



HAL
open science

Les édulcorants : une autre histoire du sucré, une nouvelle étape dans l'histoire du sucre ?

Vincent Moriniaux

► To cite this version:

Vincent Moriniaux. Les édulcorants : une autre histoire du sucré, une nouvelle étape dans l'histoire du sucre ?. Centre de recherche sur les économies, les sociétés, les arts et les techniques (CRESAT). Le sucre, entre tentations et réglementation, Archives nationales du monde du travail, p. 133-160, 2014, 9782916895239. halshs-01476969

HAL Id: halshs-01476969

<https://shs.hal.science/halshs-01476969>

Submitted on 26 Feb 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES ÉDULCORANTS :
UNE AUTRE HISTOIRE DU SUCRÉ,
UNE NOUVELLE ÉTAPE
DANS L'HISTOIRE DU SUCRE ?

VINCENT MORINIAUX
Université Paris-Sorbonne

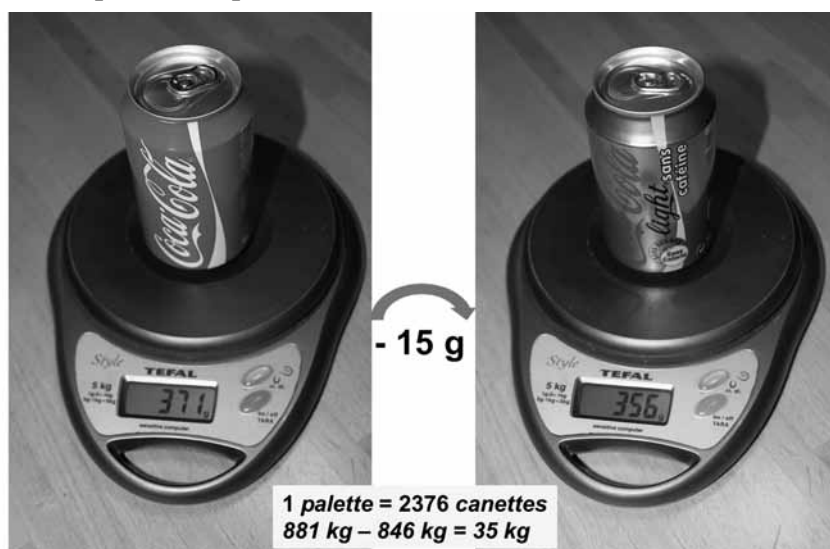
L'histoire récente du sucre dans les pays européens laisse penser que la consommation de sucre¹ a atteint un palier, voire décroît. Cependant, le géographe de l'alimentation est convaincu qu'on ne peut pas faire l'économie d'une réflexion plus large sur le goût sucré. L'essor des édulcorants contredit d'emblée l'idée selon laquelle la consommation de sucre stagnante par habitants serait synonyme d'un recul du goût sucré. C'est pourquoi une recherche sur les édulcorants est intéressante, non seulement pour elle-même mais aussi parce que les édulcorants sont peut-être l'avenir du sucré, tout simplement.

Dans une perspective historique, on montrera que la recherche du goût sucré, innée comme nous l'ont appris les physiologistes, fait que l'idée même d'édulcorant, au sens de « produit remplaçant le sucre » est très ancienne même si le boom des édulcorants dans notre alimentation ne date vraiment que des années 1990. Ceci pose d'ailleurs la question même de ce qu'est un édulcorant. Le sucre de canne étant apparu dans nos régions après

1 Nous parlons bien sûr de la consommation totale de sucre, même s'il est difficile de bien l'analyser quand les statistiques de la consommation apparente comprennent non seulement le sucre de bouche (dont la consommation baisse), mais également le sucre pour l'industrie qui se retrouve de plus en plus dans les multiples préparations, plats cuisinés, médicaments *etc.*

le miel, n'est-il pas lui aussi un édulcorant ? La définition est d'autant plus malaisée qu'il faut effectuer le tri parmi les 96 édulcorants référencés à ce jour pour l'alimentation humaine ! Il existe des édulcorants moins sucrés que le sucre (par exemple l'isomalt et le sucralose² dérivés du saccharose). Contrairement à ce que l'on croit souvent, l'édulcorant n'est pas non plus toujours sans calorie. En revanche, et c'est la première cause de son essor actuel, il est toujours moins cher que le saccharose, notamment parce qu'il est, à pouvoir sucrant égal, beaucoup moins lourd...

Illustration 1 : Et si l'un des avantages de l'édulcorant intense était tout simplement le poids ?



Source : © Vincent Moriniaux.

Les édulcorants appartiennent donc aussi à l'histoire mouvementée du sucre, composée de revirements et de hasards. Beaucoup d'édulcorants ont été découverts par sérendipité. Enfin, l'édulcorant possède certes une saveur sucrée mais il présente aussi souvent un parfum de scandale : son histoire et son actualité croisent les grandes firmes multinationales comme Monsanto et les puissants comme Donald Rumsfeld ; on s'étonne que le cyclamate de sodium³ soit autorisé en France mais interdit aux États-Unis,

- 2 Le sucralose est un trichlorosucrose, il a pour base la structure du saccharose dont 3 groupes hydroxyles ont été substitués par 3 atomes de chlore.
- 3 Le cyclamate de sodium est le sel de sodium de l'acide cyclamique (acide cyclohexanesulfamique). Il est préparé par sulfonation de la cyclohexylamine ; ceci peut être effectué par la réaction de la cyclohexylamine avec de l'acide sulfamique ou du trioxyde de soufre.

Illustration 2 : Coca-Cola et Coca-Cola light, différence de contenance de sucre (Musée du sucre à Berlin)⁴.



Source : © Vincent Moriniaux.

que le Japon ait interdit l'aspartame⁵ et autorisé la stévia⁶ pendant aussi longtemps que les États-Unis ont opéré l'inverse *etc.* Les édulcorants

- 4 1 litre de Coca-Cola contient 109 g de sucre, soit 36 morceaux de sucre (NDT : le morceau de sucre usuel en Allemagne mesure 16x16x11mm et pèse 3 g) ; 1 litre de Coca-Cola Light contient 5,1 g de sucre, soit 2 morceaux de sucre.
- 5 C'est un dipeptide composé de deux acides aminés naturels, l'acide L-aspartique et la L-phénylalanine, le dernier sous forme d'ester méthylique (c'est-à-dire dérivant du méthanol).
- 6 On adopte le féminin et l'accentuation qui paraissent s'imposer en France avec une courte période d'hésitation pendant laquelle on a pu trouver *le stevia*. C'est au moins le choix des marketteurs de Béghin Say. L'accent fait moins référence à la molécule d'une plante qu'au nom générique latin (*Stevia* est un genre de la famille des *Asteraceae* qui regroupe environ 240 espèces d'herbes aromatiques ou d'arbrisseaux) et le féminin est sans doute plus maternel et rassurant.

méritent bien une lecture géopolitique. Cette géopolitique repose en fait sur une lutte entre les édulcorants artificiels et les édulcorants naturels, dans laquelle les derniers l'emportent, sous la pression d'une opinion publique abreuvée dans les pays riches d'un discours anti-sucre, méfiante à l'égard des produits chimiques et valorisant tout ce qui lui paraît, à tort ou à raison, comme un retour à la nature. Nous souhaitons montrer que l'essor de la culture du chanvre d'eau, plus connu sous le nom de stévia, consacre la victoire des édulcorants dits naturels et est peut-être en passe de révolutionner l'univers du sucré.

