

Les dentifrices

Marie-Laure Brandy & Peggy Robert

E.I.3 Option MIDiFAB, Sujet binômé proposé par Philippe Méléard

Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes, Av. Général Leclerc, 35700 Rennes

Soumis le 22.11.2005 ; accepté le 4.1.2006

Résumé : Les dentifrices font partie de notre vie quotidienne, et pourtant peu d'entre nous en connaissent la composition. Leurs ingrédients peuvent en fait être classés par catégories. Certains composants de la formulation, comme les abrasifs, sont indispensables et assurent la fonction première d'un dentifrice, à savoir le nettoyage des dents. D'autres sont simplement nécessaires au confort du consommateur et permettent souvent de personnaliser un dentifrice par sa couleur, son goût, sa transparence, sa texture, etc ... L'introduction d'agents spécifiques à certains problèmes de bouche, comme le tartre ou les dents sensibles, devient quant à elle quasiment systématique, ce qui est d'ailleurs le cas pour le fluor dans la lutte contre les caries. Les industriels poursuivent donc leurs recherches et innovent toujours plus, aussi bien dans la fonctionnalité du dentifrice que dans son apparence, jusqu'à le rendre ludique. En effet, aujourd'hui, l'utilisateur ne se satisfait pas des seules propriétés de base de tels produits de soins dentaires : il recherche un dentifrice adapté à ses problèmes buccaux, présentant éventuellement des caractéristiques particulières, telles qu'une action blanchissante, et dont l'aspect lui convient.



Parmi les produits que nous utilisons quotidiennement, le dentifrice occupe une place importante puisque nous en consommons normalement une à trois fois par jour. Cependant, sa composition ou son mode d'action ne sont pas réellement connus du grand public. Le consommateur peut ainsi se retrouver quelque peu désarmé lorsqu'il se trouve face à un rayon de produits d'hygiène dentaire et qu'il doit faire son choix. En effet, outre sa fonction basique, à savoir le nettoyage des dents par abrasion, le dentifrice peut

présenter de nombreuses spécificités, chaque marque offrant une large gamme de soins dentaires correspondant aux différents problèmes bucco-dentaires : anti-tartre, pour dents sensibles, blanchissants, ... Mais cette diversité n'a pas toujours existé.

Petit historique des dentifrices

Les premiers produits de nettoyage dentaire sont apparus entre 300 et 500 av. J.C [1, 2]. Les hommes utilisaient alors des matériaux abrasifs tels que des os, des coquilles d'œufs ou d'huîtres broyées. Puis des mélanges contenant des ingrédients tels que de la poudre de charbon, d'écorce et d'arômes se développèrent [3].

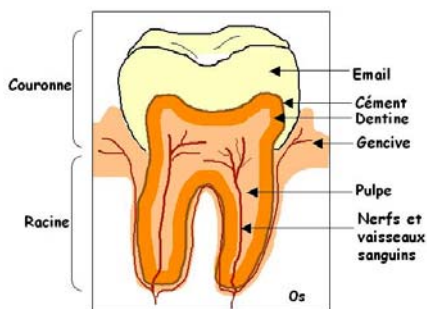


Figure 1 : Coupe schématique d'une dent (inspiré de [6])

L'ancêtre du dentifrice (du latin *dentifricium*, de sens : dent et *fricare* : frotter [4]) tel que nous le connaissons apparaît en fait au XIX^{ème} siècle au Royaume-Uni, sous forme de poudres, de pâtes ou d'eaux. Les poudres étaient constituées de matières abrasives telles que craie, pierre ponce ou charbon. Des éléments astringents et calmants étaient également ajoutés (thym, myrrhe, camphre et même parfois de l'opium !) ainsi que des huiles essentielles pour améliorer le goût. Les pâtes dentifrices contenaient les mêmes ingrédients, mais avec un liant en plus (miel ou glycérine par exemple). Les eaux dentifrices étaient constituées des mêmes autres ingrédients que les poudres mais dépourvues de toute substance abrasive. Leurs éléments astringents et antiseptiques facilitaient l'action de la brosse à dents [4]. Ces produits abrasifs endommageant les dents de leurs consommateurs, ils ont été modifiés au cours du temps, et de nouveaux éléments y ont été incorporés au fur et à mesure des découvertes scientifiques. La dernière évolution la plus significative fut l'introduction du fluor dans les dentifrices dans les années 1970, ce qui permit de diminuer considérablement les problèmes de carie dentaire [5].

