Effets sur les propriétés

V-2- Après éruption de la dent :

**Phase de maturation précoce post-éruptive ;

** Phase de maturation tardive

VI- Les sources du fluor :

VI-1- Les sources naturelles :

VI-2- Les sources thérapeutiques :

2-1- Fluor systémique :

2-2- Fluor topique :

VII- Toxicologie du fluor :

1- Intoxication aiguë :

2- Intoxication chronique « La fluorose »

VIII- Recommandations d'utilisation de fluorures de l'ANSM (2009)

- Conclusion :

- Introduction :

Le fluor joue un rôle primordial dans la prévention de la carie dentaire. Leur usage, topique et/ou systémique, doit être modulé en fonction du risque carieux. Toute prescription de fluor médicamenteux doit être précédée d'un bilan personnalisé des apports journaliers en fluor, pour éviter les intoxications.

I- Définitions :

Le fluor : est un élément chimique de symbole « F » de numéro atomique 9. Il s'agit du premier élément de la famille des halogènes. Dans les conditions normales de pression et de température : c'est un gaz de couleur jaune-verdâtre, dont l'odeur est très forte.

Le Fluorure est le composé binaire du fluor avec un autre élément.

II- Les propriétés physico-chimiques du fluor :

- C'est le premier halogène du tableau périodique de **D I Mendeleïev**;
- C'est le plus électronégatif et le plus réactif des éléments chimiques, il est généralement lié à d'autres éléments ;
- La haute densité de charge électronégative confère une réactivité chimique exceptionnelle aux fluorures.
- L'état ionique (F⁻) ion fluorure : le plus petit anion ce qui explique sa forte capacité de liaison avec d'autres molécules.
- Les tissus minéralisés ont la plus forte affinité pour les fluorures.
- La concentration moyenne est 2 à 3 fois plus élevée dans la dentine que dans l'émail. Elle est plus élevée en surface qu'en profondeur.
- Sa concentration augmente avec l'âge.

III- Métabolisme du fluor : son ingestion sera suivie par des phases métaboliques, à savoir :

- L'absorption
- La distribution et la diffusion dans l'organisme
- L'excrétion

Ces étapes intéressent successivement les compartiments de l'organisme au sein desquels le fluor transite :

- * La cavité buccale
- * Le tractus gastro-intestinal
- * Le plasma
- * Les fluides tissulaires
- * Les tissus minéralisés
- * Les reins, les glandes salivaires, la sueur et les fèces.

➤ **Absorption du fluor :**

- Après l'ingestion, la majeure partie du fluor est absorbée au niveau du tractus digestif d'où elle passera dans la circulation sanguine, puis sera distribuée dans les différents tissus.
- Cette phase marquée par l'élévation brusque du taux de fluor dans le plasma, suit immédiatement l'ingestion et reflète l'absorption rapide du fluor au niveau du tractus gastro-intestinal et son passage dans le plasma.

➤ **Distribution et diffusion du fluor dans l'organisme :**

- Après l'absorption, le fluor va être véhiculé par la voie plasmatique, ensuite distribué dans les différents tissus de l'organisme, ce qui explique la diminution du taux de fluor dans le plasma.

- En raison de la grande affinité pour le calcium, le fluor est rapidement capté par le squelette et par les dents en voie de minéralisation.
- Le fluor traverse le placenta et passe dans la circulation fœtale, par contre leur passage dans le lait maternel est quasi inexistant.

➤ **Excrétion du fluor :**

- La voie rénale est la voie majeure et principale d'excrétion du fluor. Sa concentration dans le filtrat glomérulaire sera approximativement proportionnelle à sa concentration dans le plasma.
- Le dosage du fluor dans l'urine est un bon indicateur du dosage du fluor ingéré.

IV- Mécanismes d'action des fluorures :

Les principaux mécanismes d'action suggérés se résument essentiellement dans l'action de reminéralisation et l'action antibactérienne

****Ils limitent la déminéralisation et favorisent la reminéralisation:**

Action du fluor sur la déminéralisation de l'émail :

- L'émail, en présence de fluor, est moins vulnérable à l'attaque acide. Cette résistance est due :

* Soit à la transformation de l'hydroxyapatite en fluoroapatite (grande stabilité, donc une plus grande résistance à l'attaque acide) selon la réaction suivante :



* Soit par précipitation à la surface de l'émail de fluorure de calcium qui protège l'hydroxyapatite sous-jacente de l'attaque acide.

