



Promotion Santé Suisse

Document de travail 22

La consommation d'édulcorants. Effets sur la santé des enfants et des adolescents

Aperçu de la littérature et recommandations

Promotion Santé Suisse est une fondation soutenue par les cantons et les assureurs-maladie. En vertu de son mandat légal (Loi sur l'assurance-maladie, art. 19), elle exécute des mesures destinées à promouvoir la santé. La Fondation est soumise au contrôle de la Confédération. Son organe de décision suprême est le Conseil de Fondation. Deux bureaux, l'un à Berne et l'autre à Lausanne, en forment le secrétariat. Actuellement, chaque personne verse, en Suisse, un montant de CHF 2.40 par année en faveur de Promotion Santé Suisse. Ce montant est encaissé par les assureurs-maladie pour le compte de la Fondation. Informations complémentaires: www.promotionsante.ch

Dans la série «**Document de travail de Promotion Santé Suisse**», la Fondation publie des travaux réalisés par elle-même ou sur mandat. Ces documents de travail ont pour objectif de soutenir les expertes et experts dans la mise en place de mesures dans le domaine de la promotion de la santé et de la prévention. Le contenu de ces derniers est de la responsabilité de leurs auteurs. Les documents de travail de Promotion Santé Suisse sont généralement disponibles sous forme électronique (PDF).

Impressum

Editeur

Promotion Santé Suisse

Auteure

Stefanie Murer, Dr. sc. EPF, Laboratoire d'alimentation humaine, EPF Zurich

Responsabilité et coordination

Jvo Schneider et Thomas Mattig, Promotion Santé Suisse

Groupe d'accompagnement scientifique

- Angelika Hayer, dipl. oec. troph., Société Suisse de Nutrition SSN
- Nadine Stoffel-Kurt, MSc, Office fédéral de la santé publique, Section Nutrition et activité physique
- Karin Haas, Dr. rer. nat., Haute école spécialisée bernoise, Division Santé
- Adrian Müller, MSc, Association Suisse des Diététicien-ne-s diplômé-e-s ES/HES
- Franziska Widmer Howald, diététicienne diplômée HES, Promotion Santé Suisse

Série et numéro

Promotion Santé Suisse Document de travail 22

Forme des citations

Murer, S. (2014). *La consommation d'édulcorants. Effets sur la santé des enfants et des adolescents*. Promotion Santé Suisse Document de travail 22, Berne et Lausanne

Crédit photographique image de couverture

thinkstockphotos.com

Renseignements et informations

Promotion Santé Suisse
Dufourstrasse 30, case postale 311, CH-3000 Berne 6
Tél. +41 31 350 04 04, fax +41 31 368 17 00
office.bern@promotionsante.ch, www.promotionsante.ch

Texte original

Allemand

Numéro de commande

02.0031.FR 05.2014

Ce rapport est également disponible en allemand (numéro de commande 02.0031.DE 05.2014).

Télécharger le PDF

www.promotionsante.ch/publications

ISSN

2296-5696

Table des matières

Editorial	4
Management Summary	5
1 Introduction	7
1.1 Objectif	7
1.2 Méthode	7
1.2.1 Recherche dans la littérature	7
1.2.2 Critères d'inclusion et d'exclusion	7
1.2.3 Termes utilisés pour désigner les aliments édulcorés	8
2 Définition des édulcorants	9
3 Autorisation et sécurité des édulcorants en Suisse	11
3.1 Autorisation	11
3.1.1 Stévia et glycosides de stéviol	11
3.2 Sécurité	12
4 Consommation d'édulcorants chez les enfants et les adolescents	13
5 Effets de la consommation d'édulcorants sur la santé	15
5.1 Influence des édulcorants sur la prise de nourriture et le poids corporel	15
5.1.1 Réduction de l'apport énergétique par les édulcorants	15
5.1.2 Edulcorants et prise de nourriture	16
5.1.3 Edulcorants et poids corporel	17
5.2 Influence des édulcorants sur les facteurs de risque métaboliques	19
5.2.1 Facteurs de risque métaboliques	19
5.3 Influence des édulcorants sur le comportement	20
5.3.1 Comportement addictif et préférences gustatives	20
5.3.2 Attention et performances cognitives	21
5.3.3 Agressivité	21
5.4 Edulcorants, maux de tête et épilepsie	21
5.5 Influence des édulcorants sur le risque de cancer	21
5.6 Edulcorants et santé bucco-dentaire	22
5.7 Phénylcétonurie	22
6 Conclusions	23
7 Recommandations	24
8 Sources	25

Editorial

Un poids corporel sain – notre priorité à long terme

En 2012, 41% de la population suisse était en surpoids ou obèse. Les dernières enquêtes montrent que ces problèmes touchent en moyenne 17,5% à 19% des élèves en Suisse. Lorsque l'indice de masse corporelle (IMC) augmente, le risque de développer différentes maladies s'accroît. Il est donc essentiel d'empêcher l'apparition même du surpoids ou de l'obésité. Le domaine «Poids corporel sain» est par conséquent un élément central de la stratégie à long terme 2007–2018 de Promotion Santé Suisse. Avec nos partenaires cantonaux, nous investissons une grande partie de nos ressources dans le domaine du poids corporel sain chez les enfants et les adolescents. L'objectif à long terme est d'augmenter la part de la population ayant un poids corporel sain. Grâce à une stratégie qui porte aussi bien sur les conditions que sur les comportements, Promotion Santé Suisse entend contribuer à inverser la tendance qui prédomine actuellement.

Les édulcorants dans les aliments

Notre rapport de base de 2010 a montré que, dans le cadre de l'alimentation, la consommation de boissons sucrées en particulier jouait un rôle déterminant dans la prise de poids. Ce constat a été renforcé dans notre rapport 3 «Boissons sucrées et poids corporel chez les enfants et les adolescents – Etat actuel des connaissances scientifiques et recommandations» publié en septembre 2013. Les bases scientifiques montrent qu'il existe un lien entre la consommation de boissons sucrées et le poids corporel.

Mais cela s'applique-t-il également aux aliments édulcorés artificiellement? Car les boissons contenant des sucres ajoutés sont concernées au même

titre que celles contenant des édulcorants artificiels. Ces derniers ont-ils une influence sur le poids corporel des enfants et des adolescents, ou peuvent-ils même favoriser l'apparition de maladies? Avec le présent document de travail, Promotion Santé Suisse répond aux incertitudes et aux questions concrètes de la population. Il a pour objectif de fournir des preuves actuelles et scientifiquement fondées sur les bienfaits et les risques des édulcorants sur la santé des enfants et des adolescents.

Boire de l'eau, un message clair

L'état actuel de la recherche concernant les répercussions de la consommation de boissons sucrées et de boissons contenant des édulcorants sur la santé n'est pas entièrement satisfaisant. C'est pourquoi l'un de nos principaux messages est le suivant: boire de l'eau est sain!

En Suisse, le «Château d'eau de l'Europe», de nombreux partenariats bien établis ont été conclus sur le thème de l'eau. En menant des actions communes, nous souhaitons encourager les enfants et les adolescents à boire de l'eau.

Nous remercions chaleureusement les membres du groupe d'accompagnement scientifique pour leur engagement, leurs commentaires constructifs ainsi que leurs propositions d'amélioration. Merci également à nos partenaires pour leur excellente collaboration dans toutes les mesures relatives à cette thématique.

Thomas Mattig
Directeur

Jvo Schneider
Co-responsable Poids corporel sain

Management Summary

Les additifs dans les denrées alimentaires ne sont autorisés que dans la mesure où ils ne présentent aucun risque pour la santé de la population. Ils sont soumis à une évaluation continue de la sécurité et font ainsi partie des ingrédients les plus contrôlés dans notre alimentation. Il n'est donc pas étonnant qu'ils soient périodiquement pris sous les feux de la critique. C'est principalement l'utilisation d'édulcorants qui est régulièrement remise en question et qui fait l'objet de vives discussions au sein de l'opinion publique. Depuis qu'ils existent, les édulcorants artificiels sont soupçonnés d'avoir des effets néfastes sur la santé. Dès le début des années 70, des chercheurs ont déclaré que des fortes doses d'édulcorants étaient susceptibles de provoquer un cancer de la vessie chez les rats. Avec la propagation mondiale de l'épidémie de surcharge pondérale, qui a également touché les enfants et adolescents suisses, on s'est davantage intéressé aux édulcorants au cours des dernières années. Les édulcorants confèrent un goût sucré aux aliments, mais sans calories supplémentaires. Que ce soit dans le cadre d'un régime ou simplement d'une alimentation en vue de garder la ligne, la fréquence de consommation d'édulcorants a, au cours des trois dernières décennies, fortement augmenté dans le monde entier et dans toutes les tranches d'âge. Des craintes ont été émises quant à la faculté des édulcorants à stimuler l'appétit, à augmenter la prise de nourriture, à entraîner une prise de poids et même à rendre dépendant.

Le contrôle et l'évaluation périodiques des édulcorants et des additifs en général, à la lumière des dernières connaissances, revêtent une importance capitale pour notre santé. Cependant, les débats fréquemment exposés sur la place publique inquiètent régulièrement une grande partie de la population. Pour les enfants et les adolescents, on tend à faire preuve de la plus grande prudence. Et c'est bien compréhensible, car par rapport à leur poids corporel, les enfants absorbent nettement plus de nourriture et donc potentiellement plus d'édulco-

rants que les adultes. A cela s'ajoute leur préférence marquée pour les aliments sucrés.

Le présent document de travail a pour objectif de fournir des preuves actuelles, conformes aux connaissances de 2014 et scientifiquement fondées sur les bienfaits et les risques des édulcorants pour la santé des enfants et des adolescents. L'influence des édulcorants sur la prise de nourriture, le poids corporel, le métabolisme, le comportement, les maux de tête, l'épilepsie, le cancer et la santé bucco-dentaire a tout particulièrement été analysée. Des recommandations nutritionnelles correspondantes en sont dérivées, et des informations de fond importantes sont fournies sur les édulcorants autorisés en Suisse.

Lors de la recherche de publications scientifiques, on a en priorité pris en compte les revues systématiques et les études randomisées contrôlées menées auprès d'enfants et d'adolescents de ≤ 21 ans.

Le document de travail montre que pour la plupart des répercussions sur la santé qui ont été examinées, les données scientifiques sont insuffisantes pour permettre d'évaluer de manière approfondie le potentiel de risque des édulcorants chez les enfants et les adolescents. Il n'y a qu'en matière de prise de nourriture et de poids corporel que l'on peut, avec une grande certitude, partir du principe que les édulcorants ne stimulent pas l'appétit et qu'ils ne favorisent pas non plus la prise de poids à long terme. A valeur énergétique réduite, leur influence reste marginale pour la perte d'un poids excédentaire.