Structure buccale et problèmes dentaires

Commençons par une rapide présentation de la structure buccale [5] : les dents, la muqueuse buccale (joues, langue, gencives) et la salive constituent les principaux éléments de la cavité buccale. La dent elle-même est divisée en deux parties. La partie la plus externe est la couronne qui est recouverte d'émail. L'émail est constitué d'une substance très dure qui est l'hydroxyapatite, forme de phosphate de calcium de formule $\text{Ca}_5[(\text{PO}_4)_3\text{OH}]$. Sous l'émail se trouve la dentine, moins dure que l'émail et contenant des cellules vivantes pour 20 % [6]. La salive, qui contient des enzymes, des bactéries, des substances antibactériennes, du phosphate et du calcium, permet de lubrifier et de protéger les gencives et l'émail.

Les problèmes dentaires courants [5, 7] sont schématisés sur la Figure 2. Ils proviennent essentiellement de la plaque dentaire, substance blanchâtre constituée de bactéries qui s'accumulent sur les dents et gencives et qui peut être éliminée par simple brossage. Lorsque celle-ci n'est pas enlevée, différentes maladies peuvent apparaître. Les bactéries de la plaque dentaire sécrètent en effet des composés dont des toxines qui vont provoquer une inflammation des gencives (gingivite). Si l'irritation se prolonge, la gencive recule, et la dentine de la racine est exposée (notamment les tubules

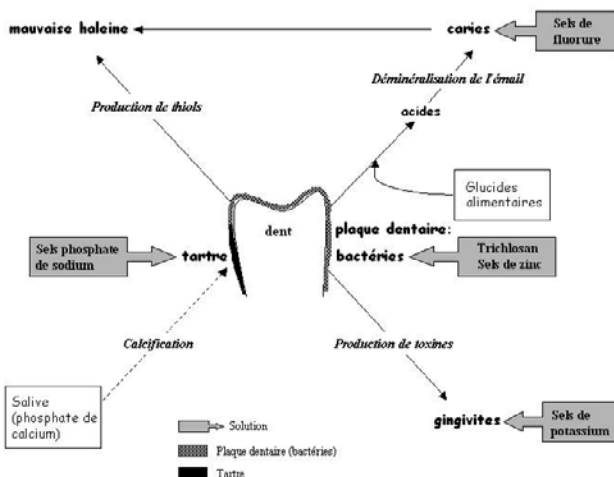


Figure 2 : Les principaux problèmes dentaires et leurs solutions.

à sa surface, petits canaux menant au centre de la dent où se trouvent les nerfs), ce qui provoque une sensibilité aux stimuli extérieurs.

Agissant sur les débris restés coincés entre les dents, les bactéries acidogènes sont responsables de la production d'acides par fermentation des glucides alimentaires. Ces acides attaquent alors l'émail des dents et induisent la formation de caries qui sont des trous dans l'émail déminéralisé. Les dégâts provoqués sont irréversibles et conduisent à la destruction complète de la dent sans traitement. Bien que jouant un rôle protecteur, l'action de la salive ne suffit pas : il faut une bonne hygiène bucco-dentaire et utiliser un dentifrice fluoré. La présence de caries contribue également à la mauvaise haleine (halitose), de même que la production des thiols par les bactéries de la plaque dentaire. Ce sont les antibactériens présents dans les dentifrices qui permettent d'assainir la bouche.

Les dépôts de tartre, qui ne peuvent s'éliminer par simple brossage, proviennent quant à eux d'une calcification de la plaque à partir du phosphate de calcium de la salive. Enfin, les taches proviennent de divers colorants naturels présents dans l'alimentation (ex : café) ou le tabac et peuvent être éliminées avec un abrasif doux.