Action du fluor sur la reminéralisation de l'émail :

Au cours de la phase de reminéralisation, les ions fluorures peuvent s'insérer dans les cristaux en cours de reformation de la surface et de la sub-surface de l'émail contribuant à la formation de cristaux enrichis en hydroxyapatite fluorée.

À plus forte concentration, les ions fluorures peuvent également précipiter sous la forme de microcristaux très labiles de fluorure de calcium (CaF₂), de façon préférentielle sur les surfaces dentaires déminéralisées mais aussi sur les surfaces dentaires saines, les muqueuses et au sein de la plaque. La formation de CaF₂ constitue une réserve de fluorures immédiatement disponibles lors des chutes de pH. En effet, ces cristaux, petits granules de taille inférieure à 1 µm, relativement stables à pH neutre, se dissocient à pH acide, libérant des ions fluorures et calcium.

****Ils inhibent le métabolisme des bactéries cariogènes:**

1- Fluor et croissance bactérienne :

Le fluor est toxique pour la plupart des bactéries de la cavité buccale.

* Cette toxicité s'exprime à des degrés différents :

- Mort bactérienne
- Ralentissement de la croissance bactérienne
- Inhibition du métabolisme bactérien

* Elle dépend de :

- Degrés de résistance naturelle de la bactérie au fluor (caractéristique spécifique sous contrôle génétique)

Ex : *S. mutans* 20 à 40 fois plus sensibles que les lactobacilles.

- Concentration de fluor dans le milieu : PH du milieu \searrow Sensibilité bactérienne au fluor \nearrow
- Présence d'un ion métallique : l'étain : le fluorure d'étain est plus toxique pour les *S. mutans* que le fluorure de sodium.

*Le processus d'inhibition de la croissance bactérienne par le fluor est inconnu, il est vraisemblablement en relation avec l'inhibition du métabolisme énergétique et des activités de biosynthèse de la bactérie par le fluor.

2- Adaptation bactérienne au fluor :

- Les bactéries peuvent s'adapter et conserver leur taux de croissance en présence de concentrations de fluor auxquelles elles sont sensibles.
- C'est une adaptation phénotypique, qui disparaît en absence de fluor.
- L'observation de souches bactériennes résistantes au fluor avec un potentiel pathogène augmenté est exceptionnelle.

3- Fluor et glycolyse :

- Le fluor inhibe l'activité de l'**énolase** qui au cours de la glycolyse convertit le 2-phosphoglycérate en P-enolpyruvate, et bloque donc la production d'acides.
- L'activité de l'énolase requiert l'ion Mg^{++} , le complexe F/Mg, probablement en association avec du phosphate, élimine l'ion Mg^{++} du site catalytique inhibant ainsi l'activité enzymatique de l'énolase.
- Le contenu cellulaire en ATP est également réduit, reflétant en partie la réduction de la transformation du PEP par l'intermédiaire de la pyruvate-kinase.

4- Fluor et transport bactérien des glucides :

* Au niveau du système phosphotransphérase PTS :

L'inhibition de l'énolase par le fluor est responsable de la réduction du PEP qui se répercute aussi au niveau du transport des glucides.

* Au niveau du système force motrice par proton :

Le fluor interfère avec ce système parce que le passage de HF dans la bactérie suivi de sa dissociation en H^+ et F^- entraîne une diminution du gradient PH transmembranaire.

* Au niveau de la pompe H^+ / ATPase :

Le fluor inhibe la pompe H^+ /ATPase et déstabilise le PH cytoplasmique de la bactérie.

Cette déstabilisation du PH cytoplasmique perturbe le métabolisme bactérien ainsi que le gradient PH transmembranaire, donc le transport des glucides associé au gradient protonique.

** Le fluor par son action directe ou indirecte d'une part sur **les processus de transport et d'incorporation intrabactériens des glucides** et d'autre part sur **la glycolyse bactérienne**, réduit la production d'acides par les bactéries cariogènes de la plaque dentaire.