En raison des informations limitées dont on dispose, l'auteure et le groupe d'accompagnement scientifique recommandent de renoncer, dans la mesure du possible, à la consommation de produits édulcorés artificiellement et à valeur énergétique réduite dans l'alimentation des enfants et des adolescents. Et ce, afin de ne pas encourager une préférence éventuelle pour les aliments sucrés et d'empêcher que les enfants associent les aliments édulcorés à une densité calorique réduite. Les boissons édulcorées artificiellement, tout comme les sucreries et

les snacks salés, figurent au sommet de la pyramide alimentaire suisse et ne doivent être consommées qu'en faibles quantités.

Les boissons recommandées sont l'eau et les thés non sucrés (selon la pyramide alimentaire suisse).

Dans les cas particuliers, par exemple chez les enfants en surpoids ayant une forte consommation de boissons sucrées, le remplacement ciblé des boissons sucrées par des boissons light et zéro peut éviter une prise de poids supplémentaire. Il est ainsi possible de faire l'économie de calories inutiles.

1 Introduction

1.1 Objectif

Le présent document de travail a pour objectif de fournir des preuves actuelles et scientifiquement fondées sur les bienfaits et les risques des édulcorants pour la santé des enfants et des adolescents. L'influence des édulcorants sur la prise de nourriture, le poids corporel, le métabolisme, le comportement, les maux de tête, l'épilepsie, le cancer et la santé bucco-dentaire a tout particulièrement été analysée. Des recommandations nutritionnelles correspondantes en sont dérivées, et des informations de fond importantes sont fournies sur les édulcorants autorisés en Suisse.

1.2 Méthode

Lors de la recherche dans la littérature et de la rédaction du document de travail, les facteurs ci-après ont été pris en compte.

1.2.1 Recherche dans la littérature

Pour la recherche systématique de publications scientifiques, les moteurs de recherche PubMed et Web of Knowledge ont été utilisés. De plus, des informations d'organisations nationales et internationales importantes ont été consultées.

Outre les différents noms d'édulcorants (voir tableau 1), les mots-clés suivants ont été utilisés lors de la recherche dans la littérature: sweeteners, artificial sweeteners, low-calorie sweeteners, non-nutritive sweeteners, intense sweeteners, non-caloric sweeteners, sugar-free, diet.

1.2.2 Critères d'inclusion et d'exclusion

La recherche dans la littérature était basée sur les critères ci-après.

Exposition/intervention

Les denrées alimentaires (aliments et boissons) et les comprimés contenant des édulcorants (individuellement ou en association) ont été pris comme facteurs d'exposition.

Plan d'étude

On s'est en premier lieu intéressé aux revues systématiques (si possible avec méta-analyses) et aux études d'intervention (études randomisées contrôlées). Dans certains cas, des études d'observation à long terme (études de cohortes) ont été incluses en complément.

Les études transversales n'ont pas été prises en compte dans le document de travail, car leur conception présente un haut risque de causalité inverse. Etant donné que la mesure de l'effet (outcome) supposé a lieu en même temps que l'exposition (consommation d'édulcorants), les études transversales ne permettent pas de tirer des conclusions relatives à la causalité.

Outcome

Inclusion d'études examinant la consommation d'édulcorants en lien avec la prise de nourriture, le poids corporel, les facteurs de risque métaboliques (notamment obésité abdominale, dyslipidémie, hypertension), la régulation de la glycémie, le syndrome métabolique, le diabète de type 2, les maladies cardiovasculaires, le comportement (comportement addictif, préférences gustatives, attention, performances cognitives, agressivité), les maux de tête, l'épilepsie, le cancer et la santé bucco-dentaire.

Population à l'étude

Enfants et adolescents de ≤ 21 ans, quel que soit leur poids corporel et leur milieu socio-économique. Si les preuves étaient insuffisantes pour la tranche d'âge mentionnée, on a eu recours à des études réalisées sur des adultes ou à des expériences menées sur les animaux afin de pouvoir mieux apprécier les répercussions sur la santé.

1.2.3 Termes utilisés pour désigner les aliments édulcorés

Dans le présent document de travail, les termes suivants ont été utilisés pour désigner les aliments édulcorés: édulcorants, édulcorants artificiels, aliments édulcorés artificiellement, aliments édulcorés, édulcorants non calorigènes, édulcorants non caloriques, aliments basses calories, aliments à valeur énergétique réduite, produits light, produits zéro, aliments sans sucre, aliments à teneur réduite en sucre.

2 Définition des édulcorants

Les édulcorants sont des composés naturels ou synthétisés qui n'appartiennent pas au groupe des hydrates de carbone. Les édulcorants ont une valeur nutritive nulle ou quasi-nulle. C'est pourquoi ils sont aussi appelés édulcorants non calorigènes. Leur pouvoir sucrant étant nettement supérieur à celui du saccharose (sucre de table), des dosages de l'ordre du milligramme suffisent (Duffy et al., 1998).

Il convient de faire la distinction entre les édulcorants et les ingrédients sucrants suivants pour les aliments et les boissons: sucre (glucose, fructose, saccharose) et succédanés du sucre (sorbitol, xylitol) (Duffy et al., 1998). Le sucre et les succédanés du sucre ne sont pas l'objet du présent document de travail.

Le tableau 1 indique les édulcorants autorisés en Suisse, leur pouvoir sucrant (par rapport au saccharose) ainsi que leur valeur calorique.

Bien qu'ayant une valeur calorique supérieure à 0 kcal/g, l'aspartame et le sucralose font partie des édulcorants non caloriques. Au cours de la digestion,

l'aspartame se décompose pour donner une faible quantité de méthanol ainsi que deux acides aminés (acide aspartique et phénylalanine), ces derniers fournissant une énergie de 4 kcal/g. En raison du fort pouvoir sucrant de l'aspartame, une faible quantité suffit pour obtenir l'effet sucrant souhaité. C'est pourquoi les calories fournies par l'aspartame sont négligeables dans le bilan énergétique. Le sucralose, qui est produit à partir de saccharose, possède théoriquement la même valeur calorique que le sucre de table. Mais étant donné que le sucralose n'est pas métabolisé dans l'organisme et qu'il est éliminé tel quel dans les urines, sa valeur calorique est également négligeable (Commission fédérale de l'alimentation, 2009).

Les édulcorants sont utilisés depuis plus de cent ans dans différents aliments et boissons, par exemple dans les boissons sans alcool, les produits laitiers, les pâtisseries, les desserts, les sauces de salade, les confitures et les chewing-gums. Ils entrent également dans la composition de certains médica-

Tableau 1: Edulcorants non calorigènes autorisés en Suisse (d'après la Commission fédérale de l'alimentation, 2009)

N° E	Edulcorant	ADI ^a (mg/kg de poids corporel)	Valeur calorique (kcal/g)	Pouvoir sucrant ^b
E950	Acésulfame K	0-9	0	100-200
E951	Aspartame	0-40	4	100-200
E952	Cyclamate	0-7 (SCF) 0-11 (JECFA)	0	25-30
E954	Saccharine	0-11	0	300-400
E955	Sucralose	0-5	4	600
E957	Thaumatococcus	0-15	0	2500
E959	Néohespéridine DC	non spécifié	0	600
E962	Sel d'aspartame-acésulfame	0-40 et 0-15	0	350
E960	Glycosides de stéviol ^c	0-4	0	300
E961	Néotame	0-2		7000-13000

^a Acceptable Daily Intake (dose journalière admissible), ADI; Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires), JECFA; Scientific Committee on Food of the European Union (Comité scientifique de l'alimentation humaine de l'Union européenne), SCF; les valeurs ADI du SCF et du JECFA coïncident sauf pour le cyclamate

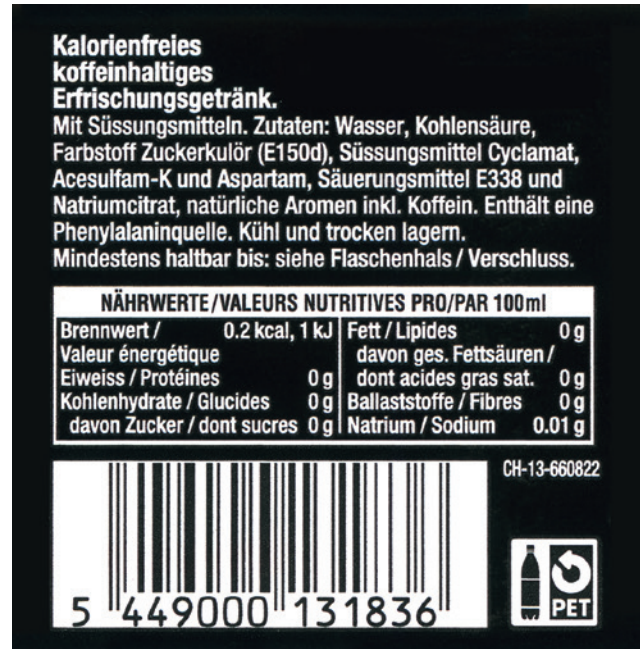
^b Pouvoir sucrant par rapport au saccharose, qui a un pouvoir sucrant de 1

^c Autorisés en Suisse depuis le 1^{er} janvier 2014

ments afin de faciliter la prise de ces derniers. Quel que soit le produit dans lequel ils sont utilisés, les édulcorants doivent en Suisse être mentionnés clairement sur chaque étiquette (Ordonnance sur l'étiquetage des denrées alimentaires, OEDA; 817.022.21) (figure 1).

Chaque édulcorant a un profil gustatif unique et des propriétés spécifiques. Certains édulcorants sucent rapidement, d'autres plus lentement, et certains laissent un arrière-goût particulier dans la bouche, avec une note sucrée, acide, réglisse ou mentholée. Dans l'industrie alimentaire et des boissons, les édulcorants sont fréquemment combinés (également en combinaison avec des sucres-alcools), afin d'adapter le goût d'un produit aux préférences des consommateurs, en tenant compte également de la stabilité, des coûts ainsi que d'autres exigences (Commission fédérale de l'alimentation, 2009). La figure 1 montre la combinaison d'édulcorants utilisés dans un Coca-Cola zéro.

Figure 1: Etiquette avec mention des édulcorants utilisés



3 Autorisation et sécurité des édulcorants en Suisse

3.1 Autorisation

A l'heure actuelle, dix édulcorants sont autorisés en Suisse: acésulfame K (E950), aspartame (E951), cyclamate (E952), saccharine (E954), sucralose (E955), thaumatine (E957), néohespéridine DC (E959), glycosides de stéviol (E960), sel d'aspartame-acésulfame (E962), néotame (E 961) (tableau 1).

Les édulcorants font partie des additifs alimentaires, dont l'utilisation est contrôlée en continu par l'OSAV et fait, si nécessaire, l'objet d'une nouvelle réglementation. Pour l'autorisation des additifs, l'OSAV s'appuie sur les rapports du Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA) et de l'EFSA (Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, 2014).

Les additifs font partie des ingrédients les plus contrôlés dans notre alimentation et ne sont autorisés que dans la mesure où ils ne présentent aucun risque pour la santé de la population. L'utilisation d'additifs repose sur le principe de la liste positive: un additif qui n'est pas expressément autorisé et qui ne figure pas dans l'ordonnance sur les additifs (Ordonnance sur les additifs, OAdd; RS 817.022.31) ne doit pas être utilisé en Suisse (Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, 2014).