La composition d'un dentifrice

D'après la définition de Colgate [8], un dentifrice est "une suspension de solides en grande quantité dans un milieu suffisamment visqueux pour assurer une bonne stabilité". Il y a trois buts à l'utilisation d'un dentifrice : le nettoyage des dents, le rafraîchissement de la bouche et l'apport d'agents thérapeutiques. Pour ce faire, il contient des éléments de base tels qu'un abrasif, par exemple, mais également des agents thérapeutiques améliorant l'action du dentifrice, comme le fluor, ou bien lui

Table 1 : Rôle des composants d'un dentifrice [5, 8, 9] (Pourcentages calculés d'après les différents exemples de formulation des références)

Ingrédients	Rôle	wt %	Exemples	
Composants de base	Abrasifs	15 à 50 %	silice amorphe: SiO ₂ / silice hydratée carbonate de calcium précipité: CaCO ₃ alumine: Al ₂ O ₃	
	Eau	20 à 30 %		
	Humidifiants	10 à 30 %	sorbitol : HOCH ₂ [CH(OH)] ₄ CH ₂ OH glycérol : HOCH ₂ CH(OH)CH ₂ OH	
	Epaississants	0,5 à 1,5 %	organiques : gomme de xanthane, dérivés de cellulose, carraghénanes minéraux : gels de silices ou argiles	
	Structurants	0 à 5 %	polyéthylène glycol	
	Stabilisants et ajustement du pH	1 %	monophosphate de sodium : NaH ₂ PO ₄ citrate de zinc (tampon) phosphate trisodique : Na ₃ PO ₄	
	Conservateurs	Inhibent le développement de microorganismes dans le dentifrice	0,2 %	benzoate de sodium (C ₆ H ₅ COONa) méthyl et éthylparabènes (HOC ₆ H ₄ COOR, R=CH ₃ ou CH ₂ CH ₃)
Agents thérapeutiques	Anti-tartre		pyrophosphate tétrasodique tétraphosphate de potassium	
	Désensibilisants	< 5%	chlorure de strontium, nitrate de potassium	
	Antiplaque dentaire	0,3 à 2 %	sels de zinc (citrate de zinc) antibactériens organiques : trichlosan	
	Anti-caries	Renforcent l'émail	0,2 à 0,9 %	sels de fluorures
Agents "marketings"	Tensioactifs	Forment de la mousse, dissolvent et dispersent les parfums insolubles dans l'eau	1 à 2 %	laurylsulfate de sodium (SLS ou SDS) : CH ₃ (CH ₂) ₁₁ SO ₄ Na alkylbenzènesulfonate de sodium : CH ₃ (CH ₂) ₁₁ CH ₆ H ₄ SO ₃ Na cocamidopropylbétaine C ₁₄ H ₂₉ ONH(CH ₂) ₃ N(CH ₃) ₂ CH ₂ COOH
	Arômes		1 à 3 %	huiles de menthe
	Agents adoucissants	Améliorent le goût du dentifrice	0,05 à 0,5 %	saccharine (sel de sodium de o-sulfobenzimide)
	Agents adoucissants	Améliorent le goût du dentifrice	0,05 à 0,5 %	saccharine (sel de sodium de o-sulfobenzimide)
	Colorants			colorants alimentaires
	Agents opacifiants	Donnent la blancheur aux dentifrices opaques		dioxyde de titane TiO ₂

conférant une action pour résoudre un problème dentaire précis. Enfin, il contient des agents visant au confort du consommateur : c'est ce que nous appelons ici les "agents marketing".

Les composants de base d'un dentifrice

Bien que chaque marque possède sa propre formulation, la plupart des dentifrices contiennent les mêmes ingrédients de base, responsables de la fonction première de nettoyage [5, 10, 11]. La Table 1 résume les fonctions de chaque ingrédient et en donne quelques exemples. L'élément essentiel d'un dentifrice est l'abrasif (jusqu'à 50% de la formulation), qui permet de débarrasser les dents des résidus alimentaires ainsi que d'enlever la plaque dentaire et les taches par frottement grâce à la brosse à dents. L'abrasif doit rester doux et ne pas attaquer l'émail tout en assurant de bonnes performances. Son efficacité dépend de trois facteurs : sa dureté ou degré d'abrasion, la dimension de ses particules (de 5 à 25 μm en moyenne) et sa concentration dans le dentifrice. Les plus classiques sont la silice (hydratée ou non), le carbonate de calcium et l'alumine.