V - Effets du fluor :

V-1- Pendant la phase de formation et de maturation pré-éruptive:

**Effets du fluor sur l'émail :

1* Fluor et prolifération des améloblastes :

- Les concentrations de fluor, physiologiquement acceptables, ne modifient pas les mitoses cellulaires des futurs améloblastes, et n'interfèrent pas avec la différenciation des cellules de la couche interne de l'organe de l'émail en améloblastes.
- Cependant, des concentrations plus importantes de fluor modifient le stade tardif du cycle de différenciation des améloblastes.

2* Fluor et fonction des améloblastes :

• Fluor et synthèse des protéines matricielles par les améloblastes :

Une concentration importante de fluor peut ralentir la synthèse des protéines par les améloblastes par l'inhibition de l'incorporation des acides aminés via ATP ase.

• Fluor et minéralisation de la matrice de l'émail :

A/ Pendant la phase sécrétoire :

- Le fluor peut se fixer très rapidement aux petites cristallites du premier stade de minéralisation, et modifier la croissance des cristaux, entraînant une hyper minéralisation irréversible.
- Un excès de fluor peut inhiber le dépôt de minéral, mais d'une façon réversible.

B/ Au cours de la maturation post-sécrétoire :

- L'élimination des protéines matricielles, induit des porosités dans l'émail immature.
- Lorsque la fluorémie est adéquate, le fluor s'incorpore dans ces porosités permettant la formation et la croissance de cristaux au sein de la matrice de l'émail.
- La concentration de fluor diminue au niveau de l'émail, au fur et à mesure que la minéralisation augmente.
- Des doses excessives à ce stade de l'amélogénèse, inhibant l'élimination des protéines matricielles, perturbent la minéralisation de l'émail, et entraînent des lésions hypominéralisées caractéristiques de l'émail fluorotique.

3* Concentration de fluor dans l'émail :

- Que ce soit l'émail d'une dent temporaire ou d'une dent permanente, la concentration du fluor est toujours plus importante dans la couche externe qu'au niveau de la région interne.
- **La concentration de fluor au niveau de la région interne :** reflète les quantités de fluor ingérées pendant l'amélogénèse, donc la fluorémie du sujet.
- **La concentration de fluor dans la couche externe :** reflète non seulement les quantités de fluor ingérées pendant l'amélogénèse, mais également le taux de fluor du milieu buccal qui est au contact de la surface de l'émail, lorsque la dent est sur l'arcade.
- La consommation de fluor pendant l'amélogénèse, couplée à l'apport de topiques fluorés sur les surfaces des dents, n'augmente pas de façon significative le taux de fluor dans la région interne. Par contre, elle augmente de façon significative celui de la couche externe qui devient très riche en fluor.

4* Rôle du fluor incorporé dans l'émail pendant l'amélogénèse en cario-prophylaxie :

- Les fluorures auraient une efficacité supérieure lorsqu'ils sont administrés par voie topique en période post-éruptive précoce en comparaison avec leurs effets en période pré-éruptive (action par voie systémique essentiellement).
- Les fluorures administrés par voie systémique sont essentiellement incorporés à l'os.

- C'est la conjonction du fluor pré-éruptif et du fluor topique post-éruptif, qui peut assurer une prévention optimale des caries dentaires.

*****Effets du fluor sur la dentine :**

- L'effet du fluor sur la dentine n'est détectable qu'à des concentrations beaucoup plus importantes que celles requises pour l'émail.

A- Effets sur la structure :

La dentine présente des changements histologiques (augmentation de la taille des tubuli) dans le cas de fluorose sévère, à des concentrations en fluor plus élevées que celles de l'émail.

B- Effets sur les composants :

- Le fluor ne provoque pas d'altérations du composant extracellulaire majoritaire de la dentine : le collagène de type I. Par contre, des changements spécifiques au niveau des composants non-collagéniques apparaissent :

* Les phosphoprotéines dentinaires (phosphophorine) présentent des poids moléculaires inférieurs.

* Des enzymes présentes lors de la dentinogénèse (la caséine kinase II et la phosphatase alcaline) sont inhibées par le fluor.

* Les glycosaminoglycannes (GAG) apparaissent plus petites et plus anioniques.