Les additifs non prévus sont soumis à une autorisation. Aucune autorisation n'est nécessaire si un additif est autorisé au sein de l'Union européenne (UE) dans la quantité utilisée. Dans ce cas, l'utilisation de l'additif doit être déclarée auprès de l'OSAV, en indiquant les prescriptions déterminantes de l'Union européenne. Avant l'entrée en vigueur de l'ordonnance révisée sur les additifs le 1^{er} janvier 2014, il y avait une obligation de notification pour l'utilisation des glycosides de stéviol en tant qu'édulcorant. Son emploi est désormais autorisé en Suisse sans autorisation ni notification, en vertu des prescriptions de la liste d'application (Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, 2014).

3.1.1 Stévia et glycosides de stéviol

La stévia est décrite dans les médias comme un «édulcorant naturel». *Stevia rebaudiana Bertoni*, que l'on appelle également feuille douce ou feuille de miel en français, est une plante vivace originaire d'Amérique du Sud. Ses feuilles contiennent des glycosides de stéviol qui leur donnent un goût sucré. C'est la raison pour laquelle elles sont utilisées depuis des siècles en Amérique du Sud pour sucrer les aliments. Aujourd'hui, la stévia est utilisée comme édulcorant sous diverses formes. D'une part, les feuilles et les fanes sont utilisées pour leur goût sucré, et d'autre part, les glycosides de stéviol sont extraits des feuilles de la plante et employés comme édulcorant. Concernant l'autorisation d'utilisation dans les denrées alimentaires, il existe en Suisse une grande différence entre la stévia et les glycosides de stéviol (Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, 2014).

Stévia

En juin 1999, le Comité scientifique de l'alimentation humaine de l'Union européenne (SCF) a conclu que les données scientifiques disponibles n'étaient pas suffisantes pour évaluer les risques pour la santé liés à l'utilisation de la stévia. Il est possible que certains composants de la plante soient dangereux pour la santé des consommateurs. C'est pourquoi les fanes et les feuilles de stévia ne peuvent pas être commercialisées en Suisse en tant que denrée alimentaire ou en tant qu'édulcorant. Il existe toutefois une exception: les feuilles de stévia peuvent être utilisées comme ingrédient dans des tisanes, mais en très faible quantité, la dose maximale ne devant pas excéder 1 % à 2 % (Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, 2014).

Glycosides de stéviol

Les glycosides de stéviol sont extraits de la plante par un procédé complexe avant d'être purifiés. Au cours de ce processus, il est possible d'éliminer de la stévia des substances potentiellement toxiques. En 2008, le JECFA a évalué la toxicité d'un extrait contenant 95% de glycosides de stéviol et a établi une valeur ADI (Acceptable Daily Intake, dose journalière admissible – pour en savoir plus, voir chapitre 3.2) de 0 à 4 mg/kg de poids corporel. En 2010, l'EFSA s'est ralliée à l'avis du JECFA. Seuls les glycosides de stéviol purifiés à 95% sont considérés comme étant sans risque pour la santé, compte tenu de la valeur ADI. En Suisse, les glycosides de stéviol peuvent être commercialisés en tant qu'additifs sans autorisation ni notification depuis le 1^{er} janvier 2014, à condition que les conditions d'utilisation correspondantes soient prises en compte (Office fédéral de la santé publique, 2013; Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, 2014).

3.2 Sécurité

L'utilisation d'additifs dans les denrées alimentaires est soumise à des quantités maximales qui ont été définies en se basant sur les résultats des expériences menées sur les animaux. Au cours de ces expériences, des doses supérieures à la moyenne de la substance concernée avaient été administrées à des animaux sur une longue période (généralement plusieurs années). La valeur NOAEL (No-Observed-Adverse-Effect-Level) désigne la dose à laquelle aucun effet nocif n'est observé. A partir de la valeur NOAEL, on calcule ensuite la valeur ADI (Acceptable Daily Intake, dose journalière admissible) pour l'être humain, généralement avec un facteur de sécurité de 100 (Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, 2014).

La valeur ADI est donc la quantité d'édulcorant qu'une personne peut consommer par jour durant toute sa vie sans risque appréciable pour sa santé. Elle est exprimée en milligrammes par kilogramme de poids corporel par jour (tableau 1). Pour déterminer la dose journalière qui lui convient, le consommateur doit par conséquent multiplier la valeur ADI par son poids corporel. Les dépassements occasion-

nels de la valeur ADI ne sont pas dangereux, étant donné que cette valeur se réfère à une absorption pendant une vie entière et qu'elle comporte une certaine marge de sécurité. Il convient toutefois d'éviter de dépasser cette valeur sur une période prolongée (Gardner et al., 2012).

La législation sur les additifs (OAdd) définit toutefois les denrées alimentaires dans lesquelles chaque édulcorant peut être ajouté et en quelle quantité. Ces quantités sont calculées de manière à ce que, pour une consommation moyenne de produits contenant des édulcorants, la valeur ADI pour les édulcorants ne soit pas dépassée. Les habitudes de consommation sont ainsi prises en compte également pour la détermination des quantités utilisées dans les aliments.

4 Consommation d'édulcorants chez les enfants et les adolescents

Comme mentionné ci-dessus, les fabricants de denrées alimentaires sont uniquement tenus de mentionner l'utilisation d'édulcorants sur les étiquettes de produits, mais pas leur quantité exacte (OEDAL; 817.022.21). C'est la raison pour laquelle il est impossible de donner des indications quantitatives précises concernant la consommation d'édulcorants. Au lieu de cela, soit on procède à une estimation de la consommation à partir des fréquences de consommation, soit on calcule la quantité au moyen d'informations relatives à la consommation de produits édulcorés artificiellement et de leurs tables et bases de données détaillées de composition nutritionnelle (Sylvetsky et al., 2011).

Au cours des trois dernières décennies, la fréquence de consommation d'édulcorants a fortement augmenté dans le monde entier et dans toutes les tranches d'âge (Mattes et al., 2009). Pour les enfants suisses, on ne dispose malheureusement d'aucune donnée à ce jour concernant la fréquence de consommation d'aliments édulcorés artificiellement. L'enquête HBSC (Health Behaviour in School-aged Children) a interrogé les écoliers suisses uniquement sur la fréquence de consommation de boissons sucrées. Les résultats montrent que la proportion d'enfants consommant quotidiennement au moins une boisson sucrée a sensiblement diminué entre février 2001 et octobre 2009 (Matzke, 2013). Il est impossible de savoir si cette diminution est liée à l'augmentation de la consommation de boissons light, mais compte tenu des tendances révélées par des études représentatives menées aux Etats-Unis, cette hypothèse est tout à fait envisageable (Sylvetsky et al., 2012; Swithers, 2013).

La figure 2 représente l'évolution de la fréquence de consommation de boissons sucrées et de boissons édulcorées artificiellement aux Etats-Unis entre 1972 et 2000 et, parallèlement, l'évolution de la fréquence des américains en surpoids (Swithers, 2013). Depuis 2000, la consommation d'édulcorants a continué d'augmenter en Amérique, ainsi que le montrent les données d'une enquête nationale à long terme publiée récemment. Chez les enfants de 2 à 17 ans,

Figure 2: Evolution de la fréquence de consommation de boissons sucrées (BS) et de boissons édulcorées artificiellement (BEA) ainsi que de la fréquence du surpoids et de l'obésité aux Etats-Unis entre 1972 et 2000. Les données proviennent d'études nationales représentatives (Swithers, 2013, modifié).

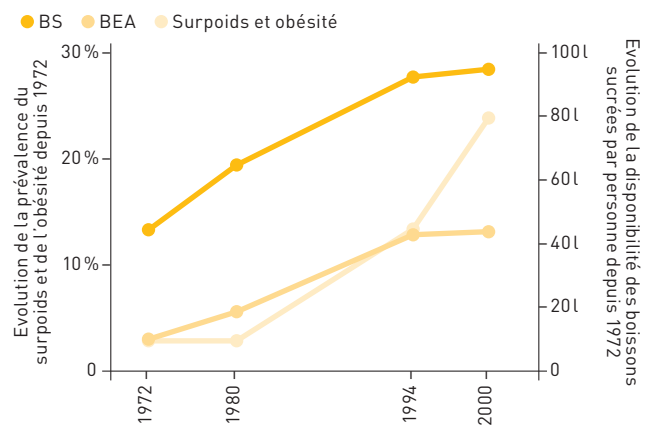
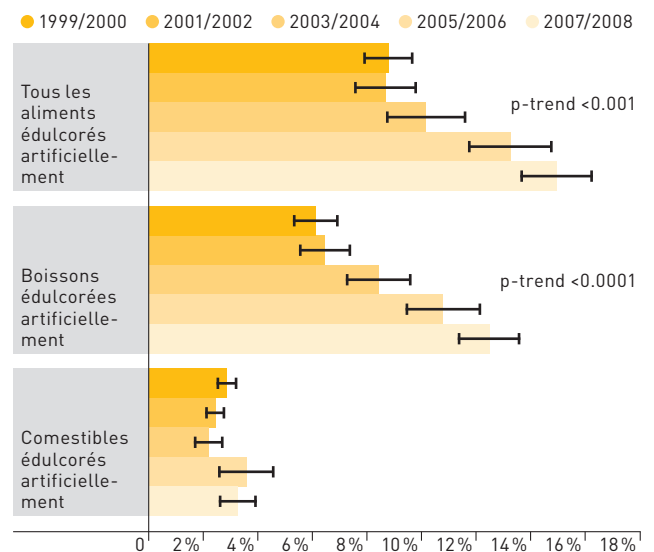


Figure 3: Proportion en pourcentage (valeur moyenne ± erreur type) d'enfants qui consomment au moins une fois par jour des boissons édulcorées artificiellement, des comestibles édulcorés artificiellement ou les deux dans une étude nationale représentative menée aux Etats-Unis de 1999/2000 à 2007/2008. National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) (Sylvetsky et al., 2012).



la fréquence de consommation d'aliments édulcorés artificiellement a pratiquement doublé, passant de 8,7% en 1999/2000 à 14,9% en 2007/2008. Ce phénomène est principalement imputable à une forte augmentation de la consommation de boissons édulcorées artificiellement, qui est passée de 6,1% en 1999/2000 à 12,5% (figure 3). La nette augmentation de la fréquence de consommation de boissons édulcorées artificiellement a été observée dans toutes les classes de poids et d'âge, quel que soit le milieu socio-économique et l'origine ethnique des personnes (Sylvetsky et al., 2012).

En Allemagne, la fréquence de consommation de limonades édulcorées artificiellement semble être identique à celle des Etats-Unis. Dans le cadre de l'étude EsKiMo, une étude nationale représentative sur l'alimentation, 13% des adolescents (12% des garçons et 15% des filles) ont déclaré avoir bu des boissons basses calories au cours de la période de sondage. La consommation quotidienne moyenne était de 45 ml chez les garçons et de 36 ml chez les filles. L'étude a en outre montré que les adolescents de 16 ans consommaient la plus grande quantité de boissons édulcorées artificiellement (65 ml par jour) et que les participants de 12 ans en consommaient la plus faible quantité (15 ml par jour) (Kohler et al., 2007).