Édulcorer, une idée déjà ancienne

Bien avant la découverte par les Européens du « miel de roseau »⁷ puis le boom de la betterave à sucre, qui consacre la diffusion à bas prix du sucre dans le monde, la saveur sucrée était très recherchée. Les cuisines anciennes faisaient un grand usage du miel, des fruits secs (dattes, abricots, raisins, pruneaux) ou confits, des jus (notamment de groseille ou de raisin). Comme le miel était cher, on cherchait déjà des édulcorants⁸. Dans la Rome impériale par exemple, on fabriquait le *sapa*, sorte de sirop intensément sucré, obtenu à partir de jus de raisin, de la lie de vin ou du vinaigre qu'on faisait bouillir dans des casseroles de plomb⁹. Les cuisiniers romains l'utilisaient pour la préparation des sauces, qui étaient

7 L'expression est de Néarque, compagnon d'Alexandre le Grand (356–323 avant J.C.) lors de sa campagne d'Inde. « En Inde, il existe un roseau capable de produire du miel sans l'entremise des abeilles. » William VINCENT, trad. de l'anglais par Jean-Baptiste Louis Joseph Billecocq, *Voyage de Néarque, des bouches de l'Indus jusqu'à l'Euphrate, ou journal de l'expédition de la flotte d'Alexandre*, Paris, Imp. de Crapelet, 1800.

8 L'emploi du terme édulcorant, entré dans la langue française vers 1900, est évidemment ici un anachronisme. Il vient du latin scientifique *edulcolare* qui signifie, en médecine, adoucir un remède.

9 John EMSLEY, *Guide des produits chimiques à l'usage du particulier*, trad. par J. Gontar, Paris, Odile Jacob, 1996, 335 p., p. 46-47 :

Le vin contient des acides organiques naturels, tels les acides tartrique et citrique. Si le vin reçoit des spores de la bactérie *Acetobacter*, qui est plutôt courante, il devient alors plus acide car l'alcool est converti en acide acétique. [...] Ces divers acides attaquaient et dissolvaient le plomb [de la casserole] qui réagissait pour donner des sels de plomb, principalement de l'acétate de plomb. Les composés du plomb étaient responsables du goût sucré et les analystes modernes ont démontré que le sapa devait contenir mille parties par million de plomb (0,1 %). On pouvait faire grossir de beaux cristaux blancs de sels de plomb à partir du sapa, qui étaient très sucrés. Lorsque leur nature chimique fut comprise au XVII^e siècle, on les appela sucre de plomb.

à la base de nombreux plats sucrés-salés. Le *sapa* est mentionné dans 95 recettes des *Dix livres de la cuisine* d'Apicius. Dans le sillage des Grecs, les producteurs de vin romains employaient également le *sapa* pour adoucir les vins et prolonger leur durée. Il préservait le vin en tuant les bactéries mais provoquait des avortements et rendait les visages blêmes car l'une des caractéristiques de l'empoisonnement chronique au plomb est l'anémie¹⁰. On suppose aujourd'hui que la fameuse stérilité des classes supérieures romaines était due au *sapa*. Cet édulcorant artificiel disparut avec l'Empire, non l'astuce qui consistait à mettre du plomb dans le vin. Au XIX^e siècle, les négociants en vin ajoutaient un plomb dans chaque bouteille de porto. Dans les logements insalubres, c'est précisément le goût sucré des peintures anciennes au plomb qui, en attirant les enfants, provoque une importante ingestion de plomb responsable du saturnisme.

Le goût sucré du *sapa* antique provient des sucres présents dans le raisin et de l'acétate de plomb, un composé au goût sucré, produit par réaction entre l'acide acétique et les récipients de cuisson en plomb. De nos jours, on a abandonné les cuves en plomb, mais le *sapa* reste associé à la cuisine des Abruzzes¹¹ où il est connu sous le nom de *Mosto cotto*, utilisé comme condiment, sirop pour dessert, sauce aigre-douce pour un plat ou édulcorant en pâtisserie. Dilué dans l'eau, il donne une boisson rafraîchissante.

Sans doute répandu par les Romains en même temps que la vigne, le raisiné, pour reprendre son appellation en Bourgogne, est, à côté du miel, une importante source de sucré pendant tout le Moyen-Âge. Il entre notamment dans la composition des confitures. On peut lui associer toutes les mélasses de fruits (pommes, poires), dont la tradition se perpétue dans l'Europe rhénane, profondément romanisée¹², et qui rappelle les mélasses de raisin, caroube, datte, figue *etc.* des rives de la Méditerranée¹³.

10 Les prostituées romaines buvaient du *sapa* pur pour déclencher des avortements et acquérir le teint pâle qui les rendaient attrayantes.

11 Il est aussi utilisé dans d'autres régions italiennes (Émilie-Romagne, Marches et Sardaigne). En Sardaigne, le *sapa* peut être aussi obtenu à partir de figue de Barbarie.

12 Depuis le XIX^e siècle, à côté de ces mélasses de pommes, on trouve le *Zuckerribensirup*, mélasse de betteraves à sucre, autrefois vendue comme sucre de bas de gamme.

13 Jean-Louis MIÈGE, *Sucre, sucreries et douceurs en Méditerranée*, table ronde, Marseille 11/1987, vol. 4, Paris, Éditions du CNRS, 1991. Le sirop de sucre de raisin est un produit très courant sur les marchés de Grèce, de Turquie (surtout au bord de la mer Égée et autour de la mer de Marmara), et de tous

Avant la mise au point de l'extraction du sucre de betterave, plusieurs ont donc fort logiquement tenté d'obtenir du sucre en quantité industrielle à partir du raisin. Cependant, les conditions techniques de l'époque ne permettaient pas cette production de masse et «une commission de l'Institut de France conclut alors "qu'il fallait faire justice de la chimère du sucre de raisin".»¹⁴

Produire du sucre à partir du raisin est redevenu à la mode en France pendant une courte période sous l'Occupation, lorsque la bataille de France détruit les champs de betteraves du Nord et que le blocus anglais bloque les arrivages de sucre des colonies. Par une loi du 16 août 1940, le gouvernement de Vichy impose aux viticulteurs du Languedoc de livrer 20 % de leur récolte¹⁵ à la société des raffineries de sucre Saint Louis à Marseille et lance la production de sucre de raisin liquide et solide. Il s'agit dès l'origine et très clairement de produire un ersatz de sucre :

Le consommateur peut trouver [du sucre de raisin], pour le moment sans tickets, chez un grand nombre d'épiciers [...]. C'est un produit naturel complet. Une sage économie ménagère réservera la ration de morceaux de sucre à l'édulcoration proprement dite des boissons et consacra le sucre de raisin à la préparation économique de confitures de ménage, de compotes, de marmelades et en général de tous plats sucrés, qui sont l'appoint indispensable d'une alimentation rationnelle.¹⁶

40 000 tonnes sont produites entre 1940 et 1941 mais l'hostilité du monde viticole, qui souhaite réserver le raisin à l'élaboration du vin, a rapidement mis un terme à l'expérience.

Il est intéressant de constater que les tentatives pour remplacer le saccharose par le raisiné ont été beaucoup plus modestes pendant la Première Guerre mondiale que pendant la Seconde. Cela tient précisément au fait qu'en 1914-1918 un édulcorant de synthèse avait le vent en poupe :

les pays du Moyen-Orient. En Grèce, la recette du *petimezi*, mélasse obtenue à partir du raisin, remonterait selon certains à l'âge du Bronze.