C- Effets sur les propriétés :

- L'étude de Vieira 2006 montre que le module d'élasticité est affectée par la concentration en fluor de la dent.

- La capacité de résistance de la dent aux forces de mastication est réduite en fonction de la concentration en fluor de la dent.

- Le facteur environnemental seul (concentration en fluor de la dent) joue un rôle sur les propriétés mécaniques (microdureté) et matérielles (minéralisation).

V-2- Effets du fluor après éruption de la dent :

*L'émail post-éruptif est exposé au milieu buccal (salive, aliments et plaque bactérienne).

****Phase de maturation précoce post-éruptive (2 ans après l'éruption) :** La formation de l'émail est pratiquement achevée après l'éruption de la dent. Cependant, sa surface est immature et poreuse, donc cario susceptible.

Cette phase correspond à une alternance de phases de déminéralisations et de reprécipitations qui vont remanier surface et sub-surface de l'émail.

****Phase de maturation tardive :** où des remaniements se produisent toujours dans un contexte de phases alternées de déminéralisations brèves et de reminéralisations prolongées (imprégnations salivaires, apports d'ions minéraux, dont les fluorures).

****Ces formations sont instables dans le temps et l'apport en fluor doit être renouvelé pour apporter des effets bénéfiques en termes de résistance à la carie.**

****Lorsque les apports topiques fluorés sont réguliers, la salive d'une part, la plaque dentaire et les muqueuses buccales d'autre part se chargent en ions fluorures. Ils constituent alors un véritable réservoir d'ions fluorures à proximité des surfaces amélares.**

VI- Les sources du fluor :

VI-1- Les sources naturelles :

1-1- Les sols :

Les principaux minerais contenant du fluor sont :

* La fluorine * La cryolite ou fluoro-aluminate de sodium * La fluoroapatite * Les phosphates

1-2- L'atmosphère :

Des poussières riches en particules de fluor circulent dans l'atmosphère, véhiculées par les vents. Elles proviennent des couches superficielles des sols, ou de la pollution industrielle ou minière.

1-3- Les eaux naturelles : Source majeure de fluorures.

Ces derniers proviennent essentiellement de la dissolution des roches ou des sols parcourus par les eaux. La concentration de fluorures dans les eaux naturelles varie de manière importante en fonction des conditions géologiques et des facteurs d'environnement.

1-4- Les aliments :

On trouve des traces de fluor dans pratiquement tous les aliments à des doses variables.

Le poisson fait partie des aliments les plus riches en fluor, avec une moyenne de 2,118 mg/kg.

Le thé noir possède le contenu le plus élevé en fluor des thés constitués de feuilles.

VI-2- Les sources thérapeutiques : ayant pour but la prévention de la carie dentaire :

2-1- Fluor systémique :

A- Fluoration des eaux de distribution :

- Le taux optimum qui assure une bonne prévention de la carie et qui garantit la sécurité des risques toxicologiques est de 0,5 à 1mg/L

- La teneur maximale en fluor autorisée dans les eaux de distribution est de 1,5mg/L

B- Eaux embouteillées :

- L'ANSM a fixé une teneur en fluor en dessous de laquelle les nourrissons et les enfants peuvent boire ces eaux sans risque de fluorose :

* 0,5 mg/L sans supplémentation fluorée

* 0,3 mg/L dans le cas contraire

C- Sel de cuisine fluoré :

- Moyen fiable, bon marché et stable ; il est dosé à 250 mg de fluorure de potassium.

- La consommation du sel peut être recommandée après l'âge de 2 ans, en relais des comprimés, si la concentration de l'eau de boisson est inférieure à 0,3 ppm. Elle permet un apport quotidien de 0,25 mg/j de fluor chez un enfant de 10 à 20 Kg (ANSM 2007).

D- Lait fluoré :

La consommation de lait fluoré peut représenter une mesure de supplémentation d'un bon rapport cout/efficacité. Le nombre d'études est insuffisant pour confirmer un haut niveau de preuve.

E- Gouttes et comprimés :

- Elle s'adresse aux enfants à RCI élevé et/ou ayant des difficultés de brossage, après un bilan fluoré et avec les recommandations précises de l'ANSM.

- Si le choix se porte sur les comprimés, il est demandé de les sucer pour bénéficier de l'effet topique.

