

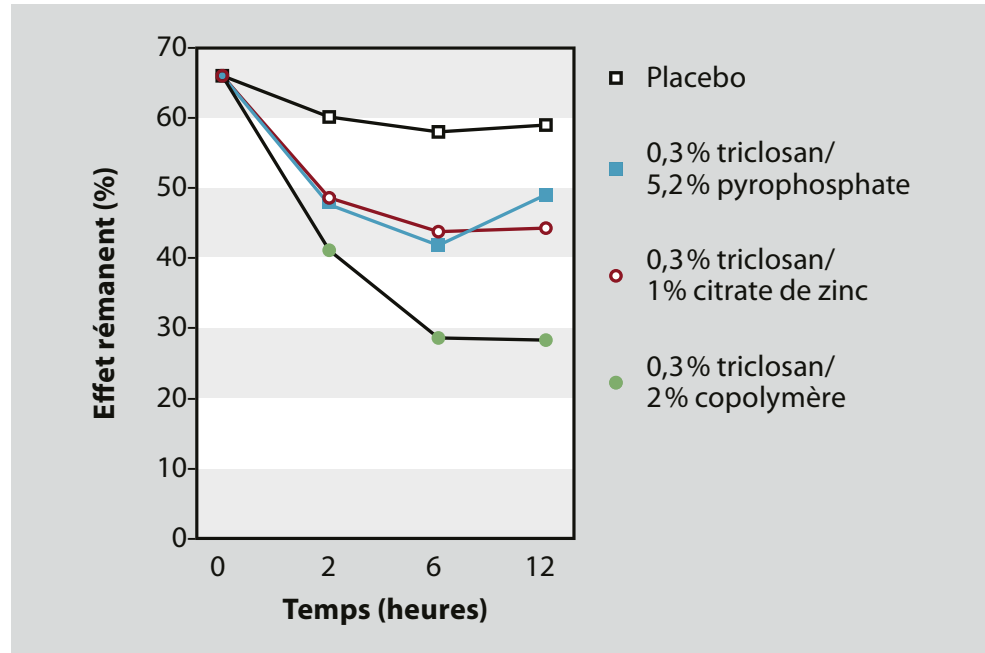
ALEKSANDAR CVJETINOVIC¹
 CHRISTOPH A. RAMSEIER¹
 GIOVANNI E. SALVI¹
 OLIVER LAUGISCH²

¹ Clinique de parodontologie,
 Cliniques de médecine den-
 taire de l'Université de Berne

² Clinique de parodontologie
 et des maladies péri-implan-
 taires, Centre médical
 d'odonto-stomatologie et
 de chirurgie orale et maxillo-
 faciale de l'Université Philipps,
 Marbourg, Allemagne

CORRESPONDANCE

PD Dr. med. dent.
 Christoph A. Ramseier, MAS
 Zahnmedizinische Kliniken
 der Universität Bern
 Klinik für Parodontologie
 Freiburgstrasse 7
 CH-3010 Bern
 Tél. +41 31 632 25 89
 E-mail : christoph.ramseier@
 zmk.unibe.ch



Les additifs chimiques dans les dentifrices pour inhiber la formation de tartre

Une revue de la littérature

MOTS-CLÉS

Tartre, tartre dentaire, triclosan, hexachlorophène, prévention, supragingival, concrétions

RÉSUMÉ

Le tartre a une influence secondaire sur la pathogenèse des maladies parodontales, car sa surface rugueuse favorise l'accumulation du biofilm bactérien. Par conséquent, le nettoyage dentaire professionnel visant à éliminer mécaniquement le tartre et le biofilm est un élément décisif de la prévention et du traitement de la gingivite et de la parodontite. Aujourd'hui, on ajoute aux dentifrices des inhibiteurs de la croissance cristalline tels que les ions zinc sous forme de chlorure ou de citrate, et des pyrophosphates, seuls ou en combinaison avec un copolymère, pour inhiber la minéralisation du biofilm dentaire. De plus, le triclosan (ou hexachlorophène) est utilisé comme substrat antimicrobien afin de réduire la formation de tartre. Des études cliniques ont montré que les additifs chimiques contenus dans

Image en haut : Influence du triclosan/pyrophosphate, du triclosan/citrate de zinc et du triclosan/copolymère sur l'effet rémanent du triclosan quant à sa propriété de réduction de la plaque (axe des y) en fonction du temps en heures (axe des x)

les dentifrices permettaient de diminuer les dépôts de tartre. Toutefois, il convient de noter que les dépôts de tartre dépendent non seulement de l'hygiène bucco-dentaire à domicile, mais aussi d'autres facteurs. Le recours à des soins dentaires professionnels, les habitudes alimentaires, l'âge, l'origine ethnique, le temps écoulé depuis le dernier nettoyage dentaire professionnel, les maladies systémiques et les médicaments peuvent également influencer la formation de tartre. Cependant, comme les additifs chimiques contenus dans les dentifrices n'atteignent pas les parties plus profondes des poches parodontales, ils sont recommandés afin d'inhiber la formation du tartre supragingival et de soutenir ainsi la prévention primaire de la gingivite et la prévention secondaire de la parodontite.

Introduction

Le tartre est un dépôt minéralisé sur les dents ou sur d'autres surfaces dures de la cavité buccale. Si le tartre se forme dans la zone visible au-dessus de la marge gingivale, on parle de tartre supragingival, et au-dessous, de tartre subgingival ou aussi de concrétions subgingivales.

Le tartre supragingival est cliniquement reconnaissable sous forme de dépôt blanc-crème à jaune sur les dents. Avec le temps, il se colore en brun en raison d'influences exogènes telles que le tabac, le café ou le thé. On le trouve plus fréquemment et en plus grande quantité dans la région antérieure de la mandibule (en regard des canaux excréteurs des glandes submandibulaires et sublinguales) et dans la région molaire du maxillaire supérieur (en regard du canal excréteur de la glande parotide), et cliniquement, on peut l'identifier visuellement après séchage au moyen d'un jet d'air.

En revanche, le tartre subgingival n'est pas visible. Il peut être détecté cliniquement de manière tactile avec une sonde, ou en exposant les surfaces radiculaires lors d'une intervention de chirurgie parodontale, ou encore par un examen radiologique. Il est assez dur et il n'est donc pas aisé de l'enlever mécaniquement lors d'un nettoyage dentaire professionnel. Les concrétions subgingivales sont colorées en brun foncé à noir en raison des produits de dégradation métabolique du sang. Contrairement au tartre supragingival, le tartre subgingival est réparti de manière uniforme sur toute la dentition – surtout en combinaison avec les poches parodontales. Une zone de 0,5 mm coronalement à la partie la plus apicale du fond de poche est exempte de tartre en raison du gradient coronal du liquide sulaire.

Les maladies inflammatoires du parodonte telles que la gingivite et la parodontite sont dues à l'infection par des bactéries pathogènes. Ces bactéries s'organisent dans le biofilm dentaire ou dans sa forme minéralisée qui est le tartre. Bien que la parodontite ne soit pas directement provoquée par le tartre, les patients qui en sont atteints présentent souvent des dépôts de tartre assez importants. Grâce à sa surface poreuse, le tartre permet aux pathogènes parodontaux de bien y adhérer, et présente donc toujours un biofilm bactérien vivant sur sa surface. En outre, le tartre empêche une hygiène bucco-dentaire optimale par la formation de niches.

Dans toute forme de traitement de la gingivite ou de la parodontite, l'élimination du biofilm, respectivement du tartre, est un objectif essentiel. La création d'une surface lisse et décontaminée est destinée à minimiser la formation d'un nouveau biofilm. Cependant, il ressort d'une étude sur l'animal et d'une étude clinique que le succès du processus d'assainissement subgingival doit être attribué davantage à la réduction de certains micro-organismes subgingivaux qu'à l'élimination du « ciment racinaire contaminé » (MOMBELLI ET COLL. 1995; NYMAN ET COLL. 1986).