Le degré d'abrasion peut être caractérisé selon différentes échelles. L'échelle MOHS [12] indique une dureté relative (de 1 = dureté la plus faible à 10 = dureté la plus forte) de la façon suivante : un minéral ayant une dureté de 4 raie tous les minéraux ayant une valeur MOHS inférieure et est rayé par tout minéral ayant une valeur supérieure. Dans notre cas, la dentine possède une dureté MOHS de 4 et l'émail une valeur de 5, ce qui implique que la dureté de l'abrasif doit être inférieure à 4. Il existe également d'autres échelles pour évaluer le degré d'abrasion des dentifrices et qui prennent en compte leur concentration en abrasif [13, 14].

Les abrasifs étant présents en quantité très importante (15 à 50 %), ils contribuent fortement à la viscosité du dentifrice. L'utilisation de l'eau comme seul liant ne pourrait éviter une sédimentation. En effet, les dentifrices sont soumis aux problèmes habituels des suspensions solide-liquide, à savoir la sédimentation par gravité des particules solides. L'homogénéité de la suspension peut être maintenue en limitant les mouvements des particules dispersées dans la phase continue [15]. Cela est obtenu en augmentant la viscosité du milieu dispersant. C'est pourquoi des humidifiants (20 à 30%) et des épaississants (0.5 à 1.5 % suffisent) sont introduits. Hygroscopiques, les humidifiants [16] permettent d'apporter une certaine onctuosité au produit, tout en limitant son dessèchement. Les plus utilisés sont le glycérol, le sorbitol et de manière plus atypique, le xylitol [6] (polyol naturel) qui a un pouvoir humidifiant élevé et qui lutte d'autre part contre les caries en action combinée avec le fluor [10, 17].

Les principaux épaississants utilisés sont des polysaccharides : la gomme de xanthane, biopolymère d'origine bactérienne produit par fermentation du sucre de maïs, ou celle de cellulose (ou SCMC : carboxyméthylcellulose de sodium, dérivée hydrosoluble de la cellulose) ou bien encore les carraghénanes (extraits d'algues rouges). Ils permettent d'augmenter la viscosité en gênant la mobilité de la phase aqueuse, provoquant ainsi son épaississement. Dans le cas du xanthane, les propriétés rhéologiques sont dues à la rigidité de ses macromolécules [18]. De plus, l'application d'une contrainte oriente les molécules de xanthane, ou plus généralement d'épaississants, et permet de diminuer (réversiblement) la viscosité, ce qui contribue aux propriétés rhéologiques du dentifrice.

Des structurants peuvent être ajoutés. Le plus courant est le polyéthylène glycol. Celui-ci a la propriété de former une organisation en collier de perles avec les micelles du SLS. Cet arrangement permet ainsi de relier entre elles les chaînes de PEG pour donner au dentifrice des propriétés rhéologiques convenables [19]. Épaississants, structurants, abrasifs, eau et humifiants contribuent tous à la viscosité et à la rhéologie du dentifrice. L'ajustement de leurs proportions respectives doit permettre d'obtenir un produit thixotrope et rhéofluidifiant. En effet le dentifrice ne doit couler que

lorsque l'on exerce une pression sur le tube, et retrouver son état initial après arrêt de la contrainte, lui permettant de ne pas couler au travers des poils de la brosse à dents [20].

Il est important de veiller à la compatibilité des composants, qui ne doivent pas interagir entre eux ou avec l'intérieur du tube dentifrice. C'est une des raisons pour lesquelles des agents stabilisants et ajustant le pH sont introduits dans la formulation, permettant également d'obtenir un produit sans danger pour une utilisation orale. Les produits employés sont le monophosphate de calcium, le phosphate trisodique ou citrate de zinc (pour un pH neutre), mais aussi la soude [5]. Enfin, les conservateurs empêchent le développement de microorganismes tels que des moisissures ou des bactéries. Les plus utilisés sont le benzoate de sodium et le méthyl- ou éthylparabène [21].