Les données relatives à la quantité d'édulcorants consommée (acésulfame K, aspartame, cyclamate, saccharine) chez les enfants et les adultes ont été regroupées dans une revue systématique détaillée (Renwick, 2006). Celle-ci a conclu que la consommation moyenne des édulcorants mentionnés ci-dessus par des enfants et des adultes en bonne santé était sensiblement inférieure aux valeurs ADI. Mais trois groupes de personnes présentant un risque accru de dépassement occasionnel des valeurs ADI ont pu être identifiés: les adultes diabétiques qui, en raison de leur maladie, doivent remplacer plus fréquemment le sucre par des édulcorants, ainsi que les enfants souffrant ou non de diabète. Etant donné leur petite taille et leur préférence pour les aliments sucrés, les enfants sont les plus grands consommateurs de sucre et d'édulcorants par kilogramme de poids corporel (American Dietetic Association, 2004). Dans la revue systématique, on a constaté que, chez les enfants et les adolescents ayant une consomma-

tion d'édulcorants supérieure à la moyenne ($\geq 95^{\text{e}}$ percentile), des dépassements occasionnels de la valeur ADI pouvaient être observés pour le cyclamate (Renwick, 2006). Suite à ce constat, le SCF a en 2000 abaissé la valeur ADI du cyclamate de 0-11 à 0-7 mg/kg de poids corporel par jour (tableau 1) (Bellissimo et al., 2007). Des études complémentaires sont nécessaires pour déterminer si cet abaissement de la valeur ADI a fait baisser la consommation de cyclamate au sein de la population, notamment chez les enfants.

5 Effets de la consommation d'édulcorants sur la santé

5.1 Influence des édulcorants sur la prise de nourriture et le poids corporel

Au cours des dernières décennies, la fréquence des enfants en surpoids et obèses a considérablement augmenté dans le monde entier (Wang et al., 2006). Cette tendance a également pu être observée en Suisse, notamment dans les années 90 (Ledergerber et al., 2011). Au cours des treize dernières années, la fréquence du surpoids et de l'obésité chez les enfants suisses fréquentant l'école primaire s'est stabilisée, mais reste cependant à un niveau alarmant: en 2012, 19 % des enfants suisses fréquentant l'école primaire étaient en surpoids, 7 % d'entre eux étant même obèses (Murer et al., 2013).

Parallèlement à cette évolution, la consommation de sucre, principalement sous la forme de boissons sucrées, a augmenté de façon drastique (figure 2) (Popkin et al., 2003; Swithers, 2013). Il n'est donc pas étonnant que la population et la communauté scientifique s'intéressent grandement à la relation entre le poids corporel et les boissons sucrées. Une méta-analyse publiée récemment a conclu que la consommation de boissons sucrées favorisait la prise de poids aussi bien chez les enfants que chez les adultes. La consommation quotidienne d'une boisson

sucrée pendant un an entraîne une augmentation moyenne de l'IMC de 0,06 unité chez les enfants (Malik et al., 2013). Une revue systématique de la «Haute école de santé Genève» a également conclu à l'existence d'un lien entre la consommation de boissons sucrées et l'augmentation du poids corporel chez les enfants (Schneider, 2013). Parmi les mesures destinées à enrayer l'épidémie de surpoids, les édulcorants ont fait l'objet d'une attention beaucoup plus soutenue au cours des dernières années.

5.1.1 Réduction de l'apport énergétique par les édulcorants

Si dans un aliment, le sucre (4 kcal/g) est remplacé par des édulcorants (pas de calories), la densité énergétique (kcal/g) de ce produit diminue. Les économies de calories obtenues grâce aux édulcorants dépendent dans une large mesure de la composition de l'aliment considéré. Si le sucre constitue la principale source d'énergie d'un produit (par exemple les boissons), le remplacement du sucre par des édulcorants réduit la densité énergétique à une valeur négligeable. Dans le cas des aliments de densité énergétique moyenne (yaourt, fromage blanc ou crème dessert par exemple), le sucre ne représente, à côté des graisses et des protéines, qu'une faible part des

Tableau 2: Teneur en hydrates de carbone et densité énergétique dans les denrées alimentaires standard ainsi que dans les variantes à teneur réduite en sucre (d'après Bellisle et al., 2007)

Denrées alimentaires	Denrées alimentaires standard		Denrées alimentaires à teneur réduite en sucre		Réduction de l'apport énergétique par les édulcorants (en % par rapport au standard)
	Hydrates de carbone (pour 100 g)	Densité énergétique (kcal/100 g)	Hydrates de carbone (pour 100 g)	Densité énergétique (kcal/100 g)	
Coca-Cola	10,2	40	0	2	-95 %
Yaourt à boire	12,8	72	4	42	-42 %
Yaourt (à teneur réduite en matières grasses)	13,8	75	4,9	44	-41 %
Crème dessert	21,2	131	8,6	64	-51 %
Biscuits	33	445	32,5	445	0
Chocolat	59	513	49	510	-1 %
Chewing-gum	120	500	60	300	-40 %

ingrédients calorifiques. C'est pourquoi on n'obtient ici qu'une faible réduction énergétique. Dans le cas des aliments riches en matières grasses (chocolat par exemple), le remplacement du sucre par des édulcorants est relativement insignifiant sur le plan énergétique, puisque les matières grasses constituent le principal fournisseur d'énergie dans ces produits (tableau 2) (Bellisle et al., 2007; Coca-Cola Suisse, 2012).

Si l'on considère la réduction significative de l'apport énergétique par les édulcorants, on peut supposer que la consommation de denrées alimentaires sans sucre pourrait induire une perte de poids. Mais ce résultat ne peut être obtenu que si les «calories économisées» ne sont pas compensées ultérieurement. Si une personne choisit par exemple une boisson light au lieu d'une boisson sucrée, elle économise environ 100 kcal. Mais si la consommation de la boisson light s'accompagne au cours de la journée d'une sensation de faim et donc de l'absorption de calories supplémentaires, l'effet initial «d'économie de calories» s'annule ou est même inversé. De plus, en raison de son choix en faveur de la boisson light plus pauvre en calories, cette personne pourrait s'accorder dans le même temps un snack de 150 kcal, ce qui rendrait l'«économie de calories» une nouvelle fois négligeable (Coca-Cola Suisse, 2012; Gardner et al., 2012). Les chapitres suivants expliquent si, oui ou non, les édulcorants ont une influence sur la prise de nourriture et, en cas de consommation à long terme, sur le poids corporel des enfants et des adolescents.

5.1.2 Edulcorants et prise de nourriture

En 2012, Foreyt et ses collègues ont regroupé dans une revue systématique détaillée les études qui avaient porté sur la relation entre la consommation d'aliments édulcorés et la prise de nourriture au cours des repas suivants chez les enfants. Toutes les études identifiées par les auteurs étaient conçues de la même façon afin de pouvoir examiner cette problématique: les enfants devaient d'abord consommer un repas «pre-load» (boisson ou denrée alimentaire), qui était enrichi de sucre, d'édulcorants, ou sans ingrédient sucrant (eau par exemple). Ce repas était suivi d'une pause de 0 à 90 minutes. Un repas *ad libitum* (au choix) leur était ensuite servi. En d'autres

termes, les enfants pouvaient manger autant qu'ils voulaient. La prise de nourriture était consignée.

Deux études ont révélé que, 30 minutes après la consommation d'une boisson contenant du sucralose (vs boisson sucrée), les garçons de 9 à 14 ans compensaient intégralement les calories au cours du repas *ad libitum*. Autrement dit, les calories économisées grâce à l'édulcorant étaient compensées au cours du repas *ad libitum*, si bien qu'en définitive, l'apport énergétique total («pre-load» + repas *ad libitum*) des deux groupes ne présentait aucune différence (Bellissimo et al., 2007; Bellissimo et al., 2007). Le même phénomène a pu être constaté chez des enfants de 2,5 à 5 ans qui, 20 minutes après avoir consommé une crème dessert édulcorée à l'aspartame (vs crème dessert riche en énergie), ont également compensé intégralement les calories au cours du repas *ad libitum* (Birch et al., 1986). Il est intéressant de constater que cette compensation calorique n'a pas pu être observée chez les adultes ayant également participé à cette étude. Les adultes ont consommé la même quantité de calories au cours du repas *ad libitum*, quelle qu'ait été la densité énergétique du repas «pre-load». Cela peut s'expliquer par le fait que le comportement alimentaire des adultes dépend dans une large mesure de modes de comportement acquis ainsi que de facteurs sociaux (Birch et al., 1986).

D'autres études montrent que la compensation calorique liée à la consommation d'édulcorants chez les enfants dépend du temps qui s'écoule entre le repas «pre-load» et le repas *ad libitum*. Deux études ont révélé que la consommation de boissons édulcorées (vs boissons sucrées) 60 à 90 minutes avant un repas *ad libitum* ne provoquait aucune compensation calorique au cours du repas suivant, et entraînait donc un apport énergétique total réduit (Anderson et al., 1989; Birch et al., 1989). Mais si les boissons étaient servies peu avant le repas *ad libitum* (0 min.), les enfants ayant consommé la boisson édulcorée absorbaient plus de calories que ceux ayant reçu la boisson sucrée (Birch et al., 1989). Il a en outre été constaté que 30 minutes après l'absorption d'une boisson édulcorée (vs eau), l'apport énergétique au cours du repas *ad libitum* était réduit, ce qui n'était pas le cas après 0 ou 60 minutes (Birch et al., 1989). Une autre étude a révélé que l'âge des enfants pou-

vait également avoir une influence sur la compensation calorique. En 2006, Johnson et ses collègues ont constaté que le remplacement du sucre par des édulcorants dans les boissons absorbées en tant que «pre-load» 30 minutes avant le repas n'entraînait pas de réduction de l'apport énergétique chez les jeunes enfants (5 à 6 ans), mais qu'il induisait une réduction sensible de l'apport énergétique chez les enfants plus âgés (9 à 12 ans).

Afin d'étudier l'influence de la consommation chronique d'édulcorants sur la prise de nourriture, Birch et ses collègues ont en 1985 réalisé plusieurs expériences analysant la prise de nourriture *ad libitum* 20 minutes après la consommation d'une crème dessert édulcorée à l'aspartame (vs crème dessert riche en énergie). A chaque nouveau test, les enfants ayant consommé la crème dessert édulcorée à l'aspartame ont, au cours du repas *ad libitum*, intégralement compensé les calories économisées par le «pre-load» à teneur énergétique réduite. En remplaçant ensuite la crème dessert à teneur énergétique réduite par une crème dessert riche en énergie, les enfants ont absorbé nettement plus de calories qu'auparavant (env. 50 kcal). Ce résultat confirme ainsi l'hypothèse selon laquelle la consommation d'aliments édulcorés chez les enfants peut amener à associer le goût sucré à une densité calorique réduite (Brown et al., 2010).