14 Cité dans *Le sucre de raisin – aliment naturel nutritif non rationné / son histoire ses usages*, collectif, Marseille, édité par société en raffineries de sucre de Saint Louis, 1941, 11 p.

15 10 % pour les coopératives.

16 *Le sucre de raisin – aliment naturel nutritif non rationné / son histoire ses usages*, collectif, Marseille, édité par société en raffineries de sucre de Saint Louis, 1941, 11 p.

la saccharine. Inventée¹⁷ et produite en Allemagne, la saccharine, interdite en France depuis 1902, est finalement autorisée par une loi du 7 avril 1917 pour faire face à la pénurie de sucre¹⁸, mais son importation est à nouveau interdite en 1917 au moment où se lance sa production dans la région lyonnaise¹⁹. À cette époque, le public n'oppose pas un édulcorant artificiel (la saccharine) et un édulcorant naturel (le raisiné) mais bien un produit allemand et un produit bien de chez nous. En 1914, le maire de Montbéliard ne mettait-il pas en garde ses administrés contre « le poison allemand » ?

L'ère des édulcorants artificiels

Historiquement, la notion d'édulcorant apparaît donc floue. Elle n'a pris sa signification actuelle, de produit donnant une saveur sucrée tout en apportant moins de calories que le sucre, qu'avec l'émergence de la chimie de synthèse. Les édulcorants, dans la législation française, sont rangés parmi les additifs alimentaires. Les additifs alimentaires²⁰ sont des substances ajoutées en petite quantité aux aliments pour leur donner des propriétés spécifiques mais qui ne sont pas consommés comme aliment en soi. Ils peuvent être naturels, c'est-à-dire obtenus à partir de microorganismes, d'algues, d'extraits végétaux ou minéraux ou obtenus par synthèse.

On entend par additif alimentaire toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et dont l'adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires, dans un but technologique au stade de leur fabrication, transformation, préparation, traitement, conditionnement, transport ou entreposage, a pour effet, ou peut raisonnablement être estimée avoir pour effet, qu'elle devient

17 Constantin Fahlberg, qui travaille avec l'américain Ira Remsen, est en réalité un chimiste russo-allemand. Remsen et Fahlberg se sont disputés la paternité de la découverte. Voir note n° 25.

18 Dans la chanson *Qui a gagné la guerre ?*, à la gloire du Poilu, Adolphe Bérard dit « Le civil s'écrie : J'ai tenu, j'imagine / En faisant la queue au tabac, au charbon / Le sucre a manqué, j'ai bu de la saccharine / J'ai gagné la guerre avec mes privations ».

19 Je dois ces informations sur la saccharine pendant la Grande Guerre à Hugues Marquis (voir dans cet ouvrage p. 109-110).

20 Le code utilisé se compose de la lettre « E » suivie d'un numéro permettant d'identifier la catégorie. Par exemple : 100 pour les colorants ; 200 pour les conservateurs ; 300 pour les agents anti-oxygène ; 400 pour les agents de texture, 900 pour les édulcorants.

elle-même ou que ses dérivés deviennent, directement ou indirectement, un composant des denrées alimentaires.²¹

Les additifs alimentaires possèdent quatre fonctions principales : garantir la qualité sanitaire des aliments (conservateurs, antioxydants), conférer une texture particulière (épaississants, gélifiants), garantir la stabilité du produit (émulsifiants, anti-agglomérants, stabilisants) et enfin améliorer l'aspect et le goût d'une denrée (colorants, exhausteurs de goût, édulcorants). Pour être autorisé, un édulcorant, comme tout additif alimentaire doit donner la preuve de son innocuité et les études toxicologiques sur l'animal permettent de déterminer la dose journalière admissible (DJA)²². Cependant, la preuve d'innocuité ne suffit pas. Pour être inscrit sur la liste des additifs autorisés, une substance doit aussi faire la preuve de son intérêt pour le consommateur. Le plus souvent, le terme édulcorant fait référence à des ingrédients destinés à améliorer le goût d'un aliment ou d'un médicament en lui conférant une saveur sucrée. Certains édulcorants n'apportent pas de calories, d'autres moins que le sucre de table, d'autres présentent l'avantage de ne pas être cariogènes et certains s'avèrent plus sucrés que le sucre²³.

Parmi les 96 édulcorants actuellement connus, se distinguent les édulcorants de masse (ou de charge) et les édulcorants intenses. Les ingrédients dont le pouvoir sucrant est voisin de 1 sont appelés édulcorants de masse ou de charge. Ils lestent²⁴ une denrée alimentaire sans en modifier sensiblement la valeur calorifique et offrent, notamment les polyols comme le sorbitol, un pouvoir sucrant assez proche de celui du sucre de table (de 0,5 à 1,4). Ils sont utilisés notamment dans de nombreux chewing-gums

21 Décret du 18 septembre 1989.

22 Cette dose représente une quantité du produit ingérée tous les jours pendant toute la vie, sans risque appréciable pour la santé du consommateur. La DJA est exprimée en milligrammes d'édulcorant par kilogrammes de poids corporel.

23 Le pouvoir sucrant (PS), ou pouvoir sucrant relatif, représente la valeur sucrante (édulcorante) d'un composé chimique par rapport à un autre. Ce rapport entre deux quantités est évalué entre deux solutions qui développent la même intensité sucrée. Le pouvoir sucrant est déterminé, par rapport à une référence, en général une solution de saccharose (sucre de table), dont le pouvoir sucrant est égal par définition à 1. C'est un nombre sans unité car obtenu via le rapport de 2 grandeurs exprimée dans la même unité masse ou concentration. Ainsi, à la même saveur sucrée, le rapport entre la masse (gramme) de saccharose et de substance sucrée présentes en solution aqueuse donne-t-il un pouvoir sucrant fondé sur la masse.

24 On les appelle de ce fait aussi agent de lest ou liant.

et confiseries. Nous nous intéresserons donc ici aux édulcorants intenses, appelés ainsi car leur pouvoir sucrant est bien supérieur à celui du sucre²⁵. Il n'est évidemment pas question ici de les étudier tous.

La découverte des édulcorants artificiels constitue toute une saga dont nous retraçons ici les grandes étapes chronologiques. Au-delà des circonstances particulières de chaque découverte, on peut retenir trois points communs à la plupart des cas : le but premier n'était pas alimentaire, la découverte est souvent le fruit du hasard et la question de leur innocuité se pose dès le début et dessine toute une géopolitique des édulcorants, selon que les États les autorisent ou non.

La saccharine

La saccharine (ou saccarine) est le plus ancien des édulcorants artificiels, découvert en 1879 par Remsen²⁶, au hasard de recherche sur les composés chimiques du goudron de houille ! Remsen alla dîner sans s'être correctement lavé les mains... L'acide anhydroorthosulphaminebenzoïque peut être produit de plusieurs manières. La voie de synthèse originale de Remsen et Fahlberg débute par du toluène²⁷, mais le rendement par cette voie est faible. On a ensuite trouvé d'autres voies d'obtention, toujours

25 On ne traite pas dans cet article, par exemple, de l'isomalt, dérivé du saccharose, qui a un pouvoir sucrant de 0,5. Il n'est donc pas utilisé pour son goût sucré mais pour ses propriétés. Moins hygroscopique, il permet aux pièces en sucre de conserver plus longtemps leur brillant et leur tenue. Il reste parfaitement transparent même une fois chauffé, ce qui permet de construire des pièces avec une apparence de verre.