Étant donné que ces dernières années, la médecine dentaire s'oriente de plus en plus vers la prophylaxie et que le nettoyage dentaire professionnel prend de plus en plus d'importance, les coûts y relatifs ne doivent pas être sous-estimés dans le système de santé. Ainsi, bien qu'il faille accorder aujourd'hui une plus grande attention à la prévention, il est également important de réduire les coûts de traitement.

L'objectif de ce travail est de présenter une revue de la littérature sur la prévention de la formation de tartre au niveau de l'hygiène bucco-dentaire personnelle, au moyen des dentifrices. Ceux-ci contiennent souvent des substances chimiques desti-

nées à inhiber la formation de tartre. Bien que la plupart des dentifrices proposés sur le marché contiennent de telles substances inhibitrices, l'accumulation du tartre dentaire est encore relativement importante dans la population générale. Cela incite à examiner de façon critique les approches existantes, et à poursuivre la recherche de nouvelles approches.

Au cours des 20 dernières années, de nombreux travaux de synthèse ont été publiés sur ce sujet. Ainsi, l'inhibition de la formation de tartre a été analysée systématiquement (DAVIES ET COLL. 1997; FAIRBROTHER & HEASMAN 2000; JIN & YIP 2002; WHITE 1997; VAN LOVEREN & DUCKWORTH 2013), de même que l'évidence en faveur de l'efficacité des dentifrices antitartre commercialisés (NETUVELI & SHEIHAM 2004).

Composition du tartre

Le tartre dentaire est composé de substances organiques et inorganiques. Les bactéries, la salive et l'alimentation de l'hôte en fournissent les éléments constitutifs. Les composants inorganiques tels que les minéraux et les cristaux en représentent la majeure partie, soit 80 %. La teneur moyenne en minéraux du tartre supragingival, exprimée en volume, est de 37 % (16 à 51 %), et de 58 % (32 à 78 %) pour le tartre subgingival (FRISKOPP & ISACSSON 1984). Le tartre supragingival est constitué de couches hétérogènes dont la teneur en minéraux est très inégale. En revanche, les concrétions subgingivales apparaissent plus homogènes, avec une densité similaire des différentes couches (KANI ET COLL. 1983). Les principaux constituants minéraux sont les ions calcium et phosphate, suivis du magnésium et de l'étain. D'autres ions sont également présents sous forme de traces. Le calcium et le phosphate jouent un rôle central dans la formation du tartre, car leur précipitation peut conduire à une cristallisation. Le tartre se compose de quatre cristaux différents de phosphate de calcium (SCHROEDER 1969):

- 1.) **Brushite** $\text{Ca}[\text{PO}_3(\text{OH})] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- 2.) **Phosphate octacalcique pentahydraté** $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- 3.) **Hydroxyapatite** $\text{Ca}_5[\text{OH}](\text{PO}_4)_3$
- 4.) **Whitlockite** $\text{Ca}_6(\text{Mg},\text{Fe})[\text{PO}_3\text{OH}](\text{PO}_4)_6$

La brushite ne peut être détectée que dans les phases précoces de la formation du tartre. À ce stade, le tartre ne s'est pas formé depuis plus de deux semaines. Il se forme lorsque le pH est neutre ou légèrement diminué, et que la concentration de phosphate de calcium dans la salive est élevée. La brushite est la forme cristalline la plus soluble, et avec le phosphate octacalcique, elle doit être comprise comme un cristal précurseur dans la formation du tartre. Ces deux formes cristallines sont converties par hydrolyse en cristaux moins solubles, l'hydroxyapatite et la whitlockite (VAN LOVEREN & DUCKWORTH 2013).

Contrairement à d'autres formes cristallines, la whitlockite contient du magnésium, qui peut remplacer en partie le calcium (FRISKOPP & ISACSSON 1984). La whitlockite est le principal composant du tartre subgingival. Alors que le phosphate octacalcique se trouve principalement dans les couches externes du tartre supragingival, l'hydroxyapatite est présente dans les couches internes. Cela montre également que l'hydroxyapatite se forme plus tardivement et représente un état cristallin plus mature.

L'examen cristallographique de ces différentes formes montre également des différences. La brushite contient des cristaux rhomboïdaux et polygonaux, alors que les cristaux de phosphate octacalcique se présentent sous forme de plaquettes; les cristaux d'hydroxyapatite ressemblent à des grains de sable et à des

bâtonnets, et les cristaux de whitlockite sont hexagonaux et cuboïdes (KODAKA ET COLL. 1988).

Les composants organiques représentent 20 % du tartre. Il s'agit de protéines dans une proportion d'environ 55 %, alors que les lipides en constituent environ 10 %. Les glucides constituent environ 15 % de la matrice organique du tartre, le reste étant de l'eau. Les lipides comprennent aussi des phospholipides acides qui font partie de la membrane cellulaire bactérienne (GOLDFINE 1972).

La concentration de phospholipides acides dans la salive des personnes ayant tendance à présenter des dépôts abondants de tartre est nettement plus élevée que chez les personnes qui y sont moins sujettes (MANDEL & EISENSTEIN 1969 ; SLOMIANY ET COLL. 1981). Ces observations suggèrent que les phospholipides jouent un rôle important dans la formation du tartre dentaire.

Le tartre est toujours recouvert d'un biofilm bactérien. Au niveau supragingival, il s'agit principalement de spirochètes bactériens, alors que dans les régions subgingivales, il s'agit d'un mélange de cocci, de bâtonnets et de spirochètes (FRISKOPP & HAMMARSTROM 1980). Les structures de surface de ces deux formes de tartre ont été décrites par Friskopp et Hammarström (FRISKOPP & HAMMARSTROM 1980), qui les ont traitées avec de l'hypochlorite de sodium pour séparer le biofilm dentaire du tartre. La surface du tartre supragingival ressemble à une structure en nid d'abeilles, alors que celle du tartre subgingival présente des caractéristiques moins organisées. Sous le biofilm dentaire, on trouve des centres de calcification avec des bandes sombres et claires. Friskopp a indiqué que ces centres sont considérés comme hétérogènes, avec des couches intermédiaires de régions non calcifiantes (FRISKOPP 1983). Les dépôts minéraux de tartre se trouvent entre, mais aussi à l'intérieur des micro-organismes en cours de dégénérescence (WHITE 1997). Cela signifie que le dépôt minéral initial se situe dans la matrice du biofilm. Au cours de la maturation, certains micro-organismes du biofilm dentaire se calcifient. Ainsi, en plus des minéraux et des cristaux, le tartre abrite également des bactéries mortes et donc inertes, dépourvues de propriétés pathogènes du fait de leur absence de vitalité.

Épidémiologie du tartre dentaire

Indices

De nombreux indices relatifs à l'extension des dépôts de tartre ont été développés à des fins de recherche, bien qu'ils ne soient pas réellement utilisés en pratique clinique quotidienne. La diversité des indices utilisés rend difficile la comparaison entre les différentes études.

Oral Calculus Index (OCI)

Selon Greene et Vermillion, les surfaces des dents sont examinées pour détecter le tartre supra- et subgingival (GREENE & VERMILLION 1964). L'OCI définit comme suit l'extension du tartre oral :

0: Pas de tartre.

- 1: Le tartre supragingival ne couvre pas plus d'un tiers de la surface dentaire examinée.
- 2: Le tartre supragingival couvre plus d'un tiers de la surface dentaire examinée.
- 3: Le tartre supragingival couvre plus de $\frac{2}{3}$ de la surface dentaire examinée, ou du tartre subgingival est présent.