Selon l'OMS, le dosage doit tenir compte du poids de l'enfant ($\leq 0,05$ mg /Kg) :
0,25mg de 6mois à 3ans, 0,5mg de 3 à 6ans et 1mg après 6ans si l'eau de boisson contient $<$ de 0,3ppm.

F- Dentifrice ingéré :

Plus l'enfant est jeune, plus il déglutit de dentifrice fluoré lors du brossage :
50% entre 2 et 4ans, 30 % entre 4 et 6ans et 10% après 6ans (ANSM 2010).

2-2- Fluor topique :

A- Dentifrices : la forme topique la plus employée.

- C'est l'une des mesures les plus efficaces contre la carie avec un haut niveau de preuve. Ils sont indiqués pour tous les enfants à risque carieux faible ou élevé.

* Dentifrices **médicamenteux** : soumis à l'autorisation de mise sur le marché (AMM) et vendus uniquement en pharmacie (>1500 ppm= **1500mg/Kg**)

* Produits **d'hygiène et cosmétiques** commercialisés en grande surface (<1500 ppm)

- Le choix de la concentration du dentifrice doit être modulé en fonction de l'âge de l'enfant, et du niveau du RC afin d'atteindre un rapport bénéfice/risque optimal.

B- Vernis :

Les seuls topiques fluorés à usage exclusivement professionnel, indiqués en cas de risque carieux élevé. Ils présentent des qualités très intéressantes :

* Des propriétés physico-chimiques d'adhérence qui permet de prolonger la durée de contact des fluorures avec les surfaces dentaires.

* Une concentration élevée, ce qui aboutit à la formation d'importants réservoirs de fluorures de calcium à la surface amélaire.

- mode d'application :

* Un nettoyage prophylactique doit précéder leur application ;

* Laisser sécher à l'abri de la salive ;

* Le patient est prévenu de ne pas boire ni manger pendant les 4heures et de ne pas se brosser les dents le jour même de l'application afin de laisser les fluorures de calcium précipiter le plus longtemps possible au contact de l'émail.

- Le rythme des applications :

* En denture temporaire : 2 applications par an sont plus efficaces qu'une seule application

* En denture permanente : 2 applications par an (une fois tous les six mois)

- Les vernis fluorés sont faciles à utiliser et rapides à appliquer.

- Ils nécessitent peu de matériel et une préparation des dents rapide. Son adhérence à la surface de l'émail et sa rapidité de prise après application entraînent un risque d'ingestion réduit.

C- Bains de bouche :

- Indiqués pour les enfants de plus de 6ans présentant un RCI élevé, et réalisés à distance du brossage pour augmenter leur efficacité.

- La concentration varie de 0,05% (250ppm) pour l'usage quotidien, à 0,2% pour l'usage hebdomadaire.

D- Gels fluorés : peuvent être prescrits à domicile ou appliqués par le praticien au cabinet.

- **Au cabinet dentaire**, ils nécessitent en général la préparation de gouttières individuelles, mais peuvent être aussi étalés ou passés à l'aide d'un fil de soie dentaire qui en est imprégné.

- **A domicile**, seuls les gels cosmétiques (< 1500 ppm de fluor) sont utilisables (0,1 % ou 0,5 %). Ils sont prescrits soit à la place du dentifrice au moment du brossage, soit dans une gouttière individuelle.
- Demander au patient de s'abstenir pendant 30min de se rincer, de s'alimenter ou de se brosser les dents.
- Le temps d'application est de plusieurs minutes, cette technique est donc contre-indiquée chez le jeune enfant car il est difficile de contrôler les excès de gel pendant l'application et donc d'éviter une ingestion.