Les conclusions que l'on peut en tirer sont les suivantes: l'influence des édulcorants sur la prise d'aliments chez les enfants dépend de plusieurs facteurs, à savoir l'intervalle de temps entre la consommation de l'aliment édulcoré et le repas suivant, l'âge des enfants ainsi que les différences dans le cadre expérimental des études. Bien que les études ne tombent pas toutes d'accord et que le niveau de preuve scientifique soit limité, il est fondamentalement possible d'établir une tendance selon laquelle les édulcorants consommés en remplacement d'aliments sucrés entre les repas peuvent entraîner un apport énergétique réduit pendant quelques heures. Ce phénomène a surtout été constaté chez les enfants plus âgés. Les enfants plus jeunes semblent mieux compenser les «calories économisées». Si des aliments édulcorés sont consommés peu avant ou pendant un repas, une

compensation de calories associée au repas est probable. Il convient également de noter que les résultats des études mentionnées ci-dessus sont à interpréter avec prudence. Il est possible que le comportement des enfants au quotidien soit différent de l'environnement de test contrôlé artificiellement. De plus, les études ne montrent l'évolution de la prise de nourriture que sur quelques heures, mais pas sur plusieurs jours et semaines (Brown et al., 2010; Foreyt et al., 2012).

Mécanismes possibles

Il existe plusieurs hypothèses, parfois très divergentes, pour expliquer les mécanismes par lesquels les édulcorants peuvent influencer sur l'appétit, et donc sur la prise de nourriture. En 2009, Mattes et ses collègues ont discuté et procédé à une évaluation critique de ces mécanismes dans une revue systématique. Il y a des différences physiologiques pendant la digestion (p.ex. stimulation de la phase céphalique, effets osmotiques et liés aux nutriments, sécrétion de peptides intestinaux tels que le glucagon-like peptide-1), mais aussi des effets psychologiques liés au comportement (saveur plus prononcée des édulcorants, effet d'accoutumance, connaissance de la densité calorique réduite grâce aux étiquettes apposées sur les denrées alimentaires et surcompensation, activation du système de récompense, association du goût sucré à une densité calorique réduite). Il est intéressant de noter que tous les mécanismes suggèrent que les édulcorants stimulent l'appétit, la sensation de faim ou l'absorption de calories totale. Les auteurs ont cependant conclu que les études humaines ou animales disponibles à ce jour contredisaient les mécanismes proposés ou que les données probantes étaient insuffisantes pour les confirmer (Mattes et al., 2009).

5.1.3 Edulcorants et poids corporel

Rares sont les études d'intervention randomisées contrôlées à avoir examiné l'influence des édulcorants sur le poids corporel des enfants et des adolescents. Ces études ont été regroupées dans une revue systématique (Foreyt et al., 2012) et sont présentées dans ce chapitre, avec les derniers articles publiés après la parution de ce travail.

Plusieurs études ont analysé dans quelle mesure le remplacement des boissons sucrées par des boissons édulcorées avait une incidence sur la prise de poids chez les enfants et les adolescents (Ebbeling et al., 2006; de Ruyter et al., 2012; Ebbeling et al., 2012). Dans l'étude la plus vaste et la plus pertinente, 641 écoliers ayant majoritairement un poids normal ont absorbé quotidiennement, pendant une période de 18 mois, soit 250 ml d'une boisson édulcorée artificiellement, soit 250 ml d'une boisson sucrée (104 kcal). Au bout de 18 mois, on a pu constater un net succès: les enfants ayant consommé des boissons édulcorées artificiellement avaient pris nettement moins de poids et de masse grasse corporelle (de Ruyter et al., 2012). Cette constatation corrobore les résultats d'une autre étude importante, réalisée sur 224 adolescents en surpoids et obèses déclarant consommer au moins une boisson sucrée par jour. Les adolescents du groupe expérimental ont été incités à réduire leur consommation de boissons sucrées. Pendant un an, ils ont reçu chaque semaine à leur domicile des boissons non caloriques (eau, boissons light). Le groupe de contrôle a pu poursuivre sa consommation habituelle de boissons. Au bout d'un an, on a également constaté que les adolescents en surpoids du groupe expérimental avaient pris moins de poids que ceux du groupe de contrôle (Ebbeling et al., 2012). Malheureusement, cette différence entre les deux groupes n'était déjà plus observable un an après l'intervention. Selon les auteurs, cela est lié au fait que les adolescents du groupe expérimental avaient repris leurs anciennes habitudes de consommation (Ebbeling et al., 2012). Le même groupe de recherche avait réalisé en 2006 une étude pilote identique sur une courte période (25 semaines), avec des sujets de toutes les classes de poids. Après cette courte période d'intervention, les chercheurs ont trouvé des résultats différents en fonction de la classe de poids des adolescents: les adolescents en fort surpoids (IMC dans le tertile supérieur) du groupe expérimental (boissons édulcorées artificiellement) ont pu réduire leur poids corporel de manière significative, tandis que chez les adolescents

de poids normal (IMC dans le tertile inférieur), aucune différence de poids n'a pu être constatée entre les deux groupes. Par ailleurs, la perte de poids la plus importante au départ a été observée chez les adolescents ayant la plus forte consommation de boissons sucrées (Ebbeling et al., 2006).

D'autres études ont examiné si, par rapport au placebo ou aux aliments sucrés, les aliments édulcorés artificiellement aidaient les enfants en surpoids à perdre leur poids corporel excédentaire (Knopp et al., 1976; Rodearmel et al., 2007; Williams et al., 2007). La première étude à s'être penchée sur cette thématique a été réalisée en 1976, peu après l'autorisation de mise sur le marché de l'aspartame aux Etats-Unis. Knopp et ses collègues ont alors administré 2,7 g d'aspartame/jour¹ ou un comprimé de placebo pendant 13 semaines à des enfants et à des adolescents en surpoids qui suivaient un régime (1000 kcal/jour). Les deux groupes ont perdu du poids au cours de cette période, mais les chercheurs n'ont observé aucune différence significative d'un groupe à l'autre. Une étude ayant examiné l'effet de deux différents régimes de 1500 kcal pendant 12 semaines (boissons sucrées autorisées en tant que snack vs boissons édulcorées artificiellement uniquement) sur la perte de poids chez des filles en surpoids est parvenue à la même conclusion (Williams et al., 2007). L'étude «America on the Move» a trouvé qu'un petit changement de comportement pendant six mois (remplacement quotidien de 100 kcal d'aliments sucrés par des produits alternatifs contenant du sucralose, associé à 2000 pas d'activité physique supplémentaire par jour) aidait des enfants en surpoids à réduire leur poids. En raison de la double intervention sur le comportement, l'effet du sucralose ne peut toutefois pas être évalué isolément dans cette étude (Rodearmel et al., 2007). En résumé, on peut dire que les résultats des études randomisées contrôlées indiquent que les édulcorants ont une influence neutre sur le poids corporel des enfants et des adolescents. Mais si des produits édulcorés artificiellement sont consommés en remplacement d'aliments contenant du sucre, ils sont

¹ 2,7 g d'aspartame correspondent à la quantité d'aspartame apportée par la consommation de 15 limonades édulcorées artificiellement (335 ml), ainsi qu'à la valeur ADI d'un adulte pesant 70 kg (Foreyt et al., 2012)

susceptibles d'influencer positivement la courbe de poids des enfants (prise de poids des enfants au cours de la croissance). Ce phénomène a surtout été observé chez des personnes en surpoids ainsi que chez des adolescents ayant une forte consommation de boissons sucrées (Foreyt et al., 2012).

5.2 Influence des édulcorants sur les facteurs de risque métaboliques

On entend par syndrome métabolique la conjonction de facteurs de risque. Parmi les facteurs de risque figurent, outre le critère principal de l'obésité abdominale, la dyslipidémie (troubles du métabolisme des lipides), l'intolérance au glucose ou l'hypertension artérielle.

Les patients atteints du syndrome métabolique ont un risque trois fois plus élevé que les personnes en bonne santé de développer une maladie cardiovasculaire et un risque cinq fois plus élevé de développer un diabète de type 2 (Alberti et al., 2006; Zimmet et al., 2007). Le syndrome métabolique a longtemps été considéré comme une maladie touchant les adultes. Mais depuis quelques années, il est de plus en plus souvent diagnostiqué aussi chez les enfants et les adolescents. Une méta-analyse a estimé qu'au niveau mondial, 10% des enfants étaient atteints du syndrome métabolique, sa fréquence dépendant fortement du poids des enfants. On estime ainsi que 2% des enfants et adolescents de poids normal et jusqu'à 32% des enfants et adolescents obèses présentent ces facteurs de risque métaboliques (Tailor et al., 2010).

5.2.1 Facteurs de risque métaboliques

Seules trois études d'intervention randomisées contrôlées ayant analysé l'effet des édulcorants sur les facteurs de risque métaboliques chez les enfants et les adolescents ont pu être identifiées. Ces études ont révélé que les édulcorants n'avaient aucun effet positif (par rapport aux boissons sucrées), ni aucun effet négatif (par rapport à l'eau ou au placebo) sur le métabolisme. L'étude de Knopp et de ses collègues (1976) décrite ci-dessus n'a mis en évidence aucune différence significative au niveau de la pression artérielle, du taux de glucose sanguin ou du profil lipi-

dique après une intervention de 13 semaines avec des comprimés d'aspartame fortement dosés (vs placebo). Une autre étude mentionnée ci-dessus menée sur une période de 12 semaines n'a révélé aucune différence significative entre la consommation de boissons sucrées et de boissons édulcorées artificiellement au niveau de la tension artérielle, du profil lipidique et du tour de taille (Williams et al., 2007). Chez des adultes en surpoids, le remplacement de boissons sucrées par des boissons édulcorées artificiellement pendant une période d'intervention de six mois n'a apporté aucune amélioration significative du métabolisme. Mais le remplacement pendant six mois des boissons sucrées par de l'eau a provoqué une baisse du taux de glucose sanguin chez les sujets en surpoids (Tate et al., 2012).

Par rapport aux résultats neutres des études d'intervention, la majorité des études d'observation à long terme chez l'adulte ont conclu que la consommation de boissons édulcorées pendant plusieurs années était associée à un risque accru de développer un syndrome métabolique, un diabète de type 2 et des maladies cardiovasculaires. L'auteure d'une revue systématique publiée récemment souligne en outre que la consommation d'édulcorants n'est parvenue à réduire significativement le risque de maladies métaboliques dans aucune des études à long terme (Swithers, 2013). Il a été suggéré que la relation entre la consommation accrue d'édulcorants et les répercussions négatives sur la santé pouvait refléter une causalité inverse. En d'autres termes, étant donné que les personnes ayant un IMC élevé ou une prédisposition à la prise de poids ont tendance à consommer des édulcorants, on observe de plus en plus fréquemment des maladies métaboliques parmi les consommateurs d'édulcorants (Mattes et al., 2009; Gardner et al., 2012). L'auteure de la revue systématique confirme que les consommateurs réguliers d'édulcorants ont tendance à présenter un IMC plus élevé que ceux qui n'en consomment pas. Cependant, plusieurs études ayant pris en compte le poids corporel des sujets dans l'évaluation statistique ont malgré tout conclu à un risque accru de développer des maladies métaboliques (Swithers, 2013). Selon une déclaration de l'American Heart Association et de l'American Diabetes Association, ces études d'observation à long terme doivent toute-

fois être interprétées avec prudence (Gardner et al., 2012). D'autres études d'intervention bien contrôlées doivent être réalisées d'urgence afin d'examiner l'effet à long terme des édulcorants sur les facteurs de risque métaboliques (Gardner et al., 2012).