Les composants indispensables et conférant une spécificité au dentifrice : les agents thérapeutiques

Un dentifrice ne contient pas seulement les ingrédients de base cités ci-dessus, mais aussi des agents thérapeutiques permettant d'améliorer son efficacité [22]. Le fluor est un des ingrédients les plus importants du dentifrice, car il est très efficace dans la lutte contre les caries [23, 24]. L'hypothèse suivante est avancée à propos de son mode d'action : le fluorure et l'hydroxyapatite qui constitue l'émail interagissent pour former un composé hydroxyapatite fluoré (par remplacement d'une partie des ions hydroxyde par les ions fluorures ($\text{Ca}_5[(\text{PO}_4)_3\text{OH}]$ donne $\text{Ca}_5[(\text{PO}_4)_3\text{F}]$) qui est plus résistant aux attaques acides que l'émail lui-même. Dans le même temps, un mécanisme de reminéralisation (fixation de calcium et phosphate dans les trous de l'émail) est induit par le fluorure et permet donc une réparation des tout premiers signes de caries [5, 24].

La concentration de ce composé anti-carie dans les dentifrices varie de 1000 à 1500 ppm. Les composés fluorés majoritairement utilisés aujourd'hui sont le fluorure de sodium (NaF) et le monofluorophosphate de sodium ($\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$). Des études cliniques ont démontré l'efficacité du fluor dans la lutte contre les caries [23]. Ainsi, la commercialisation de dentifrices fluorés dans les années 1970 a considérablement réduit le nombre de caries chez les enfants d'où l'utilisation aujourd'hui quotidienne de dentifrices fluorés, en dose contrôlée (voir encart 1) [5].

Encart 1 : Les dangers du fluor

- Malgré son action anticariogène reconnue aujourd'hui, le fluor reste dangereux en cas de surdosage. Un sous dosage serait par ailleurs totalement inefficace, d'où l'importance de contrôler la quantité de cette substance absorbée.
- De nombreuses sources de fluor différentes sont en effet présentes au quotidien, entraînant un risque de surdosage : eaux naturelles riches en fluor, sel de table (fluorisation autorisée en France depuis 1987 à la dose de 250 mg/kg de sel), dentifrices fluorés, apports supplémentaires prescrits par les praticiens sous forme de comprimés ou gouttes ainsi que bains de bouche, chewing-gums,... Cette consommation sous forme multiple peut conduire à un excès de fluor se révélant par une fluorose qui conduit à des colorations (jaunissement) et des détériorations de l'émail [25, 26].

Certains dentifrices luttent plus spécifiquement contre la plaque dentaire. Constituée de bactéries, la plaque dentaire doit être détruite ou sa formation empêchée. Deux principaux types d'agents anti-plaque dentaire existent [5] : les agents bactéricides avec ion métallique, les plus utilisés étant les sels de zinc (ex : citrate de zinc $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_{14}\text{Zn}_3$), et les agents antibactériens organiques, le plus répandu étant le trichlosan [27]. Ces différents agents peuvent parfois être utilisés simultanément pour une meilleure