Pour calculer l'indice, toutes les valeurs sont additionnées et divisées par le nombre de surfaces examinées.

Calculus Index (CI)

Selon Ramfjord, le *Calculus Index (CI)* est déterminé après examen de l'extension du tartre supragingival sur les dents 16, 21, 24, 36, 41 et 44 (RAMFJORD 1959) :

0: Pas de tartre.

- 1: Le tartre supragingival s'étend légèrement au-dessus de la gencive libre, mais pas plus de 1 mm.
- 2: Le tartre supragingival couvre plus d'un tiers mais pas plus des deux tiers de la surface dentaire.
- 3: Le tartre supragingival couvre plus des $\frac{2}{3}$ de la surface dentaire.

Pour déterminer l'indice, les valeurs sont additionnées et divisées par le nombre de dents examinées.

Calculus Surface Index (CSI)

Selon Ennever et coll., le *Calculus Surface Index (CSI)* est déterminé sur les incisives de la mâchoire inférieure (dents 32-42) en examinant l'extension, dans chaque cas, du tartre labial, lingual, mésial et distal, supra- ou subgingival (ENNEVER ET COLL. 1961). Il en résulte les valeurs suivantes par surface :

0: Pas de tartre.

1: Présence de tartre.

Toutes les valeurs sont additionnées. La valeur maximale est de 16. Le CSI est bien adapté aux examens de courte durée, car il détermine non pas la quantité de tartre, mais seulement sa présence ou son absence.

Indice Volpe-Manhold (VMI)

L'indice de Volpe-Manhold (IMC) est mesuré sur les dents antérieures de la mâchoire inférieure (dents 33-43) (VOLPE & MANHOLD 1962). Une sonde parodontale est utilisée pour mesurer, avec une précision millimétrique, l'extension du tartre supragingival au niveau lingual des dents antérieures inférieures. Les mesures sont prises en trois emplacements pour chaque dent. Pour calculer le VMI, toutes les valeurs obtenues sont additionnées et divisées par le nombre de dents examinées.

L'indice Volpe-Manhold est l'indice le plus couramment utilisé dans les études cliniques qui, par exemple, ont investigué l'effet inhibiteur des dentifrices sur la formation du tartre dentaire.

Marginal Line Calculus Index (MLC-I)

L'indice du tartre au niveau de la ligne muco-gingivale selon Mühlemann & Villa détermine la quantité de tartre en mesurant la largeur et l'épaisseur de ces dépôts (MÜHLEMANN & VILLA 1967). Les quotations s'établissent comme suit :

0: Pas de tartre

- 1: Dépôt de tartre de moins de 0,5 mm de largeur et/ou d'épaisseur
- 2: Le tartre ne doit pas avoir plus de 1 mm de largeur et/ou d'épaisseur
- 3: Dépôt de tartre de plus de 1 mm de large et/ou d'épaisseur.

Prévalence

Chez l'adulte, la prévalence du tartre varie entre 42 et plus de 80 % (VAN LOVEREN & DUCKWORTH 2013). Dans le travail de White, une prévalence de 70 à 100 % est indiquée (WHITE 1997). ANERUD ET COLL. (1991) ont publié des données longitudinales sur la prévalence du tartre dans deux populations différentes, au Sri Lanka et en Norvège, avec et respectivement sans soins médi-

co-dentaires et hygiène bucco-dentaire, de 1969 à 1988. Il a été montré qu'au Sri Lanka, tous les participants de l'étude présentaient du tartre dentaire, versus 93 % en Norvège. Au Sri Lanka, 6 % seulement des dents étaient exemptes de dépôts de tartre, versus 74 % en Norvège. White a résumé comme suit les résultats de toutes les études de prévalence (WHITE 1997) :

1. Dans les populations ayant une hygiène bucco-dentaire et des soins médico-dentaires normaux :
 - 50 à 100 % des personnes présentent du tartre supragingival.
 - Le tartre supragingival s'observe chez l'adolescent et la présence de tartre n'augmente pas significativement avec l'âge.
 - Le tartre supragingival se trouve principalement sur les dents antérieures de la mâchoire inférieure et dans la région molaire de la mâchoire supérieure.
 - Le tartre subgingival s'observe dans une proportion comprise entre 50 et 100 % des cas.
 - Le tartre subgingival est uniformément réparti dans la dentition ; sur une seule dent, il est généralement approximal.
2. Dans les populations dont l'hygiène bucco-dentaire est irrégulière ou inexistante et qui n'ont pas accès aux soins de médecine dentaire :
 - La prévalence du tartre supra- et subgingival est de 100 %.
 - Le tartre supra- et subgingival peut affecter n'importe quelle partie de la denture.
 - Le tartre supragingival se forme dès l'éruption dentaire et atteint un maximum à l'âge de 30 ans.
 - Le tartre subgingival débute dans les dix ans suivant l'éruption dentaire et sa formation est maximale à l'âge de 30 ans.

Incidence

L'incidence de la formation de tartre varie selon le sexe. Beiswanger et coll. ont recruté 908 participants à une étude réalisée au Texas (USA) pour évaluer l'incidence de l'atteinte par le tartre après six mois (BEISWANGER ET COLL. 1989). Au début de l'étude, les participants ont bénéficié d'un nettoyage dentaire professionnel et après six mois, l'indice de Volpe-Manhold a été déterminé sur les dents antérieures inférieures. Quel que soit l'âge des participants, il a été montré que les hommes présentaient en moyenne un VMI de 11,15 et une incidence de dépôts de tartre plus élevée que les femmes (VMI de 8,19). Dans les deux sexes, l'incidence a augmenté avec l'âge. Globalement, 5 % des hommes et des femmes n'avaient pas de tartre dentaire après six mois, 60 % avaient un VMI inférieur à 10 et 85 %, inférieur à 20. Chez une minorité de participants présentant de grandes quantités de tartre, des indices VMI compris entre 40 et 50 ont été obtenus.

L'incidence varie également selon les différents groupes ethniques. Gaare et coll. ont comparé deux groupes ethniques en ce qui concerne l'incidence des dépôts de tartre dentaire (GAARE ET COLL. 1989). Des étudiants norvégiens et des soldats indonésiens ont bénéficié d'un nettoyage dentaire professionnel et le VMI a été déterminé après six mois. Chez les Indonésiens, 52 % des dents examinées présentaient des dépôts de tartre, versus 14 % seulement chez les Norvégiens.

La formation du tartre

Le tartre dentaire est généralement constitué de plaque bactérienne minéralisée, bien que sa formation ait également été observée dans des modèles animaux aseptiques (THEILADE ET COLL.

1964). En raison d'une meilleure accumulation d'ions calcium et phosphate, le biofilm dentaire est un bon substrat pour la formation de tartre. Le biofilm peut également décomposer les facteurs inhibiteurs de la formation du tartre présents dans la salive. La plaque bactérienne possède également des facteurs favorisant le processus de minéralisation, ainsi que des bactéries et leurs composants qui peuvent la calcifier (VAN LOVEREN & DUCKWORTH 2013). Après la maturation initiale de la plaque dentaire, la minéralisation commence. Bien que le processus ne soit pas entièrement clarifié, il se traduit globalement par une précipitation de phosphate de calcium. Les ions calcium et phosphate nécessaires à la formation du tartre supragingival proviennent de la salive, alors que les ions qui formeront le tartre subgingival proviennent du liquide sulculaire. La minéralisation inclut différentes étapes comprenant la sursaturation, la germination des cristaux, leur croissance, et la transformation de phases précurseurs telles que la brushite ou le phosphate octacalcique en phases moins hydrosolubles, telles que l'hydroxyapatite et la whitlockite (DAVIES ET COLL. 1997).