26 En fait, par Ira Remsen et Constantin Fahlberg de l'Université Johns Hopkins. Ils publièrent conjointement leur découverte en 1880. Cependant, en 1884, Constantin Fahlberg breveta et produisit en masse la saccharine sans jamais mentionner Remsen. La saccharine fut commercialisée peu de temps après sa découverte, mais c'est seulement pendant la Seconde Guerre mondiale, lorsque le sucre fut rationné, que son usage commença à se répandre. Sa popularité ne cessa de croître pendant les années 1960 et 1970 parmi les personnes faisant un régime.

27 Le toluène, également appelé méthylbenzène ou phénylméthane, est un hydrocarbure aromatique sous la forme d'un liquide transparent, très répandu et utilisé comme produit de départ industriel ou comme solvant. Il dissout un grand nombre d'huiles, graisses, résines (naturelles ou de synthèse). Il a une odeur caractéristique (type dissolvant pour peinture) rappelant celle, douceâtre, du benzène apparenté. Le toluène sert notamment à élever l'indice d'octane dans les carburants, mélangé avec du benzène et des xylènes. Il est donc présent dans divers carburants pétroliers.

chimiques²⁸. La saccharine possède un pouvoir sucrant 300 à 400 fois plus élevé que le sucre mais présente un arrière-goût métallique ou amer déplaisant. Elle est ainsi souvent mélangée avec d'autres édulcorants pour compenser cette faiblesse : une proportion de 10 pour 1 entre le cyclamate et la saccharine est utilisée dans les pays où ces deux substances sont autorisées.

La saccharine n'apporte aucune calorie et est éliminée du corps par le système digestif sans passer dans le sang mais la question de son innocuité s'est posée tout de suite. Depuis les années 1960, plusieurs études suggèrent qu'elle pourrait être cancérigène chez l'animal. Les premières études poussent le Japon à interdire la saccharine et le cyclamate et à se lancer dans la culture massive dès le début des années 1970 de *stevia rebaudiana*. Les craintes culminèrent en 1977, après la publication d'une étude indiquant une augmentation des cancers de la vessie chez les rats soumis à de fortes doses de saccharine. Cette année-là, le Canada interdit la saccharine. La FDA (*Food and Drug Administration*, l'office américain chargé des aliments et médicaments) proposa également de l'interdire, mais comme c'était, à l'époque, le seul édulcorant artificiel disponible aux États-Unis, l'interdiction rencontra une forte opposition de la part du public, spécialement chez les diabétiques. Par la suite, le congrès américain plaça un moratoire sur l'interdiction, proposant, à la place, l'obligation d'indiquer sur les denrées contenant de la saccharine, une mention indiquant qu'elle pourrait être cancérigène. Depuis, le sérieux des études publiées en 1977 a été critiqué à cause des doses ridiculement élevées qui ont été administrées aux rats sujets du test. Ces doses étaient plusieurs centaines de fois supérieures à celles ingérées normalement par un consommateur. Aucune étude n'a jamais démontré un risque pour la santé à des doses normales. En 1991, après 14 ans, la FDA a formellement retiré la proposition d'interdiction de la saccharine et, en 2000, le Congrès américain a abrogé la loi obligeant les produits contenant de la saccharine à porter une mise en garde pour la santé. Le Japon l'autorise depuis 2012.

La dulcine

La dulcine (4-éthoxyphénylurée) est une molécule de synthèse qui a été utilisée comme édulcorant dans plus de 50 pays pendant plus de 50 ans avant d'être bannie par la FDA. Elle est aujourd'hui toujours interdite à

28 En 1950, une synthèse améliorée a été développée par Maumee Chemical Company à Toledo (Ohio). Dans cette voie, l'acide anthranilique réagit successivement avec de l'acide nitreux, du dioxyde de soufre, du chlore et ensuite de l'ammoniaque pour obtenir de la saccharine.

la consommation. Elle a été découverte en 1884 par Joseph Berlinerbau et c'est le second édulcorant artificiel découvert après la saccharine. Dès que les premiers tests médicaux montrèrent l'innocuité de cette urée pour la consommation humaine, elle fut considérée comme l'édulcorant idéal pour les diabétiques. Elle fut industriellement produite comme édulcorant de table aux États-Unis d'Amérique en 1891. Une caractéristique importante de la dulcine, mise en évidence lors des premiers essais sur l'homme, était l'absence d'arrière-goût amer, ce qui la différenciait de la saccharine. Après plusieurs études sur le rat, les propriétés carcinogènes de la dulcine chez les animaux ont été démontrées par l'apparition de cancers du foie et de la vessie. De plus, après des résultats de tests de toxicité chronique sur des personnes ayant utilisé le produit sur une longue période comparativement à des utilisateurs récents, la FDA déclare la dulcine comme produit à risque en 1950 et celle-ci est finalement retirée du marché en 1951. Il faut remarquer que ce retrait n'intervient que 60 ans après sa mise sur le marché.

Le cyclamate

Comme pour la plupart des édulcorants artificiels, le pouvoir sucrant du cyclamate de sodium fut découvert par hasard. Le chimiste américain Michael Sveda travaillait dans son laboratoire sur la synthèse d'un médicament antipyrétique. Il déposa sa cigarette sur le bord de sa table de laboratoire, et, quand il la remit à la bouche, il constata la saveur sucrée du cyclamate de sodium. Le cyclamate de sodium est 30 à 40 fois plus sucrant que le sucre, faisant de lui le moins sucrant de tous les édulcorants artificiels. Doté d'un arrière-goût moins désagréable, il est habituellement utilisé en synergie avec d'autres édulcorants, spécialement avec la saccharine. Il est aussi moins cher que la plupart des édulcorants. En 1958, le cyclamate a été désigné comme GRAS²⁹ aux États-Unis, c'est-à-dire «généralement reconnu comme inoffensif». Cependant, en 1966, une étude rapporte que certaines bactéries pourraient conduire à la production de la cyclohexyla-

29 Le concept GRAS (*Generally Recognized As Safe*) créé en 1958 par la *Food and Drug Administration* (FDA) permet la régulation de substances ou extraits ajoutés aux aliments et qui sont considérés comme sans danger par un panel d'expert. Les critères utilisés pour arriver au statut GRAS sont notamment :

- la «clause du grand-père» : les composés présents dans les aliments que l'homme consomme depuis toujours sans risque apparent sont tenus pour non nocifs à leurs concentrations naturelles.
- les composés présents dans les tissus humains de l'homme bien portant sont tenus pour non nocifs à leurs concentrations naturelles.

mine, un composé suspecté d'avoir une toxicité chronique chez l'animal (cancer de la vessie chez le rat, atrophie des testicules chez la souris). En 1970, la FDA interdit sa vente aux États-Unis. Le cyclamate est donc approuvé comme édulcorant dans plus de 55 pays dont le Canada, mais il est interdit au Japon, aux États-Unis et en Angleterre. Il est autorisé en France, comme dans la plupart des pays européens, mais son utilisation est limitée aux boissons non alcoolisées, aux desserts et produits similaires et aux confiseries. Un puissant lobby de l'industrie alimentaire réclame régulièrement la levée de son interdiction aux États-Unis³⁰.