Tableau 2 : Quelques exemples de dentifrices commerciaux

Dentifrice	Colgate 2en1 dentifrice et solution dentaire Acticlean	Colgate Total plus Blancheur	Colgate oxygène pure Fraîcheur	Vademecum Homéophytol (laboratoires Vademecum)	Sensodyne soin complet (GlaxoSmithKline)	
Objectifs	nettoie les dents, rafraîchit l'haleine	nettoie les dents, rafraîchit l'haleine restaure la blancheur des dents	Libère de fines bulles d'oxygènes	compatible avec l'homéopathie (sans menthe) fluor	soulage les dents sensibles au chaud et au froid, anti-caries, soin fluor, renforce l'émail, protège les gencives	
Agents de base	Eau	aqua	aqua	aqua	aqua	
	Abrasifs	hydrated silica	hydrated silica, mica	hydrated silica	aluminium hydroxyde, silica	hydrated silica, silica
	Agents humidifiants	sorbitol, glycerin	sorbitol, glycerin	glycerin	sorbitol	sorbitol, glycerin, panthénol
	Epaississants	carrageenan	cellulose gum, carrageenan	carrageenan, cellulose gum	cellulose gum	cellulose gum
	Structurants	PEG-12	PVM/MA copolymer	propylene glycol, polyethylene	propylene glycol	
	Stabilisants et ajustement du pH		sodium hydroxyde	sodium hydroxyde		acide citrique
	Conservateurs				methylparaben, sodium benzoate	BHT
Agents « marketing »	Tensioactifs	sodium lauryl sulfate, cocamidopropyl betaine	sodium lauryl sulfate	sodium lauryl sulfate	sodium lauryl sulfate	cocamidopropyl betaine
	Agents adoucissants	sodium saccharin	sodium saccharin	sodium saccharin	sodium saccharin	sodium saccharin
	Agents opacifiants		CI 77891 (TiO ₂)		CI 77891	CI 77891
	Colorants	CI 42090	CI 42090	CI 42090, CI 74160 (bleus)		
	Arômes	limonene, eugenol, cinnamal	limonene, aroma	limonene, aroma	aroma	aroma
Agents thérapeutiques	Anti-tartre	tetrasodium pyrophosphate			sodium phosphate	trisodium phosphate
	Désensibilisant					potassium chloride
	Anti-plaque dentaire		trichosan (0.3%)			zinc citrate
	Anti-caries	sodium fluoride	sodium fluoride (1450 ppm)	sodium monofluorophosphate (1000 ppm)	sodium monofluorophosphate (1000 ppm)	sodium fluoride (1400 ppm)
Les "plus" du dentifrice			calcium peroxide, sodium bicarbonate	extraits de plantes, oligo-éléments copper gluconate	Tocophérylacétate (vitamine E acétate) : antioxydant	

efficacité. Contenant des sels de phosphate tels que le pyrophosphate de sodium, les dentifrices anti-tartre permettent de réduire la formation de tartre, mais ne peuvent en aucun cas l'enlever [28].

En ce qui concerne le problème des dents et gencives sensibles, notamment la douleur ressentie en présence de froid, de chaud, d'acide, de sucré ou lors du brossage, des dentifrices adaptés (par exemple Sensodyne®) permettent de bloquer l'influx nerveux responsable de la douleur au niveau des synapses ou d'obturer les tubules de la dentine, empêchant ainsi l'excitation des nerfs [28], [29]. Les agents actifs sont dans ce cas le chlorure de strontium (SrCl_2) et le nitrate de potassium (KNO_3) [30], mais aussi le fluorure d'étain (SnF_2). Ces agents actifs sont souvent associés à un agent antibactérien (citrate de zinc pour Sensodyne®) afin de retrouver des gencives saines. Les résultats d'une utilisation quotidienne d'un tel produit ne sont ressentis qu'au bout de quatre à six semaines.

Les "ingrédients marketing"

Présents en faible quantité, ces composants contribuent au confort du consommateur [5]. Les tensioactifs permettent la formation de la mousse lors du brossage, associée par l'utilisateur à l'efficacité du produit. C'est principalement pour cette raison qu'ils sont introduits dans la formulation mais ils participent également au nettoyage des dents et permettent de solubiliser des composants hydrophobes, tels que les parfums, en les emprisonnant au cœur de leurs micelles [21]. Les arômes et parfums sont indispensables pour améliorer le goût du dentifrice et éventuellement masquer celui d'autres ingrédients, comme le SDS, d'où un parfum habituellement fort. Mis à part les produits spéciaux tels que ceux destinés aux enfants, les goûts des dentifrices sont pour 80% d'entre eux à base de menthe, ce qui garantit par ailleurs un effet "haleine fraîche". La saccharine permet quant à elle d'adoucir le goût du dentifrice. D'autres ingrédients mineurs tels que les colorants donnent leurs caractéristiques au dentifrice. La Table 2 regroupe les ingrédients des dentifrices commerciaux cités en explicitant le rôle de chaque composant.

Quelques innovations

Aujourd'hui, avoir des dents blanches est une marque d'élégance et de bonne hygiène de vie. Pourtant, outre les colorations externes dues aux aliments tels que le vin, le café, le thé, certains fruits ou le tabac, le jaunissement des dents est naturel. La coloration naturelle de la dent s'étend du jaune au gris et dépend notamment de l'épaisseur de l'émail qui peut laisser transparaître la couleur jaune de la dentine. D'autres facteurs entrent en compte, tels que certaines affections dentaires comme la fluorose. Cependant, quasiment seules les taches d'origine extrinsèque pourront être éliminées.