Théories relatives au processus de minéralisation

Théorie du dioxyde de carbone

La sursaturation de la plaque en ions calcium et phosphate est une condition préalable à leur précipitation et donc à la formation de cristaux (WONG ET COLL. 2002). Le degré de saturation de la plaque augmente proportionnellement à la valeur du pH. Lorsque la pression partielle du CO₂ de la salive diminue dans la cavité buccale, cela entraîne une augmentation de la valeur du pH. La modification des caractéristiques du milieu ambiant entraîne la précipitation de sels de phosphate de calcium. Cette théorie explique la fréquence du tartre supragingival le long des canaux d'excrétion des glandes salivaires principales, mais pas la formation du tartre subgingival, car les ions calcium et phosphate proviennent ici du liquide sulculaire.

Théorie de l'ammoniac

L'urée est le produit de dégradation métabolique des composés azotés. Elle est sécrétée par la salive, où sa concentration est de 4 à 10 mmol/l (MACPHERSON & DAWES 1991B). Dans le liquide sulculaire, sa concentration est supérieure à 60 mmol/l (GOLUB ET COLL. 1971). L'urée peut diffuser dans la plaque. L'enzyme bactérienne uréase décompose l'urée en ammoniac proportionnellement à la valeur du pH. Cela entraîne une sursaturation de la plaque en ions calcium et phosphate (DAWES 2006) et une précipitation se produit.

Concept épitaxial

L'épitaie décrit certains phénomènes survenant lors de la cristallisation d'un mélange de différentes substances (EASTOE 1968). Bien que la concentration d'ions calcium et phosphate ne soit pas suffisante pour une précipitation spontanée, la croissance des cristaux commence immédiatement après la formation d'un germe. La matrice organique sert ici de modèle géométrique, bien qu'à ce jour aucun initiateur n'ait été identifié.

Théorie bactérienne

Le début de la minéralisation est associé à des phospholipides acides qui sont des composants de la membrane bactérienne (GOLDFINE 1972). Ceux-ci peuvent fixer du calcium extracellulaire. Du phosphate inorganique se combine avec celui-ci pour former un complexe calcium-phospholipides-phosphate. Les bactéries en dégénérescence peuvent déclencher la minéralisa-

tion en libérant de fortes concentrations de phosphate intracellulaire dans leur environnement (SIDAWAY 1979, 1980). Cela peut également expliquer le fait que la chlorhexidine, bien qu'elle exerce un effet puissant de réduction de la plaque dentaire et réduise ainsi le substrat de formation du tartre, puisse également en déclencher la formation en cas d'utilisation prolongée (LOE ET COLL. 1976).

Théorie de l'inhibition

La salive contient des protéines à charge négative, qui inhibent la croissance cristalline en se liant aux sites actifs à la surface des cristaux. Il s'agit par exemple de la stathérine, des protéines riches en proline, de la cystatine, des immunoglobulines et de l'albumine (VAN LOVEREN & DUCKWORTH 2013).

Les protéines inhibitrices peuvent être décomposées par des protéases dans la salive et dans la plaque. Ainsi, l'accumulation de tartre est en corrélation positive avec la concentration des protéases (MORITA & WATANABE 1986; WATANABE ET COLL. 1982). En outre, la valeur du pH peut augmenter en raison de ces produits de dégradation, ce qui entraîne la précipitation d'ions calcium et phosphate (FROSTELL & SODER 1970).

La salive contient des pyrophosphates qui inhibent les sites d'absorption permettant la croissance des cristaux. Ils peuvent également empêcher la transformation de la brushite en hydroxyapatite (MORENO ET COLL. 1989). Les concentrations de pyrophosphate sont plus faibles dans la salive des personnes sujettes aux dépôts de tartre comparativement aux personnes moins sujettes à ces dépôts (EDGAR & JENKINS 1972).

Les pyrophosphatases acides et alcalines peuvent hydrolyser le pyrophosphate présent dans la salive et annuler ainsi cet effet inhibiteur. En outre, du phosphate inorganique est libéré ainsi et devient un substrat pour la précipitation (POIRIER & HOLT 1983).

La théorie de l'inhibition permet de comprendre la minéralisation en tant qu'événement spécifique d'un site donné, car la minéralisation ne se produit que là où les mécanismes inhibiteurs font défaut.

Rôle de la salive dans la formation du tartre

La salive joue un rôle essentiel dans la formation du tartre supragingival, car les ions calcium et phosphate nécessaires à sa formation proviennent de la salive. Le fait que le tartre supragingival se forme principalement en regard des canaux excréteurs des grandes glandes salivaires explique également cette relation.

La salive est sursaturée en ions calcium et phosphate et permet ainsi la formation de différents sels de phosphate de calcium (HAY ET AL. 1982). Le degré de saturation dépend de la valeur du pH. En moyenne, il est d'environ 6,5-7 (DUCKWORTH & HUNTINGTON 2006). Une augmentation du pH par perte de dioxyde de carbone ou par décomposition de l'urée en ammoniac entraîne une sursaturation en ions calcium et phosphate, qui finissent par précipiter.

La salive contient des substances permettant de favoriser ou d'inhiber la formation de tartre. Alors que les protéases et les pyrophosphatases ont une action favorisante, le pyrophosphate ou la stathérine ont une action inhibitrice.

Pradeep et coll. ont étudié l'ortho- et le pyrophosphate ainsi que la pyrophosphatase dans la salive, et leur relation avec la formation de tartre (PRADEEP ET AL. 2011). Les concentrations ont été déterminées dans des échantillons de salive de participants à l'étude appartenant à des groupes présentant des dépôts de tartre

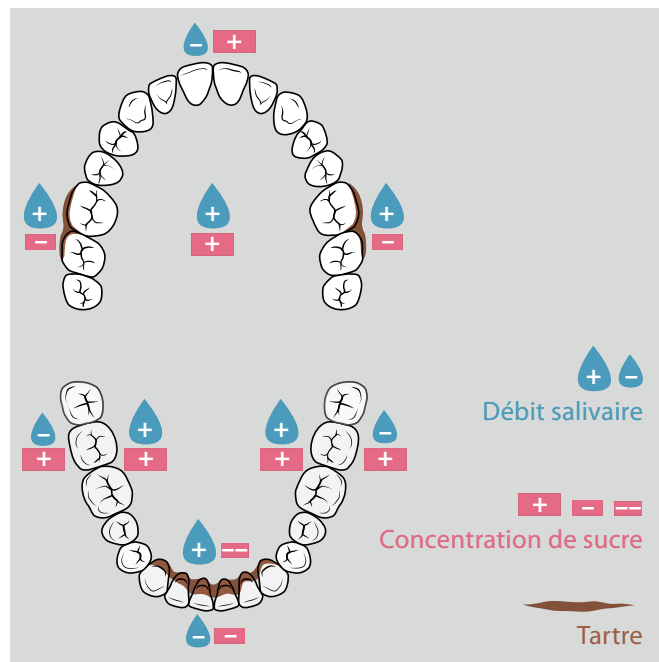


Fig.1 Relation entre la répartition intraorale du tartre supragingival, le débit salivaire non stimulé et la concentration de sucre : (+) élevé, (-) faible, (--) très faible. Le tartre supragingival se trouve le plus souvent sur la face linguale des dents antérieures mandibulaires : débit salivaire élevé et faible concentration en sucre (DAWES 2006).

d'importance diverse. Le groupe ayant les dépôts de tartre les plus restreints présentait la concentration la plus faible d'orthophosphate et de pyrophosphatase, mais la concentration la plus élevée de pyrophosphate. En revanche, le groupe ayant les dépôts de tartre les plus importants présentait une relation inverse de ces valeurs. On peut en déduire que le pyrophosphate inhibe la formation du tartre, alors que l'orthophosphate et la pyrophosphatase la favorisent.