Hormones intestinales et métabolisme du glucose

L'effet à court terme des édulcorants après leur absorption sur la glycémie et sur le taux d'insuline est contesté depuis un certain temps. La découverte de récepteurs du goût sucré dans l'appareil gastro-intestinal a ravivé cette controverse au cours des dernières années. Des études *in vitro* et des expérimentations animales ont montré que les édulcorants artificiels pouvaient se fixer sur ces récepteurs et stimuler la sécrétion de glucagon-like peptide-1 (GLP-1, hormone intestinale). Le GLP-1 favorise la sécrétion d'insuline et réduit ainsi la glycémie. Dans les études humaines, cet effet n'a toutefois pas pu être démontré (Sylvetsky et al., 2011).

Il est cependant possible que les édulcorants aient un tel effet lorsqu'ils sont absorbés en association avec des aliments caloriques (Sylvetsky et al., 2011). En 2009, Brown et ses collègues ont ainsi découvert que la consommation d'une boisson édulcorée artificiellement avec du sucralose et de l'acésulfame K (vs une boisson sucrée) peu avant un repas contenant du sucre augmentait la sécrétion de GLP-1 chez des adolescents en bonne santé. Elle n'avait toutefois aucune influence sur le taux d'insuline et de glucose des adolescents. La même étude a été menée chez des enfants et des adolescents en bonne santé (groupe de contrôle) ou qui souffraient de diabète de type 1 ou 2. Les chercheurs ont constaté que la consommation de la boisson édulcorée artificiellement avant le repas contenant du sucre augmentait la sécrétion de GLP-1 aussi bien chez les enfants en bonne santé que chez les enfants atteints de diabète de type 1. En revanche, chez les enfants souffrant de diabète de type 2, le taux de GLP-1 est resté inchangé (Brown et al., 2012). On ne peut toutefois pas encore dire avec certitude si ces résultats ont une pertinence clinique. D'autres études humaines sont nécessaires pour émettre un avis scientifique solide concernant l'effet des édulcorants sur les hormones intestinales et le métabolisme du glucose (Brown et al., 2012).

5.3 Influence des édulcorants sur le comportement

Le chapitre suivant est consacré aux éventuels effets des édulcorants sur le comportement des enfants et des adolescents: comportement addictif et de recherche de récompense, préférences gustatives, attention, cognition et agressivité.

5.3.1 Comportement addictif et préférences gustatives

Un certain nombre d'études ont indiqué que la consommation de sucre entraînait la sécrétion d'opioïdes, d'endorphines et de dopamine dans le cerveau, comme dans le cas de substances addictogènes (Rada et al., 2005). Bien que les études ne tombent pas toutes d'accord, certaines expérimentations animales ainsi que des essais sur l'être humain ont démontré que les édulcorants libéraient également ces médiateurs dans le cerveau, activant ainsi le système de récompense (Sylvetsky et al., 2011). Il semble toutefois que les édulcorants stimulent moins fortement le système de recherche de récompense que le sucre, ainsi que le montrent les résultats d'une tomographie par résonance magnétique fonctionnelle réalisée sur des sujets adultes (Smeets et al., 2011). C'est pourquoi on suppose que c'est avant tout la densité calorique et non le goût sucré qui commande le comportement de recherche de récompense et le comportement addictif (Smeets et al., 2011).

Une autre hypothèse est que les édulcorants, en raison de leur goût sucré intense, ont une influence sur le goût, favorisant ainsi la préférence pour des aliments sucrés. Jusqu'ici, ce phénomène n'a toutefois pas été démontré directement chez les enfants. Mais les résultats d'études menées sur des animaux, chez lesquels la consommation d'édulcorants a été contrôlée et manipulée avec une grande précision, indiquent que l'absorption d'acésulfame K pendant la grossesse et l'allaitement de la mère ainsi que la consommation d'acésulfame K peu après la naissance augmentaient la préférence à vie pour des produits sucrés chez sa descendance (Zhang et al., 2011; Chen et al., 2013). Les données issues d'études humaines sont insuffisantes pour pouvoir tirer des conclusions.

Il est possible que la consommation d'aliments édulcorés artificiellement conduise à associer le goût sucré à une densité calorique réduite. Des enfants habitués à consommer de la crème dessert édulcorée à l'aspartame ont ainsi absorbé plus de calories (env. 50 kcal) lorsqu'on leur présentait subitement une crème dessert riche en énergie (pour plus de détails, voir chapitre 5.1.2) (Birch et al., 1985). Une étude comparable réalisée chez des adultes confirme cette observation (Zandstra et al., 2002).

5.3.2 Attention et performances cognitives

Les études réalisées dans de bonnes conditions pour analyser l'influence des édulcorants sur l'attention et les performances cognitives sont limitées et portent uniquement sur l'aspartame. Un régime de trois semaines enrichi en aspartame (38 mg d'aspartame/kg de poids corporel par jour) n'a entraîné aucune modification du comportement ou des performances cognitives chez des enfants qui, selon les indications des parents, étaient sensibles au sucre (Wolraich et al., 1994). C'est ce que confirment Shaywitz et ses collègues (1994): dans une étude croisée, des enfants souffrant de déficit de l'attention/hyperactivité ont reçu chaque matin un comprimé d'aspartame (34 mg/kg de poids corporel par jour) ou un placebo. La prise d'aspartame à haute dose (10 fois supérieure à la prise moyenne estimée) n'a provoqué aucune modification du comportement ou des performances cognitives (Shaywitz et al., 1994).

5.3.3 Agressivité

Une seule étude a examiné si les édulcorants avaient une influence sur l'agressivité des enfants. La consommation de boissons édulcorées à l'aspartame et à la saccharine n'a entraîné aucun changement significatif de l'agressivité chez les garçons (Kruesi et al., 1987).

5.4 Edulcorants, maux de tête et épilepsie

L'apparition de maux de tête et de crises d'épilepsie en cas de consommation de fortes doses d'aspartame fait débat. A l'heure actuelle, on ne dispose cependant d'aucune donnée démontrant de façon

convaincante une telle interaction chez les enfants (et chez les adultes) (Spiers et al., 1998; Magnuson et al., 2007).

Il convient toutefois de signaler que le nombre d'études menées chez les enfants est justement très limité et que l'étude la plus pertinente remonte déjà à plusieurs années. Ainsi, en 1994, Shaywitz et ses collègues ont examiné l'influence de l'aspartame (34 mg/kg de poids corporel) sur la fréquence des crises d'épilepsie et des changements électroencéphalographiques dans le cadre d'une étude randomisée contrôlée par placebo. Tout au long de la période d'intervention de deux semaines, les chercheurs ont enregistré des crises d'épilepsie dans le groupe aspartame et le groupe de contrôle, mais le nombre de crises et l'électroencéphalogramme ne présentaient pas de différences significatives.

5.5 Influence des édulcorants sur le risque de cancer

Le reproche le plus virulent fait aux édulcorants est qu'ils sont potentiellement cancérigènes. C'est avant tout l'innocuité de l'aspartame sur la santé qui a été remise en question. Des expérimentations animales ont fait état d'une recrudescence de lymphomes, de leucémies, de tumeurs cérébrales malignes, de cancers des poumons et du foie liée à la consommation d'aspartame (Soffritti et al., 2006; Soffritti et al., 2007; Soffritti et al., 2010). Suite à de vives discussions, l'EFSA a procédé à une réévaluation anticipée de la sécurité de l'aspartame. Cette expertise publiée en décembre 2013 constitue l'une des évaluations du risque les plus complètes jamais réalisées pour l'aspartame. L'EFSA a conclu qu'on ne disposait, au vu des données actuelles, d'aucune preuve démontrant que l'aspartame pouvait augmenter le risque de cancer et que la consommation d'aspartame était toujours sans risque – en particulier aussi pour les enfants (EFSA ANS Panel, 2013). L'OSAV s'est ralliée à l'avis des experts de l'EFSA. Par ailleurs, l'OSAV suivra l'évolution ainsi que les résultats d'autres études sur la sécurité de l'aspartame et adaptera si nécessaire son évaluation (Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, 2014).

La sécurité de la saccharine et du cyclamate a également été remise en question. Au début des années 70, des chercheurs ont indiqué que des dosages très élevés de saccharine et de cyclamate augmentaient l'incidence du cancer de la vessie chez les rats. Un certain nombre d'études épidémiologiques menées chez l'être humain établissent également ce lien. Mais la plupart des études, dont les plus pertinentes, n'ont pu trouver aucune corrélation entre la saccharine, le cyclamate, le cancer de la vessie et d'autres types de cancer (Weihrauch et al., 2004; Mortensen, 2006; Gallus et al., 2007).

Concernant la nouvelle génération d'édulcorants (acésulfame K, sucralose, néohespéridine, glycosides de stéviol), les études menées chez l'animal ne font état d'aucun risque accru de cancer. La période d'autorisation est encore trop courte pour fournir une preuve épidémiologique d'un éventuel risque cancérigène (Weihrauch et al., 2004; Mortensen, 2006).

5.6 Edulcorants et santé bucco-dentaire

Le sucre présent dans les aliments est transformé en acide par les bactéries présentes dans la bouche. Si ces résidus de sucre ne sont pas éliminés par un brossage des dents, l'acide risque d'attaquer la surface de l'émail et d'entraîner des caries. Plusieurs revues systématiques ont établi que les édulcorants n'étaient pas fermentables, qu'ils n'attaquaient pas l'émail des dents et qu'ils ne provoquaient pas de caries. Les preuves scientifiques s'appuient en priorité sur des études menées chez les rats (Grenby, 1991; Matsukubo et al., 2006).

Il convient cependant de tenir compte du fait que les boissons light et zéro ne contiennent pas de sucre, mais des acides susceptibles d'entraîner une érosion des dents (Tahmassebi et al., 2006; Cheng et al., 2009). Pour le sucre comme pour l'acide, l'apparition et la gravité des dommages causés aux dents dépendent principalement de la fréquence de consommation, et moins de la quantité totale absorbée (Schneider, 2011).