La néohespéridine dihydrochalcone

La néohespéridine dihydrochalcone, ou NHDC, est un édulcorant intense artificiel au pouvoir sucrant élevé (1 500-1 800). La NHDC a été préparée pour la première fois en 1963 par Horowitz et Gentili aux États-Unis dans le cadre de recherches pour réduire l'amertume des jus d'agrumes. Elle est issue de l'hydrogénation de la néohespéridine, un hétéroside amer présent dans la peau des citrus (*Citrus aurantium*)³¹. Comme les autres hétérosides très sucrés, tels l'acide glycyrrhizique et les stéviolosides, le goût sucré de la NHDC n'est pas immédiat en bouche, il perdure et possède un léger arrière-goût métallique de réglisse. La NHDC a l'avantage d'être stable à haute température et à bas pH ce qui n'est pas

30 Abbott Laboratories qui avait racheté le brevet acquis par DuPont soutint que ses propres études n'avaient jamais été capables de reproduire les résultats de l'étude de 1969 et, en 1973, Abbott demanda à la FDA de retirer l'interdiction de vente du cyclamate. Cette pétition a été, par la suite, refusée en 1980 par un commissaire de la FDA (Jere Goyan). Le laboratoire d'Abbott, avec le Calorie Control Council (un lobby politique représentant l'industrie des aliments de régime), déposèrent une seconde pétition en 1982. En 1982, le Comité international mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires (JECFA) a établi une dose journalière admissible (DJA) de 11 mg/kg de masse corporelle pour le cyclamate. Bien que la FDA ait décidé, à la relecture de toutes les preuves, que le cyclamate n'était pas impliqué comme cancérigène chez la souris ou chez le rat, il reste interdit dans les aliments aux États-Unis. La pétition demeure toujours en suspens.

31 La NHDC est synthétisée soit à partir de la néohespéridine, extraite de la peau de l'orange amère, soit à partir de la naringine, extraite de la peau du pamplemousse. Elle est un hétéroside, composé de deux oses (un glucose et un mannose) attaché à un polyphénol (une dihydrochalcone). Bien qu'elle soit un composé artificiel, d'autres dihydrochalcones de structure similaire ont été découvertes dans la nature : la phloridzine, la glycyphylline et le trilobatin, respectivement dans le *Symplocos microcaly*, la *Smilax glycyphylla* et le *Symplococos paniculata*.

le cas de l'aspartame. En 1994, l'Union européenne a approuvé l'usage de la NHDC comme additif alimentaire (E959) pour édulcorer les aliments. Elle n'est pourtant pas autorisée aux États-Unis et n'est pas reconnue GRAS.

L'aspartame

L'aspartame a été découvert en 1965, un peu par hasard, par J. Schlatter, chimiste de la société américaine G. D. Searle & Company, lors de la synthèse d'un tétrapeptide devant être testé comme médicament anti-ulcères. L'aspartame était alors un intermédiaire de synthèse et Schlatter aurait goûté le produit tombé sur son doigt. Le goût sucré fut une découverte inattendue, l'acide aspartique et la phénylalanine n'étant pas sucrés. L'aspartame a un pouvoir sucrant environ 200 fois supérieur à celui du saccharose. Cet additif alimentaire est utilisé dans un grand nombre de produits et autorisé dans de nombreux pays. Depuis sa première autorisation de mise sur le marché aux États-Unis, par la FDA en juillet 1974, l'aspartame a fait l'objet de polémiques sur ses possibles effets nocifs sur la santé³². Il est vrai que les conditions de cette mise sur le marché sont particulièrement troublantes. Donald Rumsfeld, qui était alors secrétaire général de la Maison Blanche, devint en effet en 1977 directeur général de G. D. Searle & Company, qui fabrique et vend l'aspartame sous le nom de NutraSweet. À la même période, la FDA crée un Grand Jury pour poursuivre Searle pour information erronée car il est établi que la mise sur le marché américain a été obtenue sur la base de rapports tronqués émanant de Searle. Les rapports scientifiques se multiplient qui montrent les dégâts causés par l'aspartame sur les animaux de laboratoire. En janvier 1981, Ronald Reagan devient le président des États-Unis et Donald Rumsfeld, entrant au gouvernement, fait limoger les gêneurs de la FDA. Searle obtient la mise sur le marché en 1983. Les médias rapportent que la commercialisation de ce produit sous le nom de NutraSweet permit à la société Searle d'engranger, sous la direction de Rumsfeld, de substantiels bénéfices. La vente de Searle à la compagnie Monsanto en 1985 lui aurait rapporté la somme de 12 millions de dollars.

32 Dès 1967, l'université du Wisconsin essaie l'aspartame sur des bébés singes et conclut à la toxicité de la substance. En 1971, le docteur Olney démontre que l'acide aspartique, l'un des ingrédients de l'aspartame, cause des tumeurs dans les cerveaux des souris. Voir J. W. ONLEY et al. «Increasing brain tumor rates : is there a link to aspartame ?», *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, nov. 1996, 55, p. 1115-1123.

En 1981, l'aspartame est autorisé par un comité commun d'experts de l'Organisation mondiale de la santé et de l'Organisation pour l'agriculture et la nourriture. La même année, le Comité scientifique pour les aliments humains (CSAH) de la commission européenne approuve l'aspartame. L'aspartame est autorisé en France dès 1988 et le brevet de l'aspartame tomba dans le domaine public en 1992. Depuis, toutes les instances, mondiales et européennes réitèrent régulièrement leur autorisation et l'aspartame est approuvé dans plus de 90 pays dans le monde et il est l'un des édulcorants intenses le plus fréquemment employé.

L'acésulfame potassium

L'acésulfame potassium³³, aussi connu sous le nom d'acésulfame K, possède un pouvoir sucrant 100 à 200 fois plus élevé que le sucre et n'apporte aucune calorie. L'acésulfame-K a été découvert «accidentellement» en 1967 chez Hoechst AG (Celanese aujourd'hui). Il est actuellement commercialisé sous la marque Sunett. L'acésulfame K est souvent mélangé avec de l'aspartame ou d'autres édulcorants. Ces mélanges sont réputés donner un goût ressemblant plus au goût du sucre où chaque édulcorant masque l'arrière-goût de l'autre et, par effet de synergie, le mélange est plus doux que la somme de ses composants. Il est notamment utilisé dans le Coca-Cola light, Zero, le Pepsi light et Max. L'utilisation de l'acésulfame K dans les aliments a été approuvée en Europe depuis 1983, aux États-Unis depuis 1988 et au Canada depuis 1994. Cependant, les études qui prétendent démontrer l'innocuité de l'acésulfame K ont été remises en cause par un certain nombre d'organismes, notamment par le Centre pour la Science dans l'intérêt public aux États-Unis.