Le débit salivaire a également un effet sur la formation du tartre. En l'absence de stimulation du flux salivaire, le débit est compris entre 0,8 et 8 mm/min, et en cas de stimulation, entre 1,3 et plus de 350 mm/min.

Le débit salivaire le plus faible est observé au niveau vestibulaire des incisives maxillaires, tandis que le débit le plus élevé est observé au niveau lingual des incisives mandibulaires (DAWES ET COLL. 1989). Le tartre supragingival se forme proportionnellement au débit salivaire, donc surtout en regard des canaux excréteurs des glandes salivaires principales. Plus le débit salivaire est élevé, plus la clairance du sucre et de l'acide de la plaque est élevée. Il en résulte donc une augmentation de la valeur du pH (MACPHERSON & DAWES 1991A). La figure 1 présente la relation entre le tartre supragingival, le débit salivaire et la concentration en sucre. En outre, un débit salivaire plus élevé amène à la plaque existante, en tant que substrat, une plus grande quantité d'urée provenant de la salive. L'urée étant décomposée en ammoniac par l'uréase bactérienne, il en résulte une augmentation de la valeur du pH (MACPHERSON & DAWES 1991B). Ainsi, la concentration d'ions calcium et phosphate est proportionnelle au débit salivaire.

Rôle de la valeur du pH dans la formation du tartre

Le degré de saturation de la salive augmente proportionnellement à la valeur du pH. Une sursaturation des ions calcium et phosphate permet la formation de cristaux de phosphate de cal-

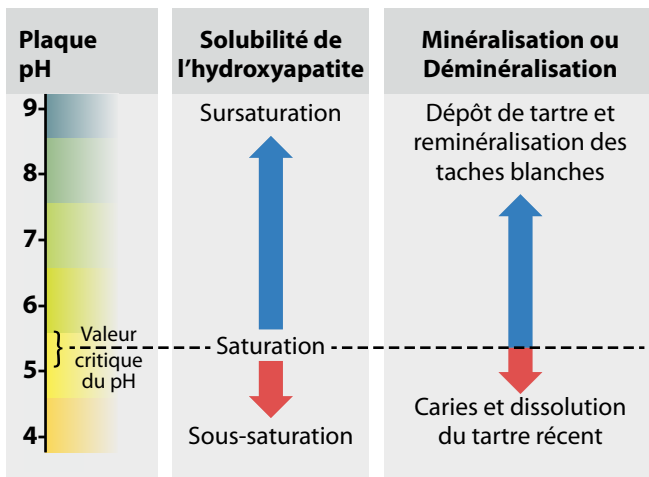
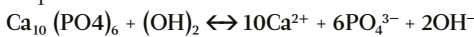


Fig. 2 Influence de la valeur du pH de la plaque sur la formation et la dissolution de l'hydroxyapatite (DAWES 2006). À une valeur critique du pH légèrement supérieur à 5, un équilibre s'établit entre la déminéralisation du tartre ou la formation de caries, d'une part, et le dépôt de tartre et la reminéralisation des taches blanches, d'autre part.

cium tels que l'hydroxyapatite, le phosphate octacalcique ou la brushite. Le rôle de la valeur du pH dans la formation du tartre est présenté ci-dessous à l'aide de l'exemple de l'hydroxyapatite. L'équation de la réaction montre comment le degré de saturation du phosphate de calcium est influencé par la valeur du pH :



Lorsque les cristaux phosphocalciques sont en équilibre, la vitesse de précipitation est égale à la vitesse de dissolution.

Lorsque la valeur du pH diminue (la concentration d'ions hydrogène augmente!), les ions hydroxyde et phosphate ont tendance à être remplacés par des ions hydrogène. Il se forme de l'eau et une forme plus acide du phosphate. Cela perturbe l'équilibre et l'équation est déplacée vers la gauche. Il en résulte la dissolution de cristaux d'hydroxyapatite, dont le niveau de saturation diminue pour former de l'hydroxyapatite (fig. 2).

Lorsqu'en revanche la valeur du pH augmente, l'équation se déplace vers la droite, ce qui entraîne une augmentation du niveau de saturation nécessaire à la formation d'hydroxyapatite et à la précipitation de cristaux d'hydroxyapatite (JIN & YIP 2002).

Relation entre le tartre dentaire et d'autres pathologies

Tartre et caries

La formation de tartre et la carie sont deux processus opposés. Alors que la formation du tartre est un processus de minéralisation, la carie correspond à la déminéralisation de la substance dentaire dure.

Dans une étude de synthèse, Duckworth et Huntington (2006) ont étudié la relation entre le tartre et les caries dentaires (DUCKWORTH & HUNTINGTON 2006). Bien que les études de synthèse antérieures n'aient pas mis en évidence une relation inverse entre l'incidence du tartre et des caries (SCHROEDER 1969), Duckworth et Huntington ont été en mesure de démontrer cette relation inverse, bien que la difficulté réside dans le fait que la prévalence des caries et du tartre augmente avec l'âge (HUGOSON ET COLL. 1986; SCHROEDER 1969) et en cas d'hygiène buccale insuffisante (HOWAT ET COLL. 1979; RIPA 1974). Duckworth et Huntington ont subdivisé les études incluses en groupes de différentes tranches

Tab. I Facteurs présents dans la salive et la plaque, exerçant une influence sur la formation de tartre et des caries (DUCKWORTH & HUNTINGTON 2006)

Facteur	Tartre	Caries
Salive		
Calcium	+	-
Phosphate inorganique	+	-
pH	+	-
Pyrophosphate	-	-
Stathérine	-	-
Protéines riches en proline	-	-
Protéines contenant de la cystéine	-	-
Protéines contenant de l'histidine	-	-
Mucines	-	-
Immunoglobuline A	?	-
Lipides	?	?
Phosphatase acide	?	+
Lysozymes	-	-
Peroxydase	-	-
Acide urique	+	-
Sialine	+	-
Plaque		
Bactéries productrices de bases	+	-
Bactéries productrices d'acides	-	+
Bactéries calcifiantes	+	?
Phosphatase alcaline	+	+
Protéase	+	+
+ : un contenu élevé favorise la formation de tartre - : une teneur faible inhibe la formation de tartre ? : effet inconnu		

d'âges. Ils ont montré ainsi que la prévalence des caries chez les patients présentant une formation notable de tartre était significativement plus faible comparativement aux patients présentant une formation de tartre peu importante. Chez l'enfant âgé de 11 à 13 ans, l'incidence des caries était inférieure de 30 %, et dans le groupe des adultes, la prévalence des caries et du tartre augmentait avec l'âge; cependant, la relation entre l'incidence des caries et la formation abondante de tartre était inverse dans les différentes tranches d'âge. En conclusion, on peut donc dire que la formation abondante de tartre est associée à une incidence plus faible de lésions carieuses, et vice versa.

Le tableau I montre les facteurs inhérents à la salive et à la plaque dentaire qui influencent la formation de caries et de

tartre. Alors que le calcium, les phosphates ou un pH alcalin sont propices à la formation de tartre, ils inhibent la formation des lésions carieuses.

La figure 2 montre qu'à cet égard, la valeur seuil du pH est d'environ 5,5. Au-dessus de ce niveau (plage alcaline), il y a sursaturation et précipitation d'hydroxyapatite, formation de tartre et reminéralisation des lésions carieuses initiales. En dessous de cette valeur, c'est-à-dire dans la plage acide, on observe une sous-saturation avec dissolution de l'hydroxyapatite et des phases précurseurs du tartre, ainsi que la formation de lésions carieuses.