5.7 Phénylcétonurie

La phénylcétonurie (PCU) fait partie des troubles métaboliques héréditaires les plus fréquents. Elle touche environ un nouveau-né sur 7000 et se caractérise par l'absence d'une enzyme dans le métabolisme des acides aminés, qui transforme la phénylalanine en tyrosine, un acide aminé. La phénylalanine est un acide aminé essentiel et doit être apportée par l'alimentation. Elle fait partie des composants de l'aspartame (pour plus de détails, voir chapitre 2). Étant donné que les patients atteints de PCU ne peuvent pas dégrader la phénylalanine, l'absorption de cet acide aminé entraîne une accumulation dans le sang, ce qui, en l'absence de traitement, peut conduire à de graves troubles du développement mental. Si la maladie est détectée et traitée à temps, un développement mental normal peut être garanti. L'apport de phénylalanine par l'alimentation doit cependant être contrôlé et régulé à vie afin que le taux plasmatique reste dans la plage thérapeutique visée (Muntau et al., 2000). En Suisse, les étiquettes des denrées alimentaires contenant de l'aspartame ou du sel d'aspartame-acésulfame doivent porter la mention «contient une source de phénylalanine» à l'attention des patients atteints de PCU (OAdd; 817.022.21).

6 Conclusions

Il est incontestable que le remplacement du sucre par des édulcorants non calorigènes réduit la densité énergétique des aliments. Notamment dans le cas des boissons, l'utilisation d'édulcorants permet de réaliser des économies substantielles de calories.

Les données disponibles concernant l'influence des édulcorants sur l'appétit, la prise de nourriture et le poids corporel des enfants et des adolescents sont relativement nombreuses. En 2014, il n'existe aucune preuve indiquant que les édulcorants stimulent l'appétit des enfants ou qu'ils provoquent une prise de poids à long terme. Mais cela ne signifie pas pour autant que la consommation d'aliments édulcorés artificiellement et à valeur énergétique réduite diminue la consommation calorique des enfants et des adolescents au cours d'un repas. Les enfants compensent les «calories économisées» au cours du même repas. De plus, les aliments édulcorés artificiellement n'aident pas à réduire le surpoids à long terme. Mais si des produits édulcorés artificiellement sont consommés en remplacement d'aliments contenant du sucre, ils sont susceptibles d'influencer positivement la prise de poids naturelle des enfants au cours de la croissance. Chez les enfants et les adolescents en surpoids ayant une forte consommation de boissons sucrées, le remplacement ciblé des aliments contenant du sucre par des produits alternatifs édulcorés artificiellement et à valeur énergétique réduite est bénéfique.

Pour tous les autres effets sur la santé dont il a été question, les données disponibles pour les enfants et les adolescents sont actuellement insuffisantes pour pouvoir en tirer des conclusions. Le nombre d'études menées dans de bonnes conditions est limité. Beaucoup d'études remontent déjà à plusieurs années, présentent une période d'intervention relativement courte, et incluent très peu d'enfants et/ou d'adolescents. Il est donc urgent que des études longitudinales et d'intervention complémentaires soient menées, notamment en ce qui concerne les facteurs de risque métaboliques, les différents types de comportement et le risque de développer un cancer.

Sur la base des données actuelles, on peut toutefois noter les tendances suivantes: les édulcorants ne semblent avoir aucune influence négative sur l'attention, les performances cognitives, l'agressivité, les maux de tête et l'épilepsie chez les enfants et les adolescents. Pour ce qui est des facteurs de risque métaboliques (tour de taille, hypertension, taux de glucose sanguin, profil lipidique) et de la consommation d'édulcorants par les enfants, il ne semble pas non plus y avoir d'associations négatives. Il est cependant possible que les enfants consommant régulièrement des aliments édulcorés artificiellement associent le goût sucré à une densité calorique réduite. Si l'on donne à ces enfants un produit n'ayant pas une valeur énergétique réduite, ils absorbent plus de calories que prévu. Par ailleurs, des études menées chez l'animal révèlent que, en raison de leur goût sucré intense, les édulcorants favorisent la préférence pour le goût sucré, dont il est difficile de se débarrasser par la suite.

D'après les évaluations complètes de l'ESFA et du JECFA, il n'existe aucune preuve indiquant que les édulcorants sont cancérigènes. Selon les experts de l'ESFA et du JECFA ainsi que selon l'OSAV, la consommation d'édulcorants à des doses inférieures aux valeurs ADI est sans risque et n'entraîne aucun effet nocif chez les personnes en bonne santé.

Chez les enfants atteints de PCU, l'organisme ne parvient pas à dégrader correctement la phénylalanine, un acide aminé entrant dans la composition de l'aspartame. C'est la raison pour laquelle ces enfants doivent impérativement éviter tout aliment contenant de l'aspartame.

En principe, les édulcorants préservent la santé bucco-dentaire. Mais n'oublions pas que les boissons light et zéro, à l'instar des boissons sucrées, contiennent des acides susceptibles d'entraîner une érosion des dents, laquelle augmente à son tour le risque de caries.

7 Recommandations

D'une manière générale, rien ne permet actuellement d'affirmer que les édulcorants consommés à des doses inférieures aux valeurs ADI présentent un risque pour la santé.

Toutefois, l'auteure et le groupe d'accompagnement scientifique, composé de représentants de Promotion Santé Suisse, de la Société Suisse de Nutrition SSN, de l'Office fédéral de la santé publique, de l'Association Suisse des Diététicien-ne-s diplômé-e-s ES/HES et de la Haute école spécialisée bernoise, s'accordent sur le fait qu'il est à ce jour impossible de procéder à une évaluation définitive du risque potentiel des édulcorants pour la santé chez les enfants et les adolescents. En effet, les preuves scientifiques disponibles sont insuffisantes pour cela. On recommande de faire un usage **modéré et responsable** des aliments édulcorés, et ce dans le cadre d'une alimentation équilibrée. **Idéalement, la consommation de produits édulcorés artificiellement et à valeur énergétique réduite devrait être évitée autant que possible dans l'alimentation des enfants.** Et ce, afin de ne pas encourager une préférence éventuelle pour les aliments sucrés et d'empêcher que les enfants associent les aliments édulcorés à une densité calorique réduite. Les boissons édulcorées artificiellement, tout comme les sucreries et les snacks salés, figurent au sommet de la pyramide alimentaire suisse (voir figure 4) et ne doivent être consommées qu'en faibles quantités. Les boissons recommandées sont l'eau et les thés non sucrés (selon la pyramide alimentaire suisse).

Figure 4: La pyramide alimentaire suisse



Dans les cas particuliers, par exemple chez les enfants en surpoids ayant une forte consommation de boissons sucrées, le remplacement ciblé des boissons sucrées par des boissons light et zéro peut éviter une prise de poids supplémentaire. Il est ainsi possible de faire l'économie de calories inutiles. **Important:** les enfants atteints de PCU doivent impérativement éviter les aliments contenant de l'aspartame.

8 Sources

- Alberti, K. G., Zimmet, P. & Shaw, J. (2006). Metabolic syndrome – a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med* 23(5): 469-480.
- American Dietetic Association (2004). Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. *J Am Diet Assoc* 104(2): 255-275.
- Anderson, G. H., Saravis, S., Schacher, R., Zlotkin, S. & Leiter, L. A. (1989). Aspartame: effect on lunch-time food intake, appetite and hedonic response in children. *Appetite* 13(2): 93-103.
- Bellisle, F. & Drewnowski, A. (2007). Intense sweeteners, energy intake and the control of body weight. *Eur J Clin Nutr* 61(6): 691-700.
- Bellissimo, N., Pencharz, P. B., Thomas, S. G. & Anderson, G. H. (2007). Effect of television viewing at mealtime on food intake after a glucose preload in boys. *Pediatr Res* 61(6): 745-749.
- Bellissimo, N., Thomas, S. G., Goode, R. C. & Anderson, G. H. (2007). Effect of short-duration physical activity and ventilation threshold on subjective appetite and short-term energy intake in boys. *Appetite* 49(3): 644-651.
- Birch, L. L. & Deysher, M. (1985). Conditioned and unconditioned caloric compensation – Evidence for self-regulation of food intake in young children. *Learning and Motivation* 16(3): 341-355.
- Birch, L. L. & Deysher, M. (1986). Caloric compensation and sensory specific satiety: evidence for self regulation of food intake by young children. *Appetite* 7(4): 323-331.
- Birch, L. L., McPhee, L. & Sullivan, S. (1989). Children's food intake following drinks sweetened with sucrose or aspartame: time course effects. *Physiol Behav* 45(2): 387-395.
- Brown, R. J., de Banate, M. A. & Rother, K. I. (2010). Artificial sweeteners: a systematic review of metabolic effects in youth. *Int J Pediatr Obes* 5(4): 305-312.
- Brown, R. J. & Rother, K. I. (2012). Non-nutritive sweeteners and their role in the gastrointestinal tract. *J Clin Endocrinol Metab* 97(8): 2597-2605.
- Brown, R. J., Walter, M. & Rother, K. I. (2009). Ingestion of diet soda before a glucose load augments glucagon-like peptide-1 secretion. *Diabetes Care* 32(12): 2184-2186.
- Brown, R. J., Walter, M. & Rother, K. I. (2012). Effects of diet soda on gut hormones in youths with diabetes. *Diabetes Care* 35(5): 959-964.
- Chen, M. L., Liu, S. S., Zhang, G. H., Quan, Y., Zhan, Y. H., Gu, T. Y., Qin, Y. M. & Deng, S. P. (2013). Effects of early intraoral acesulfame-K stimulation to mice on the adult's sweet preference and the expression of alpha-gustducin in fungiform papilla. *Chem Senses* 38(5): 447-455.

Cheng, R., Yang, H., Shao, M. Y., Hu, T. & Zhou, X. D. (2009). Dental erosion and severe tooth decay related to soft drinks: a case report and literature review. *J Zhejiang Univ Sci B* 10(5): 395-399.

Coca-Cola Suisse (2012). Edulcorants: de quoi s'agit-il et quelle est leur utilité?

Commission fédérale de l'alimentation (2009). Les hydrates de carbone dans l'alimentation: prise de position et recommandation de la Commission fédérale de l'alimentation (COFA) 2009. Zurich, Office fédéral de la santé publique, Division Sécurité alimentaire, Section Risques nutritionnels et toxicologiques.

de Ruyter, J. C., Olthof, M. R., Seidell, J. C. & Katan, M. B. (2012). A trial of sugar-free or sugar-sweetened beverages and body weight in children. *N Engl J Med* 367(15): 1397-1406.

Duffy, V. B. & Anderson, G. H. (1998). Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. *J Am Diet Assoc* 98(5): 580-587.

Ebbeling, C. B., Feldman, H. A., Chomitz, V. R., Antonelli, T. A., Gortmaker, S. L., Osganian, S. K. & Ludwig, D. S. (2012). A randomized trial of sugar-sweetened beverages and adolescent body weight. *N Engl J Med* 367(15): 1407-1416.

Ebbeling, C. B., Feldman, H. A., Osganian, S. K., Chomitz, V. R., Ellenbogen, S. J. & Ludwig, D. S. (2006). Effects of decreasing sugar-sweetened beverage consumption on body weight in adolescents: a randomized, controlled pilot study. *Pediatrics* 117(3): 673-680.

EFSA ANS Panel (2013). Scientific Opinion on the re-evaluation of aspartame (E 951) as a food additive. *EFSA Journal* 11(12): 263 pp.

Foreyt, J., Kleinman, R., Brown, R. J. & Lindstrom, R. (2012). The use of low-calorie sweeteners by children: implications for weight management. *J Nutr* 142(6): 1155S-1162S.