Les propriétés oxydantes du peroxyde d'hydrogène peuvent être utilisées pour pénétrer dans la structure de l'émail et oxyder les dépôts de couleur [31]. L'une des méthodes utilisées (chez un praticien uniquement) est d'appliquer pendant un temps court une forte concentration en peroxyde de carbamide ($\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_3$, jusqu'à 35%) par exemple qui se détruit en peroxyde d'hydrogène dans la bouche. Cependant cette méthode peut conduire à des brûlures chimiques et à une sensibilité dentaire (atteinte de la dentine). D'autres techniques plus douces peuvent être utilisées, telle que l'utilisation d'une "gouttière" avec une basse concentration (3%) en agent oxydant, ou encore l'utilisation de "patches" contenant également du peroxyde d'hydrogène (par exemple White Strips Pro® de Crest™ ou Colgate Simply White®).

Les dentifrices dits blanchissants (par exemple Colgate Total® à base de silice hydratée, Colgate Herbal White® à base de carbonate de calcium et silice...) ne permettent pas de réellement

blanchir les dents, mais seulement d'éliminer les taches à leur surface. L'action de ces produits, mise en doute par certains praticiens, est due uniquement à la présence d'abrasifs (silice, alumine, carbonate de calcium mais aussi perlite qui est un minéral d'origine volcanique dans Système Blancheur Signal®) qui peuvent endommager les tissus mous lors d'une trop grande utilisation [28, 31].

Depuis quelques années, les dentifrices transparents ont fait leur apparition. Leur formulation est assez complexe, puisqu'elle est basée sur le fait que la phase dispersée, ici principalement les abrasifs, a le même indice de réfraction que la matrice (composée essentiellement d'eau et d'humidifiants) [13]. Cependant ceci est difficile à obtenir car l'indice de réfraction de l'eau ($n = 1.332$) est plus bas que celui des silices ($n = 1.438$ à 1.451). Le pourcentage en eau devra donc être diminué au profit de celui en humidifiants, d'indice de réfraction plus proche de celui des silices (glycérol $n = 1.472$, sorbitol $n = 1.456$). Dans le brevet déposé par Kostinko, J., Fultz, W., MCGill, P. [13], le cahier des charges à remplir par les silices utilisées est le suivant : la silice doit être suffisamment abrasive, avoir un indice de réfraction assez bas entre 1.439 et 1.450 mais également un bon pouvoir de transmission de la lumière (plus de 60 %). Toutes ces propriétés dépendent de la structure et des paramètres géométriques de la silice utilisée, qui devra donc être soigneusement choisie.

Fabrication industrielle

Selon les sources, les procédés de fabrication diffèrent. Dans tous les cas, il s'agit essentiellement d'une homogénéisation par agitation mécanique suivie d'une désaération [17]. Dans le procédé décrit dans la référence [8], sont mélangés dans un premier temps agents épaississants, humidifiants, eau et sels solubles (agents thérapeutiques, adoucissants, stabilisants) pour former un gel. Ensuite les abrasifs sont introduits sous vide dans un mélangeur. Suit une désaération partielle. Enfin les arômes et tensioactifs sont ajoutés. L'étape finale est une désaération. La pâte obtenue est filtrée pour être conditionnée. Il s'agit cependant ici d'une description sommaire, chaque industriel ayant son propre procédé de fabrication à adapter selon les composants, les problèmes de solubilité et de mise en suspension (conservateurs, colorants, opacifiants, structurants...).

Conclusion

Les nombreux composants des dentifrices ne se regroupent finalement qu'en quelques catégories, dont certaines sont indispensables (abrasifs, agents thérapeutiques), tandis que d'autres sont surtout présentes pour des questions purement marketing. Aujourd'hui, des innovations apparaissent sur le marché tels que les patchs blanchissants à utiliser soi-même ou les pâtes à dentifrices dégageant de l'oxygène "*comme un souffle d'air frais*", mais les différences se jouent surtout sur des arguments de vente, telles que l'apparence, l'odeur, la couleur (développement des dentifrices transparents,..), le packaging. Un marché important aujourd'hui est celui des dentifrices pour enfants, qui doivent être formulés de façon à ne pas rebuter les plus petits, tout en étant adaptés à leur structure buccale (dose de fluor, goût et odeur sucrés,...). Quelles seront les prochaines innovations qui séduiront le consommateur ?