Tartre et parodontite

Bien qu'une relation étroite ait été observée entre le tartre et la parodontite, le rôle du tartre dans le développement de la parodontite est resté longtemps incertain (LOVDAL ET COLL. 1958). On soupçonnait que le tartre, en raison de sa surface rugueuse, pouvait irriter les cellules épithéliales et susciter une réaction inflammatoire. Waerhaug a étudié l'effet d'une surface rugueuse sur le tissu gingival (WAERHAUG 1956). Il a constaté que la rugosité n'irritait pas les cellules épithéliales et ne déclenchait pas de réaction inflammatoire. Allen et Kerr ont inséré chirurgicalement du tartre stérilisé dans le tissu conjonctif et aucune réaction inflammatoire ou formation d'abcès n'a pu être observée (ALLEN & KERR 1965).

Ces études montrent que le tartre n'est pas la cause primaire de la parodontite. L'effet irritant du tartre subgingival est plutôt dû aux bactéries et à leurs toxines, qui sont considérées comme la cause primaire de la parodontite.

Cependant, la rugosité de la surface du tartre facilite la rétention des bactéries et rend l'hygiène buccale plus difficile. Il est donc indispensable d'enlever le tartre, dans le sens d'un détartrage et surfaçage radiculaire.

Substances chimiques permettant d'inhiber la formation de tartre

Dans de nombreux dentifrices, mais aussi dans les solutions de rinçage buccal, des substances chimiques sont ajoutées pour inhiber la formation de tartre (VAN LOVEREN & DUCKWORTH 2013).

Théoriquement, la formation de tartre peut être inhibée de différentes manières (DAVIES ET COLL. 1997) :

- 1.) Réduction de la plaque, et donc du substrat nécessaire à la formation de tartre, par des substances antimicrobiennes.
- 2.) Modification de l'adhérence de la plaque à la surface dentaire par des substances antiadhésives.
- 3.) Inhibition de la croissance des cristaux par des inhibiteurs de la croissance cristalline.

Par le passé, de nombreuses approches visant à prévenir la formation de tartre ont été utilisées. Comme on croyait que l'adhérence du tartre à la surface de la dent était assurée par les mucines salivaires, des enzymes telles que la mucinase ont été utilisées. L'idée était de dégrader la mucine afin de détacher le tartre déjà formé de la surface dentaire (FAIRBROTHER & HEASMAN 2000).

Des chélates ont également été utilisés, car ils dissolvent les sels de phosphate de calcium cristallin et forment des complexes stables avec le calcium. Cela permet de dissoudre le tartre existant, mais endommage aussi l'émail (FAIRBROTHER & HEASMAN 2000 ; JIN & YIP 2002 ; VAN LOVEREN & DUCKWORTH 2013).

Des substances antimicrobiennes ont été utilisées dans le but de réduire la quantité de plaque dentaire. Les expériences avec

la pénicilline n'ont pas été couronnées de succès (VAN LOVEREN & DUCKWORTH 2013). La chlorhexidine a inhibé significativement la quantité de plaque, mais son utilisation à long terme a entraîné la formation de tartre (LOE ET COLL. 1976). À ce jour, le triclosan (hexachlorophène) s'est largement imposé en raison de son efficacité en tant que substance antimicrobienne.

Depuis les années 70, l'approche consiste principalement à inhiber la croissance des cristaux et à prévenir la formation de plaque minéralisée. Les inhibiteurs de la croissance cristalline tels que le pyrophosphate seul ou en combinaison avec le copolymère de polyvinyle méthyle éther - acide maléique (PVM/MA), ou les ions zinc sous forme de chlorure de zinc ou de citrate de zinc, sont encore utilisés aujourd'hui.

Toutes les substances efficaces ont la capacité d'inhiber la germination et/ou la croissance des cristaux phosphocalciques, et donc d'empêcher leur transformation en cristaux de phosphate de calcium plus stables (VAN LOVEREN & DUCKWORTH 2013).

Triclosan

Mode d'action

Le triclosan (ou hexachlorophène) est une substance antibactérienne non ionique, ajoutée notamment à certains dentifrices. On estime qu'il réduit la plaque bactérienne et donc le substrat nécessaire à la formation du tartre.

Il exerce un effet à large spectre contre les bactéries gram-positives et gram-négatives, les champignons et les levures, se fixe à la membrane bactérienne et peut la détruire, ce qui explique son effet bactéricide. À plus faible concentration, il a un effet bactériostatique en empêchant l'absorption bactérienne d'acides aminés essentiels (REGOS & HITZ 1974). Le triclosan inhibe également la voie de la cyclooxygénase et de la lipooxygénase, et exerce donc également un effet anti-inflammatoire (GAFFAR ET COLL. 1995).

Du fait que le triclosan est une substance non ionique, son effet rémanent dans la cavité buccale est très faible. Des substances supplémentaires sont nécessaires pour l'augmenter.

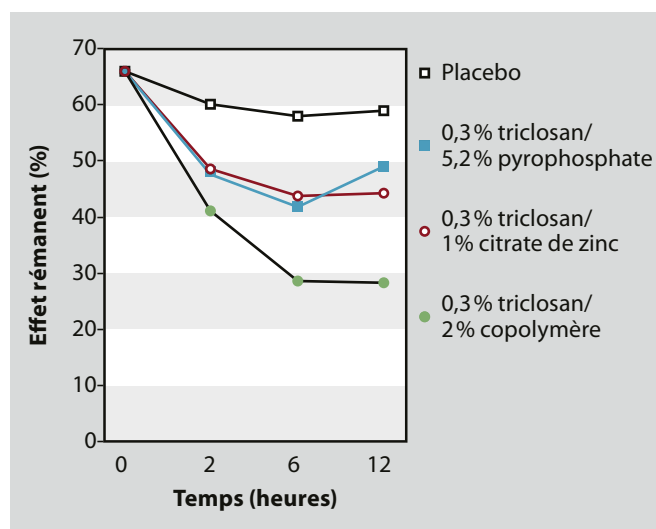


Fig. 3 Influence du triclosan/pyrophosphate, du triclosan/citrate de zinc et du triclosan/copolymère sur l'effet rémanent du triclosan quant à sa propriété de réduction de la plaque (axe des y) en fonction du temps en heures (axe des x) (GAFFAR ET COLL. 1997). Par rapport au placebo, la plaque a été réduite avec tous les produits contenant du triclosan. Cependant, la rémanence de l'effet de la combinaison triclosan/copolymère a été la plus grande et l'inhibition de la croissance du biofilm dentaire a également été la plus forte.

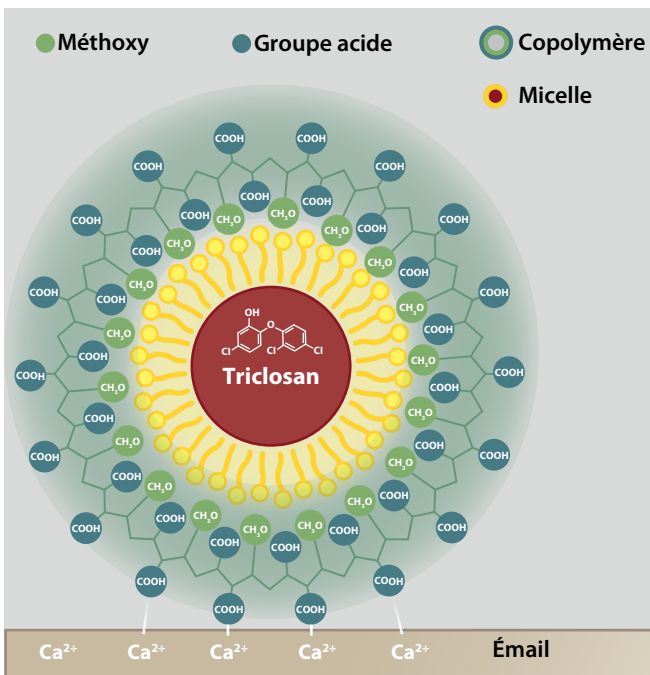


Fig. 4 Représentation schématique du mécanisme de rétention du triclosan sur des surfaces buccales (émail) au moyen d'un copolymère. Le triclosan (liposoluble) à action antibactérienne est maintenu sur les surfaces dentaires (émail) par un copolymère. Les groupes méthoxy du copolymère se fixent aux molécules de triclosan, alors que les groupes acides du copolymère peuvent se fixer aux ions calcium de la surface dentaire (émail) (modifié selon GAFFAR ET COLL. 1997).