Gallus, S., Scotti, L., Negri, E., Talamini, R., Franceschi, S., Montella, M., Giacosa, A., Dal Maso, L. & La Vecchia, C. (2007). Artificial sweeteners and cancer risk in a network of case-control studies. *Ann Oncol* 18(1): 40-44.

Gardner, C., Wylie-Rosett, J., Gidding, S. S., Steffen, L. M., Johnson, R. K., Reader, D. & Lichtenstein, A. H. (2012). Nonnutritive sweeteners: current use and health perspectives: a scientific statement from the American Heart Association and the American Diabetes Association. *Circulation* 126(4): 509-519.

Grenby, T. H. (1991). Update on low-calorie sweeteners to benefit dental health. *Int Dent J* 41(4): 217-224.

Johnson, S. L. & Taylor-Holloway, L. A. (2006). Non-Hispanic white and Hispanic elementary school children's self-regulation of energy intake. *Am J Clin Nutr* 83(6): 1276-1282.

Knopp, R. H., Brandt, K. & Arky, R. A. (1976). Effects of aspartame in young persons during weight reduction. *J Toxicol Environ Health* 2(2): 417-428.

- Kohler, S., Kleiser, C., Richter, A., Stahl, A., Vohmann, C., Heseke, H. & Mensink, G. B. (2007). Trinkverhalten von Jugendlichen in Deutschland: Ergebnisse aus EsKiMo. Springer Gesundheits- und Pharmazieverlag 1(10): 444-450.
- Kruesi, M. J., Rapoport, J. L., Cummings, E. M., Berg, C. J., Ismond, D. R., Flament, M., Yarrow, M. & Zahn-Waxler, C. (1987). Effects of sugar and aspartame on aggression and activity in children. *Am J Psychiatry* 144(11): 1487-1490.
- Ledergerber, M. & Steffen, T. (2011). [Prevalence of overweight and obesity in children and adolescents from 1977 to 2009 – examination of the school medical data of more than 94,000 school-age children in the city of Basel (Switzerland)]. *Gesundheitswesen* 73(1): 46-53.
- Magnuson, B. A., Burdock, G. A., Doull, J., Kroes, R. M., Marsh, G. M., Pariza, M. W., Spencer, P. S., Waddell, W. J., Walker, R., et al. (2007). Aspartame: a safety evaluation based on current use levels, regulations, and toxicological and epidemiological studies. *Crit Rev Toxicol* 37(8): 629-727.
- Malik, V. S., Pan, A., Willett, W. C. & Hu, F. B. (2013). Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 98(4): 1084-1102.
- Matsukubo, T. & Takazoe, I. (2006). Sucrose substitutes and their role in caries prevention. *Int Dent J* 56(3): 119-130.
- Mattes, R. D. & Popkin, B. M. (2009). Nonnutritive sweetener consumption in humans: effects on appetite and food intake and their putative mechanisms. *Am J Clin Nutr* 89(1): 1-14.
- Matzke, A. (2013). Evolution de la consommation de boissons sucrées, d'eau potable et d'eau minérale au cours des 20 dernières années chez les enfants et les adolescents en Suisse et dans certains pays d'Europe. Boissons sucrées et poids corporel chez les enfants et les adolescents. Promotion Santé Suisse, Berne et Lausanne.
- Mortensen, A. (2006). Sweeteners permitted in the European Union: safety aspects. *Scandinavian Journal of Food and Nutrition* 50(3): 104-116.
- Muntau, A. C., Beblo, S. & Koletzko, B. (2000). Phenylketonurie und Hyperphenylalaninämie. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 148: 179-193.
- Murer, S. B., Saarsalu, S., Zimmermann, M. B. & Aeberli, I. (2013). Pediatric adiposity stabilized in Switzerland between 1999 and 2012. *Eur J Nutr*.
- Office fédéral de la santé publique (2013). Questions et réponses concernant la stévia et les glycosides de stéviol. http://www.bag.admin.ch/faq/index.html?lang=fr&themen_id=2&subthemen_id=56. Accès: 23.12.2013.
- Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (2014). Aspartame – Sécurité de l'aspartame. <http://www.blv.admin.ch/themen/04678/04711/04714/index.html?lang=fr>. Accès: 24.01.2014.

Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (2014). Stevia rebaudiana – l'herbe à sucre. <http://www.blv.admin.ch/themen/04678/04711/04738/index.html?lang=fr>. Accès: 27.01.2014.

Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (2014). Additifs. <http://www.blv.admin.ch/themen/04678/04711/04741/index.html?lang=fr>. Accès: 27.01.2014.

Popkin, B. M. & Nielsen, S. J. (2003). The sweetening of the world's diet. *Obes Res* 11(11): 1325-1332.

Rada, P., Avena, N. M. & Hoebel, B. G. (2005). Daily bingeing on sugar repeatedly releases dopamine in the accumbens shell. *Neuroscience* 134(3): 737-744.

Renwick, A. G. (2006). The intake of intense sweeteners – an update review. *Food Addit Contam* 23(4): 327-338.

Rodearmel, S. J., Wyatt, H. R., Stroebele, N., Smith, S. M., Ogden, L. G. & Hill, J. O. (2007). Small changes in dietary sugar and physical activity as an approach to preventing excessive weight gain: the America on the Move family study. *Pediatrics* 120(4): e869-879.

Schneider, J. (2011). Boissons sucrées vs eau. Bases disponibles concernant la consommation de boissons sucrées et d'eau. Berne et Lausanne, Promotion Santé Suisse.

Schneider, J. (Ed.) (2013). Boissons sucrées et poids corporel chez les enfants et les adolescents. Etat actuel des connaissances scientifiques et recommandations. Berne et Lausanne, Promotion Santé Suisse. Rapport 3.

Shaywitz, B. A., Anderson, G. M., Novotny, E. J., Ebersole, J. S., Sullivan, C. M. & Gillespie, S. M. (1994). Aspartame has no effect on seizures or epileptiform discharges in epileptic children. *Ann Neurol* 35(1): 98-103.

Shaywitz, B. A., Sullivan, C. M., Anderson, G. M., Gillespie, S. M., Sullivan, B. & Shaywitz, S. E. (1994). Aspartame, behavior, and cognitive function in children with attention deficit disorder. *Pediatrics* 93(1): 70-75.

Smeets, P. A., Weijzen, P., de Graaf, C. & Viergever, M. A. (2011). Consumption of caloric and non-caloric versions of a soft drink differentially affects brain activation during tasting. *Neuroimage* 54(2): 1367-1374.

Soffritti, M., Belpoggi, F., Degli Esposti, D., Lambertini, L., Tibaldi, E. & Rigano, A. (2006). First experimental demonstration of the multipotential carcinogenic effects of aspartame administered in the feed to Sprague-Dawley rats. *Environ Health Perspect* 114(3): 379-385.

Soffritti, M., Belpoggi, F., Manservigi, M., Tibaldi, E., Lauriola, M., Falcioni, L. & Bua, L. (2010). Aspartame administered in feed, beginning prenatally through life span, induces cancers of the liver and lung in male Swiss mice. *Am J Ind Med* 53(12): 1197-1206.

Soffritti, M., Belpoggi, F., Tibaldi, E., Esposti, D. D. & Lauriola, M. (2007). Life-span exposure to low doses of aspartame beginning during prenatal life increases cancer effects in rats. *Environ Health Perspect* 115(9): 1293-1297.

Spiers, P. A., Sabounjian, L., Reiner, A., Myers, D. K., Wurtman, J. & Schomer, D. L. (1998). Aspartame: neuropsychologic and neurophysiologic evaluation of acute and chronic effects. *Am J Clin Nutr* 68(3): 531-537.

Swithers, S. E. (2013). Artificial sweeteners produce the counterintuitive effect of inducing metabolic derangements. *Trends Endocrinol Metab* 24(9): 431-441.

Sylvetsky, A., Rother, K. I. & Brown, R. (2011). Artificial sweetener use among children: epidemiology, recommendations, metabolic outcomes, and future directions. *Pediatr Clin North Am* 58(6): 1467-1480, xi.

Sylvetsky, A. C., Welsh, J. A., Brown, R. J. & Vos, M. B. (2012). Low-calorie sweetener consumption is increasing in the United States. *Am J Clin Nutr* 96(3): 640-646.

Tahmassebi, J. F., Duggal, M. S., Malik-Kotru, G. & Curzon, M. E. (2006). Soft drinks and dental health: a review of the current literature. *J Dent* 34(1): 2-11.

Taylor, A. M., Peeters, P. H., Norat, T., Vineis, P. & Romaguera, D. (2010). An update on the prevalence of the metabolic syndrome in children and adolescents. *Int J Pediatr Obes* 5(3): 202-213.

Tate, D. F., Turner-McGrievy, G., Lyons, E., Stevens, J., Erickson, K., Polzien, K., Diamond, M., Wang, X. & Popkin, B. (2012). Replacing caloric beverages with water or diet beverages for weight loss in adults: main results of the Choose Healthy Options Consciously Everyday (CHOICE) randomized clinical trial. *Am J Clin Nutr* 95(3): 555-563.

Wang, Y. & Lobstein, T. (2006). Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *Int J Pediatr Obes* 1(1): 11-25.

Weihrauch, M. R. & Diehl, V. (2004). Artificial sweeteners – do they bear a carcinogenic risk? *Ann Oncol* 15(10): 1460-1465.

Williams, C. L., Strobino, B. A. & Brotanek, J. (2007). Weight control among obese adolescents: a pilot study. *Int J Food Sci Nutr* 58(3): 217-230.

Wolraich, M. L., Lindgren, S. D., Stumbo, P. J., Stegink, L. D., Appelbaum, M. I. & Kiritsy, M. C. (1994). Effects of diets high in sucrose or aspartame on the behavior and cognitive performance of children. *N Engl J Med* 330(5): 301-307.

Zandstra, E. H., Stubenitsky, K., De Graaf, C. & Mela, D. J. (2002). Effects of learned flavour cues on short-term regulation of food intake in a realistic setting. *Physiol Behav* 75(1-2): 83-90.

Zhang, G. H., Chen, M. L., Liu, S. S., Zhan, Y. H., Quan, Y., Qin, Y. M. & Deng, S. P. (2011). Effects of mother's dietary exposure to acesulfame-K in pregnancy or lactation on the adult offspring's sweet preference. *Chem Senses* 36(9): 763-770.

Zimmet, P., Alberti, K. G., Kaufman, F., Tajima, N., Silink, M., Arslanian, S., Wong, G., Bennett, P., Shaw, J., et al. (2007). The metabolic syndrome in children and adolescents – an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes* 8(5): 299-306.

Dufourstrasse 30, Postfach 311, CH-3000 Bern 6
Tel. +41 31 350 04 04, Fax +41 31 368 17 00
office.bern@promotionsante.ch

Avenue de la Gare 52, CH-1003 Lausanne
Tél. +41 21 345 15 15, fax +41 21 345 15 45
office.lausanne@promotionsante.ch

www.gesundheitsfoerderung.ch
www.promotionsante.ch
www.promozionesalute.ch