Le sucralose

Le sucralose est un édulcorant artificiel intense, découvert en 1976 par des chercheurs de Tate & Lyle PLC et du Queen Elizabeth College de Londres, également connu sous les noms commerciaux de Splenda ou Aqualoz. C'est un composé artificiel au pouvoir sucrant 500 à 600 fois plus élevé que le saccharose. Il est synthétisé à partir d'une chloration sélective du saccharose. Au contraire de l'aspartame, il est stable à la chaleur. Le sucralose est non calorigène et ne favorise pas la formation de carie dentaire. C'est le dernier né des édulcorants intenses artificiels. Son utilisation a été approuvée pour la première fois au Canada en 1991. Il a été approuvé ensuite en Australie en 1993, en Nouvelle-Zélande en 1996,

³³ L'acésulfame K est le sel de potassium du 6-méthyl-1,2,3-oxathiazin-4-on-2,2-dioxyde.

aux États-Unis en 1998, dans l'Union européenne en 2004 et en Suisse en 2006. Au cours de l'année 2005, il a été approuvé dans plus de 40 pays dont le Brésil, la Chine, et le Japon. Le sucralose, mélangé avec de la maltodextrine, est distribué au niveau international par McNeil Nutritionals sous la marque Splenda. Depuis avril 2009, il a été retiré des grandes surfaces en France pour cause de rentabilité insuffisante et n'est plus disponible qu'aux seuls professionnels. Il n'en est pas de même ailleurs dans le monde. Tate & Lyle a commencé à fabriquer le sucralose dans une usine située à McIntosh dans l'Alabama. Un deuxième site de fabrication a officiellement ouvert en 2008 à Singapour. En mai 2008, l'entreprise Fusion Nutraceuticals (entreprise Suisse) en partenariat avec Alkem (entreprise pharmaceutique indienne), a lancé une marque de sucralose concurrente appelé SucraPlus en Europe. Cet édulcorant est produit en Inde, en utilisant la même technologie décrite dans le brevet expiré de Tate & Lyle. Le prix du sucralose a baissé de plus des deux tiers depuis 2005 passant de 350 \$/kg à tout juste 100 \$/kg en 2010. La tendance demeure toujours à la baisse. En valeur, le sucralose se situe en seconde position avec 17 % de part marché global des édulcorants intenses, derrière l'aspartame le premier avec une part de plus de 44 %, mais devant la stévia (14 %), l'acésulfame-K (10 %) et le cyclamate (9 %).

L'irrésistible essor des édulcorants naturels

En France, l'entreprise Merisant (fabricant de l'édulcorant Canderel, à base d'aspartame) qui avait porté plainte en 2006 contre deux slogans commerciaux de Splenda, a obtenu gain de cause en 2007. Le tribunal a jugé que le slogan « provient du sucre et a un goût de sucre » induisait le consommateur en erreur en le conduisant à croire que ce produit était extrait du sucre et qu'il était plus naturel que les autres édulcorants de synthèse. En effet, depuis le début de la décennie 2000, la domination des édulcorants artificiels est battue en brèche par les édulcorants dits « naturels ». La distinction est davantage opérée par les consommateurs que par les chimistes. Le sirop d'érable, le sucre de palme et autres sirop d'agave sont des édulcorants en ce sens qu'ils remplacent le saccharose mais ils ont un pouvoir sucrant et calorique très similaire. Il existe toutefois des plantes dont le pouvoir sucrant est beaucoup plus élevé, comme la stévia. Cependant, l'adjectif « naturel » ne signifie pas « se trouve à l'état naturel » mais seulement « est obtenu par un procédé chimique à partir d'une plante ». L'antinomie n'est donc pas complète et les chimistes n'opèrent pas cette distinction. Le pionnier parmi les édulcorants « naturels » est le xylitol. Polyol extrait de l'écorce de bouleau, le xylitol est considéré

depuis une vingtaine d'années comme un remarquable substitut du sucre classique dans les pays nordiques. Ses nombreux avantages en font une réponse possible aux problèmes de santé publique liés à la surconsommation de sucre. Il fut découvert et synthétisé en 1891 par Hermann Emil Fischer, chimiste allemand, et ses associés. Il possède la même saveur que le saccharose mais il présente aussi un effet rafraîchissant³⁴ et son apport calorique demeure inférieur à celui du saccharose avec 2,4 kcal par gramme contre 4 kcal. Toutefois, le xylitol possède le même pouvoir sucrant que le saccharose.

La stévia et le katemfe, c'est autre chose ! Aujourd'hui, se produit un développement extrêmement rapide de ces édulcorants « naturels » à fort pouvoir sucrant. Plusieurs plantes, connues depuis des millénaires par les populations locales, s'avèrent potentiellement les édulcorants de demain. Seule la stévia semble pour l'heure pouvoir être commercialisée à grande échelle. Seul le Katemfe a reçu, avec la stévia, le statut de GRAS.

La stévia

*Stevia rebaudiana*³⁵ est une plante de la famille des *Asteraceae*. Il existe plus de 150 espèces de stévia dont quelques-unes contiennent des édulcorants naturels. L'utilisation d'extraits de la plante comme édulcorant trouve son origine en Amérique du Sud. Pendant des siècles, les Guarani du Paraguay et du Brésil ont utilisé la stévia, qu'ils appelaient *ka'a he'ê* (herbe sucrée), comme source de sucré et dans des breuvages médicinaux. Les feuilles de cette plante ont un pouvoir sucrant 300 fois plus grand que le sucre ordinaire. Le Japon, alors que les États-Unis misaient sur l'aspartame, opérait le choix de cultiver la stévia à grande échelle après avoir mis au point en 1969 le procédé industriel d'extraction. C'est la firme japonaise Morita Kagaku Kogyo Co., qui a commercialisé en 1971 le premier édulcorant à base de stévia. Il existe là une stratégie protectionniste puisque depuis 1969, la plupart des édulcorants de synthèse sont interdits au Japon (à l'exception de l'aspartame depuis 1983, de l'acésulfame K depuis 2000 et de la saccharine depuis 2012). La stévia représente aujourd'hui 15 % de la sucrosité au Japon. Depuis l'autorisation de la FDA en 2008, de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) en France en 2009 et, enfin, de l'Autorité européenne de sécurité des aliments le 14 avril 2010, on assiste au décollage du marché

34 Pour cette raison, le xylitol est l'édulcorant de friandises «rafraîchissant l'haleine».

35 En 1899, le botaniste suisse Moisés Santiago Bertoni, lors de ses recherches dans l'est du Paraguay, a été le premier à décrire la plante dans le détail.

de la stévia dans le monde, et spécialement en Europe. Selon une étude de SymphonyIRI de 2012, la stévia avait conquis en trois ans (depuis 2009) un tiers du marché (36 %) des édulcorants de tables. Ce marché avait crû de 30 % depuis la même date. Cette croissance s'effectue au détriment de l'aspartame dont les ventes ont reculé de 2 %. L'origine soit-disant naturelle³⁶ de la stévia a très vite conquis les consommateurs, de plus en plus méfiants face aux édulcorants synthétiques comme l'aspartame.

Il est particulièrement difficile pour le chercheur d'acquérir des données statistiques précises tant ce marché évolue vite et dans une opacité sciemment entretenue par les principaux acteurs. PureCircle, souvent présenté comme l'acteur principal, dominerait avec actuellement 80 % de la production de stévia³⁷. En septembre 2010, la stévia était cultivée dans 16 pays pour PureCircle sur quasiment tous les continents : Amérique du Sud (Paraguay, Argentine, Brésil...), Asie (Chine, Japon, Malaisie...), Océanie (Australie, Nouvelle Zélande...), Moyen-Orient (Israël), Europe (Espagne, Grand-Bretagne...), Amérique du Nord (États-Unis, Canada). Le siège social de la société est situé en Malaisie, mais PureCircle a aussi des bureaux à Oak Brook (USA), Wokingham (RU), au Paraguay et au Kenya. D'autres sources invérifiables affirment que la Chine serait le premier producteur de stévia avec 12 000 tonnes/an. Cependant, cette donnée demeure incertaine. On est pleinement dans une guerre commerciale où laquelle les gros producteurs sont très secrets, et où il existe une foule de petits intermédiaires (producteurs ou seulement distributeurs ?), chinois pour la plupart.