Le copolymère de polyvinyle méthyle éther/acide maléique (PVM/MA) est le plus souvent combiné avec le triclosan et présente la meilleure efficacité, comparativement à la combinaison avec le pyrophosphate ou avec le citrate de zinc (fig. 3). Le copolymère PVM/MA favorise la rétention du triclosan en adhérant à l'émail et aux cellules épithéliales de la muqueuse buccale. Le mécanisme d'augmentation de l'effet rémanent par le copolymère PVM/MA a été décrit dans une étude de Gaffar et coll. (GAFFAR ET COLL. 1997). Le copolymère possède deux groupes fonctionnels (l'un pour l'adhérence et l'autre pour la solubilité). La partie responsable de la solubilité est constituée de méthoxyéther et se lie au triclosan dans les micelles. L'autre partie est constituée d'un groupe acide (COOH) et réagit avec la surface de l'émail et de la muqueuse buccale. Le triclosan est ensuite libéré lentement et exerce ainsi son effet antimicrobien (fig. 4).

Le tableau II montre que la concentration de triclosan dans la plaque dentaire après le nettoyage avec un dentifrice contenant du triclosan/copolymère est encore supérieure à la concentration minimale inhibitrice (CMI) pour les bactéries orales (CMI entre 0,3-4 µg/ml) après 14 heures (GAFFAR ET COLL. 1997). Cependant, il convient de noter que la CMI est normalement dé-

terminée sur des bactéries à l'état planctonique. Or les conditions sont très diverses dans le biofilm bactérien. Normalement, une concentration du principe actif nettement plus élevée que la CMI est nécessaire pour obtenir un effet au niveau du biofilm dentaire.

En outre, la formation de tartre est inhibée par le copolymère lui-même, car il a des propriétés inhibitrices de la croissance cristalline et agit en tant que chélate. À relever que l'effet de chélation n'endommage pas l'émail dans une plage de pH allant de 5,5 à 7,5 (GAFFAR ET COLL. 1990). Le PVM/MA peut également lier les ions magnésium nécessaires à l'activité de la phosphatase alcaline. L'enzyme perd alors son activité et le pyrophosphate salivaire n'est pas décomposé. Ainsi, l'effet inhibiteur du pyrophosphate sur la formation de tartre est préservé (MANDEL 1992).

Éléments de preuve

Il existe des études cliniques comparant l'efficacité des dentifrices contenant 0,3 % de triclosan et 2 % de copolymère PVM/MA à celle des dentifrices fluorés conventionnels. Une réduction du tartre de 26,34 % (LOBENE ET COLL. 1990), 23,12 % à 26,15 % (SCHIFF ET COLL. 1990A) ou 36,27 % (LOBENE ET COLL. 1991) a été observée par rapport au dentifrice témoin. Schiff et coll. ont confirmé ce succès marqué en matière de réduction du tartre en obtenant un pourcentage de 34,8 % (SCHIFF ET AL. 2008).

En résumé, il a été montré qu'un dentifrice contenant 0,3 % de triclosan et du copolymère PVM/MA à la concentration de 2 % réduit la formation de tartre de 23,12 % à 36 % comparative-ment à un dentifrice au fluorure conventionnel.

Ions zinc

Mode d'action

Les ions de zinc sont ajoutés aux dentifrices sous forme de chlorure de zinc ou de citrate de zinc comme inhibiteurs de la croissance cristalline. Les ions zinc peuvent inhiber de deux manières la formation du tartre. En tant qu'ions à effet antimicrobien, ils peuvent réduire la quantité de plaque et donc le substrat nécessaire à la formation du tartre (SAXTON ET COLL. 1986). D'autre part, ils peuvent se fixer de manière réversible à la surface des cristaux en croissance et empêcher ainsi l'adhérence des ions calcium. D'où un effet inhibiteur sur la croissance des cristaux (GILBERT & INGRAM 1988). Cela signifie que les ions calcium entrent en compétition avec les ions zinc au niveau de leurs sites de liaison à la surface des cristaux en croissance (BRUDEVOLD ET COLL. 1963). Ainsi, l'effet inhibiteur des ions zinc dépend de la concentration en calcium de l'environnement.

Contrairement à d'autres inhibiteurs de la croissance cristalline, les ions zinc sont chargés positivement. Cette caractéristique augmente leur effet rémanent dans la cavité buccale, en raison des surfaces chargées négativement qui s'y trouvent. Des

	0,3 % de triclosan/copolymère n = 12	0,3 % de triclosan/pyrophosphate n = 12	0,3 % de triclosan/1% de zinc n = 12
2 heures	38,83 ± 18,28	20,90 ± 14,14	30,60 ± 13,6
14 heures	4,14 ± 1,72	2,74 ± 2,11	3,95 ± 1,79

quantités notables d'ions zinc ont été trouvées dans la plaque dentaire quatre heures après le nettoyage dentaire avec un dentifrice contenant du zinc (GILBERT & INGRAM 1988). Il faudrait cependant que les dents soient nettoyées toutes les quatre heures pour assurer une concentration pertinente de zinc dans la cavité buccale.

Éléments de preuve

Les études cliniques sur l'efficacité des dentifrices contenant du zinc peuvent être divisées en trois groupes. Toutes les études ont comparé un dentifrice contenant du zinc avec un dentifrice placebo. La réduction du tartre obtenue avec le dentifrice testé a été comparée à la réduction obtenue avec un dentifrice au fluor conventionnel.

Les dentifrices testés contiennent des ions zinc sous forme de chlorure de zinc ou de citrate de zinc. Un groupe d'études cliniques a investigué des dentifrices contenant 0,5 % de citrate de zinc, le second groupe, des dentifrices contenant 2 % de citrate de zinc, et le dernier groupe, des dentifrices contenant 2 % de chlorure de zinc. Pour les dentifrices contenant du citrate de zinc à une concentration de 0,5 %, Stephen et coll. ont constaté une réduction de 30 % du tartre, et Segreto et coll. une réduction de 14 % par rapport au dentifrice placebo (SEGRETO ET COLL. 1991 ; STEPHEN ET COLL. 1987). En revanche, Scruggs et coll. n'ont pas mis en évidence une différence significative (SCRUGGS ET COLL. 1991). Ces résultats peuvent indiquer que le citrate de zinc devrait éventuellement être ajouté à des concentrations plus élevées. Kazmierczak et coll. ont investigué un dentifrice contenant du zinc sous forme de citrate à la concentration de 2 % et ont constaté une réduction du tartre de 32 % par rapport au contrôle (KAZMIERCZAK ET COLL. 1990).

Des dentifrices contenant 2 % de chlorure de zinc ont également fait l'objet d'études cliniques. Kohut et coll. ont montré une réduction du tartre de 38 %, Lobene et coll. et Rustogi et coll., de plus de 50 % (KOHUT ET COLL. 1989 ; LOBENE ET COLL. 1987 ; RUSTOGI ET COLL. 1988).

En résumé, les dentifrices contenant du zinc ont obtenu les meilleurs effets avec le chlorure de zinc à la concentration de 2 %. Le citrate de zinc présente également de bonnes propriétés antitartre, mais doit être utilisé à des concentrations plus élevées (>0,5 %) (KAZMIERCZAK ET COLL. 1990).