Remerciements : Nous remercions Monsieur André Crutzen et Madame Danielle Bastin de Colgate Palmolive pour leur aide dans ce projet. Nous tenons également à remercier Monsieur Philippe Méléard pour son aide précieuse et ses conseils dans ce projet.

Références

- [1] <http://www.parentingtoddlers.com/toothpaste-history.html> (consulté en novembre 2005)
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/Dentifrice> (consulté en novembre 2005)
- [3] <http://www.sadanet.co.za/dhw/history/toothpaste.html> (consulté en novembre 2005)
- [4] <http://www.bium.univ-paris5.fr/aspad/dentifrice.htm> (consulté en novembre 2005)
- [5] Louis Ho Tan Tai (1999) in *Détergents et produits de soins corporels* (Dunod, ed.), pp.277-292, Paris
- [6] <http://en.wikipedia.org/wiki/Dentin>
- [7] http://www.colgate.ch/fr/oralcare/common_problems/ (consulté en novembre 2005)
- [8] D. Bastin, Senior Research Scientist, Colgate, Présentation "Oral Care Hygiene Toothpaste Formulation"
- [9] Yamane, O., Correa, F., Morisita, R. (2000) brevet Colgate-Palmolive WO 0069401
- [10] <http://www.saveyoursmile.com> (consulté en novembre 2005)
- [11] <http://www.toothpasteworld.com> (consulté en novembre 2005)
- [12] http://en.wikipedia.org/wiki/Mohs_scale_of_mineral_hardness
- [13] Kostinko, J., Fultz, W., MCGill, P. (2004), brevet WO 2004/043419 A1
- [14] Hooper, S., West, N.X., Pickles, M.J., Joiner, A., Newcombe, R.G. and Addy, M. (2003), *Journal of Clinical Periodontology*, 30, 802-808
- [15] Cabane, B. (2003) Formulation des dispersions, *Techniques de l'ingénieur, Traité génie des procédés J 2* 185, 2
- [16] <http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects2001/anderson/humectants.htm#1>
- [17] Goupil, J.J. (1985) brevet Goupil, EP 0138705B1
- [18] Simon, J.-L. (2001) Gomme de xanthane : agent viscosant et stabilisant, *Techniques de l'ingénieur, Traité agroalimentaire*, F 4 300, 4-5
- [19] Jönsson, B., Lindman, B., Holmberg, K. and Kronberg, B. (1998) in *Surfactants and polymers in aqueous solution* (John Wiley & Sons), 210-213, Chichester
- [20] J. Jeftic, Professeur à l'ENSC Rennes, cours "Initiation à la rhéologie"
- [21] Schneller, R. and Romanowski, P. (1999) in *Beginning Cosmetic Chemistry* (Allured Publishing Corporation), p42, 87, 100, Carol Stream
- [22] http://www.bupa.co.uk/health_information/html/ (consulté en novembre 2005)
- [23] Topping, G., Assaf, A. (2005) *Evid Based Dent.* 6, 32
- [24] <http://en.wikipedia.org/wiki/fluorapatite>
- [25] Browne, D., Whelton, H. and O'Mullane, D. (2005) *Journal of Dentistry* 33, 177-186
- [26] <http://www.adf.asso.fr> (consulté en novembre 2005)
- [27] Brading, M.G., Cromwell, V.J., Jones, N.M., Baldeck, J.D., Marquis, R.E. (2003) *International Dental Journal* 53, Suppl. 1, 363-370
- [28] Thibault, C. *L'explorateur* 9, N°1
- [29] <http://www.thejcdp.com/issue022/walter/06walter.htm> (consulté en novembre 2005)
- [30] Schiff, T., Dos Santos, M., Laffi, S., Yoshioka, M., Baines, E., Brasil, K.D., McCool, J.J., De Vizio, W. (1998) *J Clin Dent.* 9, 22-5
- [31] Than, C. (2003) *Québec Pharmacie* 50, N°10