Une recherche menée sur le site www.alibaba.com³⁸ en mai 2011 permet de tenter de visualiser les pôles de production des édulcorants. Les

36 L'extraction de la molécule de la plante fait intervenir des procédés chimiques lourds. Les consommateurs plébiscitent la poudre blanche et non la poudre verte un peu amère obtenue par simple broyage des feuilles séchées.

37 Source : www.purecircle.com

38 Avec plus de 5,6 millions de membres de plus de 240 pays dans le monde entier, Alibaba.com se présente comme le principal moteur de recherche mondial pour acheteurs et fournisseurs impliqués dans le commerce international. Créé en Chine en 1999, le groupe Alibaba est détenu à 40 % par Yahoo (info 2007 http://www.chine-informations.com/actualite/le-geant-chinois-alibabacom-va-devorer-europe-depuis-geneve_7625.html) et son siège européen a été inauguré en 2007 à Genève. Il est coté à la bourse de Hong Kong depuis et a récemment racheté e-bay. Alibaba a fondé son développement fulgurant sur le système qui fait merveille en Chine, le commerce dit « B to B » (pour Business to Business). Celui-ci a permis à des milliers de petits producteurs chinois, par le biais du site, d'entrer en contact avec des

difficultés méthodologiques sont nombreuses. Se pose d'abord la question de la représentativité de ce site internet. Est-il exhaustif ? Comment les entreprises sont-elles référencées ? Par déclaration volontaire ou autre ? *etc.* Mais une source syndicale, comme par exemple le syndicat des producteurs d'édulcorants comme l'International Sweeteners Association (ISA)³⁹, présente le même biais dès lors que l'adhésion à la structure syndicale n'est pas obligatoire. Viennent ensuite les biais introduits par la recherche elle-même. Celle-ci s'effectue par mots clés. Or, les très nombreux édulcorants ont beaucoup de synonymes et sont, pour certains, commercialisés en mélange ; par conséquent, il existe un risque non-négligeable de double comptes. Prenons par exemple le xylitol, polyol extrait de l'écorce de bouleau. Il est aussi fabriqué sous les noms d'adonit, adonite, adonitol, ribitol, ribito, pentite, pentanepentol, pentitot. L'acesulfame potassium est aussi appelé Acesulfame K ou Ace-K. Il en va de même pour la grande majorité des édulcorants. Il a donc été choisi d'interroger la base avec l'appellation la plus répandue, et non d'ajouter les résultats d'une interrogation sur plusieurs noms, afin d'éviter les doublons. En effet, plusieurs entreprises indiquent les synonymes et seraient donc comptées plusieurs fois pour le même produit.

Enfin, les édulcorants ne servent pas qu'à l'alimentation humaine. Certains sont utilisés dans diverses branches de l'industrie, beaucoup dans le domaine pharmaceutique. C'est alors moins leur pouvoir sucrant qui est recherché que leur aptitude à masquer l'amertume d'autres molécules. Beaucoup d'industriels produisent pour tous les domaines, alimentaires ou non, et il est donc bien difficile de discrétiser les données selon le critère de la destination de la production. Afin d'approcher au mieux la réalité de la production à destination alimentaire (humaine comme animale), nous avons joint au nom courant de l'édulcorant, en anglais, le terme *sweetener*. Ainsi n'ont été retenus que les producteurs dont les fiches techniques

distributeurs asiatiques ou occidentaux. Le référencement étant libre, on ne peut également être certain qu'une société qui se présente comme productrice n'est pas en fait un simple revendeur, voire un escroc. Autre élément à connaître : la fiche d'identité annoncée sur alibaba.com par un fabricant n'est pas vérifiée. Le fabricant peut changer son nom anglais à sa guise. Beaucoup d'entreprises annoncées comme « fabricants » sont en réalité des sociétés de trading. À moins de se déplacer dans l'usine même, il est impossible de le savoir précisément. Voir aussi <http://www.journaldunet.com/economie/magazine/enquete/ces-grandes-entreprises-implantees-dans-les-paradis-fiscaux/alibaba-com-une-caverne-aux-caimans.shtml>

39 <http://www.sweeteners.org>. On note par exemple qu'il manque parmi les membres de l'association le très puissant Cargill.

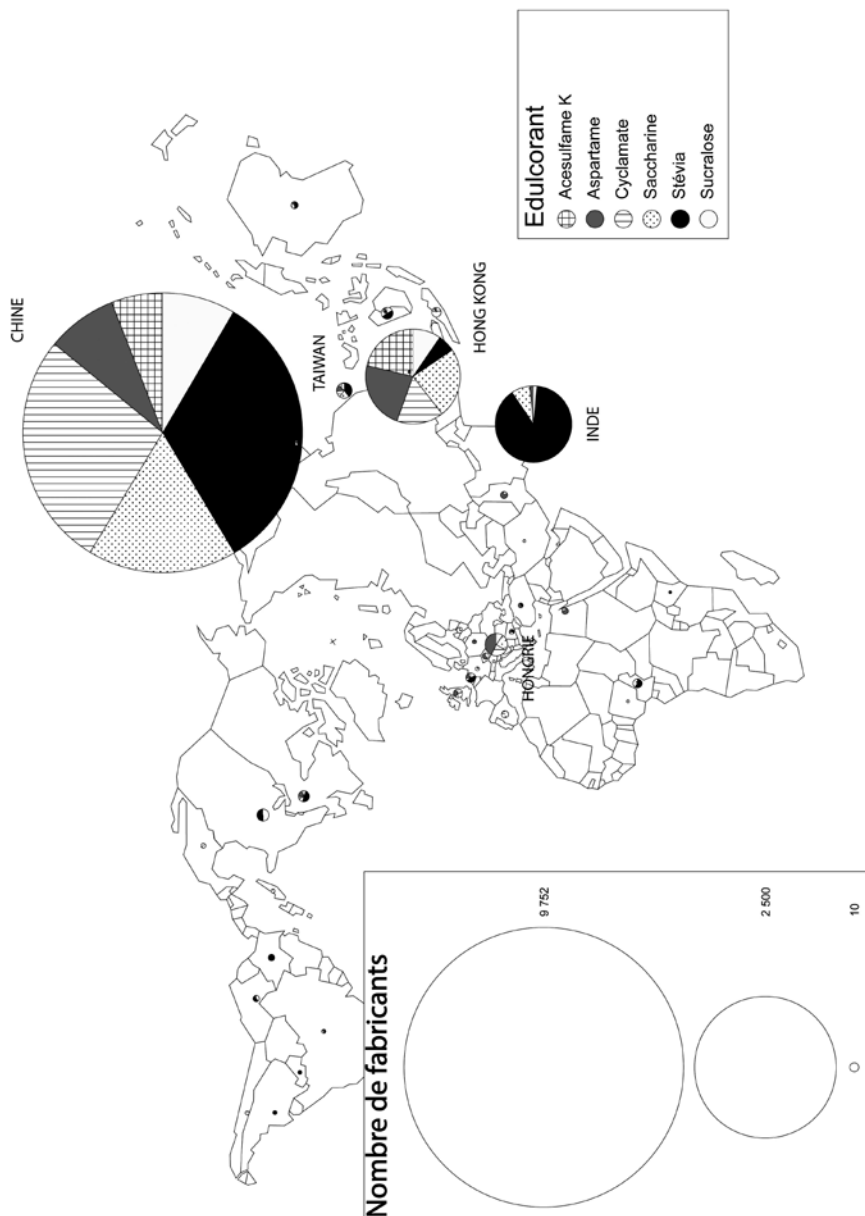
mentionnent explicitement que la molécule qu'ils fabriquent est un agent de goût sucré.