VII- Toxicologie du fluor :

1- Intoxication aigue :

- Elle peut résulter d'une ingestion accidentelle d'une quantité importante de produit fluoré.
- La dose minimale pouvant induire des signes et symptômes, qui devrait déclencher une intervention thérapeutique immédiate ainsi qu'une hospitalisation : autour de 5mg/kg.
- La dose létale étant de 15mg/Kg.
- Les effets cliniques sont des symptômes gastro-intestinaux (douleurs épigastriques, nausées, dysphagie, diarrhée), des troubles hépatiques (une augmentation des enzymes), des maux de tête, ou encore des répercussions sur les électrolytes (hypocalcémie, hypomagnésie et hyperkaliémie).
- Dans les cas sévères, une hypotension et des problèmes de rythme cardiaque peuvent survenir, liés à l'hyperkaliémie.
- Le décès résulte d'un problème cardiaque ou d'une paralysie des muscles respiratoires.
- La prise en charge thérapeutique : si le produit n'est pas corrosif et si le patient est conscient, il faut le faire vomir le plus rapidement possible et lui donner 1 ou 2 verre de lait toutes les 4heures.

2- Intoxication chronique : « La fluorose »

*** Définition :**

Hypo minéralisation de l'émail liée à une incorporation trop importante de fluorures lors de la formation de la couronne. Elle est essentiellement due à une perturbation de la phase tardive de la minéralisation de l'émail, mais les défauts peuvent être plus sévères si le fluor est aussi présent lors des stades de sécrétion et de maturation.

*** Aspect clinique :**

- Une symétrie dans le degré d'atteinte des dents homologues.
- Toutes les surfaces d'une dent sont affectées de manière équivalente au moment de l'éruption.
- L'expression de la fluorose dépend de la susceptibilité individuelle, de la dose ingérée ainsi que de la durée et de la période d'exposition aux fluorures.
- Les formes cliniques varient de la simple hypo minéralisation à des hypoplasies secondaires.
- Les dents présentant une fluorose sont moins susceptibles à la carie.

*** Classification :** selon l'OMS :

Fluorose douteuse	L'émail présente seulement quelques taches blanches, ou points blancs, très discrets.
Fluorose très légère	Des petites taches opaques sont disséminées sur des dents homologues, couvrant jusqu'à 25% de la surface de la dent.
Fluorose légère	Des zones blanches opaques couvrent jusqu'à 50% de la surface de la dent.

Fluorose modérée	Toute la surface dentaire est touchée par les colorations, mais il n'existe pas d'altération de la forme.
Fluorose sévère	Les hypoplasies touchent l'ensemble des couronnes dentaires. Elles sont souvent accompagnées d'une abrasion des bords incisifs et des cuspidés.

*** Histopathologie :**

- L'émail fluorotique est caractérisé par une hypo minéralisation généralisée et la persistance d'une phase organique importante. C'est un émail de type « immature » qui présente une structure prismatique irrégulière.

- L'altération fluorotique est marquée par :

* Un élargissement des gaines des prismes

* Une accentuation des stries de Retzius

* La persistance, au voisinage de la jonction amélo-dentinaire d'abondants reliquats matriciels

* Une minéralisation hétérogène au niveau du cœur des prismes

*** Diagnostic différentiel :** avec :

Hypominéralisation incisivo-molaires (asymétrie des opacités et leur localisation)

VIII- Recommandations d'utilisation de fluorures de l'ANSM (2009) :

- L'usage des fluorures, topique/ou systémique, doit être modulé en fonction du risque carieux.

- Le fluor topique est plus efficace que le fluor systémique et doit être privilégié, sous forme de dentifrice en quantité et concentration adaptées. Pour être efficace, en petites quantités de manière fréquente et régulière, quel que soit le niveau de risque carieux.

- Toute prescription de fluor médicamenteux (gouttes, comprimés) doit être précédée d'un bilan personnalisé des apports journaliers en fluor.

- Pour augmenter l'effet topique de cet apport « systémique », il est recommandé de répartir la dose quotidienne et de demander à l'enfant de sucer les comprimés.

- L'utilisation de produits appliqués professionnellement, comme des vernis ou des gels, est également recommandée en particulier en cas de risque accru de caries.

- Pour éviter la fluorose dentaire, il est nécessaire de contrôler l'administration en fluorures avant l'âge de 6 ans, de réaliser un bilan fluoré et de restreindre à une seule source d'apport systémique.

- La dose à ne pas dépasser pour éviter tout risque de fluorose est de 0,05 mg/j par kg de poids corporel, tous apports confondus, sans dépasser 1 mg/j (donnée OMS).

- Conclusion :

- Les mesures prises en faveur de l'augmentation de la résistance à la carie, grâce aux dérivés fluorés ont été déterminantes.