

GRAND ORAL

PHYSIQUE-CHIMIE

Comment les boissons acides participent elles à la formation de caries ?

Avez vous déjà imaginé l'impact d'un verre de soda sur vos dents ? Nous en consommons tous pour son côté à la fois sucré et acide mais derrière ce geste quotidien, apparemment anodin, se dissimule une série de réactions chimiques complexes qui se déroulent à la surface de nos dents. L'exposition répétée à des substances acides modifie le pH buccal, perturbe l'équilibre de l'émail et peut initier un processus de fragilisation, à long terme, de la structure dentaire et favoriser l'apparition des caries. Nous nous demanderons alors : en quoi les boissons acides participent-elles à la formation de caries ? Nous verrons premièrement que les boissons acides perturbent l'équilibre de la bouche puis l'attaque de l'émail dentaire et enfin le rôle du sucre dans l'aggravation des caries.

I. L'action des boissons acides sur l'équilibre chimique de la bouche

Tout d'abord, une solution acide à un pH inférieur à 7 sur une échelle de 0 à 14. 7 correspondant à l'eau complètement pure, un pH supérieur à 7 indique alors une solution basique. Dans une solution acide, on retrouve des ions oxonium H_3O^+ , leur concentration se calcule grâce à la relation $(H_3O^+) = C_0 \times 10^{-pH}$. Par exemple, une mesure pH effectuée sur le coca cola original indique un pH égal à 2,5, on peut donc calculer sa concentration en H_3O^+ , sachant que C_0 est la concentration initiale égale à $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$: $(H_3O^+ \text{ coca}) = 1,0 \times 10^{-2,5} = 3,2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Les boissons que nous consommons ont différents pH en fonction de l'acide qu'elles contiennent, par exemple : les sodas gazeux contiennent de l'acide phosphorique avec un pH de 2,5 à 3,5 tandis que les jus de fruits ont un pH compris entre 2,5 et 4 car ils contiennent de l'acide citrique. Leur teneur en ions oxoniums dépendra donc de ce pH, plus il est bas, plus cette concentration est forte et plus l'attaque des dents sera importante. Le jus d'orange a habituellement un pH de 3,3, on calcule sa concentration en ions oxonium : $(H_3O^+ \text{ orange}) = 1,0 \times 10^{-3,3} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

La salive est une solution légèrement basique avec un pH d'environ 7,2 ; elle exerce dans la bouche un effet tampon, une solution tampon est une solution qui maintient approximativement le même pH malgré l'ajout de petites quantités d'acides ou de bases ou bien malgré une dilution;

Ce maintien d'un pH basique permet de protéger les dents des caries car un milieu acide favorise le développement bactérien. Or, l'acidité des boissons fait baisser le pH buccal temporairement, le rendant inférieur à 7 et donc acide.

II. La fragilisation de l'émail, une porte d'entrée pour la carie

L'émail dentaire est la couche dure externe des dents, il est composé à 97% de cristaux d'hydroxyapatite de formule $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$. C'est un solide ionique, basique, donc sensible aux acides.

Une attaque acide se produit alors dans la bouche, en effet, les ions H_3O^+ de la boisson acide réagissent avec les l'hydroxyapatite de l'émail, c'est une réaction acide base avec les couples : $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$, $\text{HPO}_4^{2-}/\text{PO}_4^{3-}$ et $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$ l'acide est capable de céder un proton H^+ tandis que la base est capable d'en capter un. Cela donne l'équation : $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} + 4\text{H}_3\text{O}^+ = 5\text{Ca}^{2+} + 3\text{HPO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$. Le groupe OH^- réagit avec H_3O^+ pour former de l'eau H_2O , les ions PO_4^{3-} captent un H^+ pour devenir HPO_4^{2-} , le réseau solide d'hydroxyapatite se dissocie et libère les ions Ca^{2+} et HPO_4^{2-} et de l'eau sous l'action de l'acidité. On assiste donc au phénomène de dissolution progressive de l'émail nommée déminéralisation, cela forme des microcavités dans la dent. Cette attaque acide est plus ou moins forte selon la boisson, en effet, en chimie, la force d'un acide est caractérisée par sa constante d'acidité K_a : plus K_a est grand, plus l'acide est fort. On peut donc calculer quelle boisson à l'acide le plus fort pour savoir lesquelles éviter pour protéger nos dents de l'attaque de l'émail. Un acide fort est un acide qui réagit totalement avec l'eau, on le note AH. L'équation modélisant sa transformation est $\text{AH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Rightarrow \text{A}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ donc un acide fort libère plus d'ions H_3O^+ qui attaqueront par la suite l'émail. Calculons le K_a du jus d'orange et du coca pour comparer leur impact : La formule pour le calculer est $K_a = 10^{-\text{p}K_a}$ le piano est une constante révélant la capacité d'une molécule à libérer un proton H^+ dans une solution ,le coca contient de l'acide phosphorique qui a un $\text{p}K_a$ de 2,1 on obtient donc $K_{a\text{coca}} = 10^{-2,1} = 7,9 \times 10^{-3}$ tandis que le jus d'orange qui contient de l'acide citrique a un $\text{p}K_a$ de 3,1 on calcule alors $K_{a\text{jus d'orange}} = 10^{-3,1} = 7,9 \times 10^{-4}$

Le K_a du coca est plus grand, il est donc plus agressif pour l'émail.

Cependant, cette réaction n'est pas totale car l'émail ne se dissoudra que partiellement, donc cette réaction peut se produire dans l'autre sens, ce que l'on appelle la reminéralisation : l'émail dissout se ressolidifie e, réagissant avec l'eau de la salive. Mais pourquoi sommes nous obligés d'aller chez le dentiste si notre cavité peut se reboucher d'elle même ? Et bien car si il y a beaucoup d'acides, il y aura plus de déminéralisation que de reminéralisation, sachant que nous déglutissons rapidement, nous avalons de l'émail sous forme soluble, on perd alors de la matière, ce qui empêche la future carie de se reboucher.

III. Le rôle du sucre et des bactéries dans l'aggravation des caries (svt)

Le sucre est omniprésent dans les boissons que nous avons l'habitude de consommer, sous forme de saccharose. Ce sucre seul ne suffit pas à créer une carie dans la microcavité mais il favorise la prolifération des bactéries en leur servant de source d'énergie. Dans la cavité buccale, certaines bactéries vivent dans la plaque dentaire, souvent en milieu pauvre en oxygène. Pour produire de l'énergie sous forme d'ATP, elles réalisent alors un métabolisme anaérobie appelé fermentation lactique dans leur cytoplasme.

Ce processus commence par la glycolyse : le glucose des boissons est transformé en acide pyruvique, avec la production de 2 molécules d'ATP, cela nécessite 2 molécules d'ADP et 2Pi. En absence d'oxygène, les bactéries convertissent ensuite l'acide pyruvique en acide lactique, ce qui permet de régénérer le composé réduit R^{\cdot} nécessaire à la glycolyse.

L'acide lactique ainsi produit acidifie encore plus la bouche. Il y a donc un double effet acide entre celui de la boisson puis celui du sucre transformé en acide. Creusant la carie

Pour conclure, la formation de carie est donc le résultat d'un processus cumulatif entre la consommation de boissons provoquant l'acidification de la salive et le sucre transformé en acide par les bactéries, aggravant la carie. Cela nous permet de comprendre l'importance de bien se

brosser les dents et de limiter la consommations de telles boissons. J'ai choisi ce sujet pour cette raison, j'aimerais être dentiste et donc sensibiliser le plus de personnes possible aux moyens de lutter contre les caries pour préserver une bonne hygiène générale.