Pyrophosphate

Mode d'action

Le pyrophosphate est ajouté aux dentifrices afin d'inhiber la croissance des cristaux. Comme le pyrophosphate est aussi présent naturellement dans la salive et inhibe la formation du tartre, il est ajouté aux dentifrices à diverses concentrations, seul ou en combinaison avec un copolymère PVM/MA.

Contrairement aux macromolécules comme les protéines riches en proline, le pyrophosphate est une petite molécule anionique constituée de deux ions phosphate. Il a la propriété d'occuper tous les sites d'absorption à la surface des cristaux en croissance. De cette manière, la croissance cristalline est évitée, car les ions phosphate nécessaires ne peuvent plus se fixer (MORENO ET COLL. 1989). Cependant, pour développer ses propriétés inhibitrices, la concentration de pyrophosphate doit être supérieure à une valeur seuil. Au-dessous de cette valeur, la croissance des cristaux se produit même sous l'influence du fluorure de sodium, qui est également un composant du dentifrice anti-tartre. De nouveaux cristaux recouvrent les inhibiteurs en raison de leur taille et une surface sans pyrophosphate est créée,

avec une croissance cristalline non inhibée (MORENO ET COLL. 1989).

Le pyrophosphate empêche aussi la transformation de la brushite en hydroxyapatite (WHITE ET COLL. 1989). En outre, il a été signalé qu'il peut affecter la formation de la cuticule de l'émail (RYKKE & ROLLA 1990). Cependant et indépendamment de ses propriétés positives, le pyrophosphate est instable dans la cavité buccale. Il est dégradé par hydrolyse, ce qui entraîne la formation de phosphate inorganique, un substrat pour la formation du tartre (POIRIER & HOLT 1983). L'instabilité est également accrue par une température plus élevée, une valeur de pH plus faible et certaines enzymes (FRANCIS 1969).

Des études *in vitro* ont montré qu'une concentration plus élevée de pyrophosphates augmente leur effet rémanent et améliore leur efficacité clinique (DAVIES ET COLL. 1997). Du copolymère PVM/MA est ajouté au dentifrice pour éviter l'hydrolyse. Ce copolymère peut fixer les ions magnésium nécessaires à l'activité de la phosphatase alcaline. L'action de cette enzyme est inhibée et la durée d'action du pyrophosphate est augmentée (GAFFAR ET COLL. 1987). En outre, le copolymère PVM/MA lui-même a également la propriété d'inhiber la formation de tartre.

Éléments de preuve

Il existe de nombreuses études cliniques sur l'efficacité des dentifrices contenant du pyrophosphate afin d'inhiber la formation de tartre. Les pyrophosphates sont ajoutés aux dentifrices seuls ou en combinaison avec un copolymère PVM/MA et ont été étudiés à différentes concentrations. Il est donc difficile de comparer ces différentes études.

Pour les dentifrices contenant du pyrophosphate sans copolymère et à des concentrations peu élevées (<1,3 %), Rugg-Gunn ont montré une réduction du tartre de 45 % par rapport à un dentifrice fluoré classique (RUGG-GUNN 1988). Schiff et coll. ainsi que Singh et coll. n'ont cependant pas observé une réduction statistiquement significative du tartre (SCHIFF ET COLL. 1990B ; SINGH ET COLL. 1990). Pour un dentifrice contenant 3,3 % de pyrophosphate, Zacherl et coll. ont mis en évidence une réduction du tartre de 32,4 %, et Lobene, de 38,1 % (LOBENE 1989 ; ZACHERL ET COLL. 1985). Une seule étude a investigué l'efficacité d'un dentifrice contenant 5 % de pyrophosphate, et une réduction de 44 % du tartre a été observée par rapport au dentifrice contrôle (PETRONE ET COLL. 1991). Lu et coll. ont comparé un dentifrice contenant 3,3 % de pyrophosphate avec un dentifrice contenant 5 % de pyrophosphate, et ont constaté une réduction du tartre de 14,5 % supérieure avec le dentifrice contenant 5 % de pyrophosphate par rapport au dentifrice contenant 3,3 % de pyrophosphate (LU ET COLL. 1988). En résumé, on constate une corrélation positive entre la concentration de pyrophosphate dans le dentifrice et le degré d'inhibition de la formation de tartre.

Pour les dentifrices contenant 1,3 % de pyrophosphate et 1,5 % de copolymère, une réduction de la formation de tartre de plus de 35 % a été observée (PETRONE ET COLL. 1991 ; SCHIFF ET COLL. 1990A ; SINGH ET COLL. 1990). Cohen et coll. et Banoczy et coll. ont même constaté une réduction du tartre pouvant atteindre 55 % par rapport au dentifrice contrôle (BANOCZY ET COLL. 1995 ; COHEN ET AL. 1994).

Pour les dentifrices contenant 3,3 % de pyrophosphate et 1 % de copolymère, Lobene (1986) a observé une réduction du tartre de 44 %, Juliano et coll., de 39,7 %, Lobene (1987), de 47 et 50 %, et Rosling et Londhe, de 42 % (JULIANO ET COLL. 1986 ; LOBENE 1986, 1987A, 1987B ; ROSLING & LONDHE 1987).

En résumé, on peut donc dire qu'un dentifrice contenant 3,3 % de pyrophosphate et 1 % de copolymère permet d'obtenir une réduction de la formation de tartre comprise entre 39,7 % et 50 %. En revanche, un dentifrice contenant 1,3 % de pyrophosphate et 1,5 % de copolymère provoque une réduction pouvant aller jusqu'à 55 %. On peut en conclure que l'efficacité des dentifrices contenant un pyrophosphate est déterminée, dans une plus grande mesure, par la concentration du copolymère.

La meilleure preuve de la réduction de la formation de tartre est obtenue par un dentifrice contenant 1,3 % de pyrophosphate et 1,5 % de copolymère, avec une réduction du tartre allant jusqu'à 55 % comparativement à un dentifrice fluoré conventionnel.

Résumé et conclusions

L'influence du tartre sur la pathogenèse de la parodontite est secondaire. La prévention efficace à domicile de la formation de tartre peut permettre de prolonger les intervalles entre les nettoyages dentaires professionnels, et contribuer ainsi également à la prévention des maladies parodontales.

De nos jours, le triclosan est utilisé comme substance antimicrobienne dans les dentifrices, en combinaison avec le copolymère polyvinyle méthyle éther/acide maléique (PVM/MA), pour réduire la quantité de plaque et éliminer ainsi le substrat de for-

mation du tartre. En outre, pour empêcher la minéralisation du biofilm dentaire, des inhibiteurs de la croissance cristalline tels que les ions zinc sous forme de chlorure ou de citrate ou les pyrophosphates, seuls ou en combinaison avec le copolymère PVM/MA, sont ajoutés aux dentifrices. Des études cliniques ont montré que ces substances chimiques permettent de réduire le tartre dentaire. Toutefois, il convient de noter qu'en plus de l'hygiène bucco-dentaire à domicile, l'accumulation de tartre dépend aussi d'autres facteurs tels que les soins dentaires de base, les habitudes alimentaires, l'âge, l'origine ethnique, le temps écoulé depuis le dernier nettoyage dentaire professionnel, les maladies systémiques et les médicaments.

Cependant, les additifs chimiques contenus dans les dentifrices ont presque exclusivement un effet inhibiteur sur la formation du tartre supragingival. Cela remet en question la prévention des maladies parodontales associées à la présence de tartre subgingival, qui n'est pas atteint par ces substances chimiques en raison de l'écoulement coronal du fluide sulculaire exerçant une influence négative sur l'effet rémanent de ces substances.

Remerciements

Nous tenons à remercier cordialement M^{me} Bernadette Rawyler, Département multimédia des Cliniques de médecine dentaire de l'Université de Berne, pour la réalisation des illustrations.