Malgré toutes ces restrictions, la recherche montre des logiques de localisation des entreprises qui produisent tel ou tel édulcorant. Si on ne doit pas s'attacher à la précision des chiffres à l'unité près, compte tenu de ce qui précède, on peut en revanche apprécier les ordres de grandeur. À défaut d'une stricte représentativité, la carte de la page suivante offre une image d'une certaine réalité du commerce mondial de produits édulcorants dont la Chine et ses voisins sont bien les moteurs. Les Chinois sont eux-mêmes gros consommateurs d'édulcorants, ce qui explique la relative modération de leur consommation apparente de sucre blanc.

Puisqu'il n'est guère possible de cartographier la récolte de stévia, à la différence de la betterave et de la canne à sucre, il convient de s'intéresser aux informations qui parviennent des principaux acteurs du marché des édulcorants. Ces données prouvent sans l'ombre d'un doute que la stévia est en passe de supplanter tous les autres édulcorants. Merisant, numéro un en Europe des édulcorants de table, a par exemple réagi en déclinant sa marque phare, Canderel, initialement composée d'aspartame, à la stévia. Tous les autres lui ont emboîté le pas. Le phénomène ne s'arrête pas aux édulcorants de table. Rien qu'en 2010, l'année où l'arrêté d'autorisation paraît en France et où l'Europe émet un avis favorable également⁴⁰, 400 nouveaux produits avec stévia sont distribués dans 35 pays.

40 Une forme purifiée en poudre extraite du stévia, le rébaudioside A (97 % minimum), a été autorisée en France en tant qu'additif alimentaire par arrêté du 11 septembre 2009, pris après avis de l'AFSSA (Agence française de sécurité sanitaire des aliments). L'arrêté interministériel du 8 janvier 2010, publié le vendredi 15 janvier 2010 au *Journal officiel*, l'autorise comme édulcorant de table et permet notamment son incorporation dans les produits minceurs (de type substituts de repas) et les préparations alimentaires de régime destinées à l'hôpital. L'arrêté augmente aussi sensiblement les quantités de rébaudioside A utilisables dans les préparations. L'Autorité européenne de sécurité des aliments émet à son tour le 14 avril 2010 un avis favorable pour l'utilisation de différents extraits purifiés de stévia, les glycosides de stéviol (stévioside, dulcoside A, rubusoside, steviolbioside, rébaudioside A, B, C, D, E et F), en tant qu'additifs alimentaires, et fixe une dose journalière admissible pour ces glycosides de 4 mg/kg de poids corporel et par jour. Cela correspond à la DJA précédemment établie par le JECFA, Comité international mixte d'experts sur les additifs alimentaires FAO/OMS. Cependant, cet avis ne vaut pas autorisation, celle-ci étant accordée par les États membres en inscrivant les extraits concernés dans la liste des additifs autorisés (annexe du Règlement (CE) n° 1333/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 sur les additifs alimentaires).

Illustration 3. Carte du nombre de fabricants d'édulcorants intenses sur alibaba.com en 2011.



Source : Vincent Moriniaux 2013, carte réalisée avec Cartes & Données - © Artique.

L'entreprise Chocolat Villars en Suisse a lancé la première tablette de chocolat au stévia. Dans le secteur des boissons, Coca-Cola a reformulé le Fanta Still (avec 30 % de sucres en moins) pour intégrer le Truvia (marque commerciale de Cargill pour un mélange de rébaudioside A et d'érythritol). La société suédoise Liv Natur a lancé son Liv Maté, thé glacé aromatisé à l'extrait de stévia. Eckes-Granini a fait de même avec Rea et Joker. En France, Phare Ouest a décliné son Breizh-Cola, appelé Breizh-Cola Stévia. Teisseire a lancé des sirops à la stévia et Amora un ketchup.

La diffusion de la stévia est tellement rapide et profonde qu'on en vient à se demander si le sucre de betterave et de canne n'est pas lui-même menacé. La meilleure preuve que le danger est sérieux pour le sucre réside dans le fait que les grands sucriers investissent dans le secteur. Par exemple, en 2010 toujours, le groupe Cristal union, producteur européen majeur de sucre (marques Daddy et Erstein), le groupe Mane, acteur mondial des arômes et parfums, et la Société Lavollée SA, spécialiste de la distribution d'ingrédients notamment pour les industries agroalimentaires, s'associent dans la culture, la production, le développement et la commercialisation d'extraits de Stévia. Le groupe Cristal union intègre donc dans ses métiers la filière complète comprenant l'exploitation en Amérique du Sud de plusieurs centaines d'hectares de *Stevia Rebaudiana*, l'extraction des molécules par la société « high tech » du groupe, Burgundy, installée à Mâcon (France) et à Barcelone (Espagne).

En 2010 également, les deux leaders mondiaux le français Tereos (sucre) et le malaisien PureCircle créent une entreprise commune pour commercialiser des extraits de stévia, nommée Tereos PureCircle Solutions. La joint-venture, dont le capital sera réparti à parts égales entre Tereos et PureCircle, développera et commercialisera une large gamme d'extraits de stévia haute pureté et de solutions sucrantes innovantes combinant sucre et extraits de stévia. Tereos PureCircle Solutions interviendra en exclusivité sur les principaux marchés européens de Tereos, à savoir la France, la Belgique, la République Tchèque et l'Italie ainsi que, de façon non exclusive, sur d'autres marchés européens, notamment la Suisse. La direction de l'entreprise sera établie dans les bureaux de Tereos en France. L'entreprise commune bénéficiera des installations industrielles, du laboratoire d'application et de l'organisation logistique de Tereos, et s'appuiera sur la supply chain, la R&D et la suprématie de PureCircle.

Enfin, la Seppic, une filiale d'Air Liquide, commercialise depuis novembre 2009 un extrait de stévia qui vient compléter la gamme de nutra-ceutiques en alimentation de cette filiale d'Air Liquide spécialisée dans

le secteur santé beauté (600 collaborateurs dans le monde, 240 millions euros de chiffre d'affaires). Il est produit par le coréen Daepyeong, ce qui illustre bien le fait que la stévia est cultivée à 80 % en Asie, notamment en Chine. La Seppic, Tereos et Cristal union doivent affronter la concurrence des multinationales américaines à l'affût sur le marché des édulcorants naturels.

Avec la montée de l'obésité et du diabète aux États-Unis, le marché du light et des boissons allégées prend son essor. Allié à Coca Cola, Cargill est bien placé pour capter d'ici à cinq ans un quart du marché mondial des édulcorants estimé à 1,5 milliard de dollars. Le géant américain s'est tourné vers la stévia depuis que son édulcorant de synthèse, l'aspartame, a été suspecté d'être cancérigène. Ayant conclu un accord d'exclusivité avec Coca Cola, sur la rebaudia, un extrait contenant de la Rebaudioside A, connu sous la marque Truvia, les deux multinationales ont réalisé des études toxicologiques conjointes prouvant son innocuité pour la santé. En juillet 2008, un comité mixte d'experts FAO⁴¹/OMS⁴² sur les additifs alimentaires, le JEFCA, a conclu que l'utilisation dans les aliments et boissons des steviols glycosides (un groupement de molécules sucrantes dont la rebaudioside A, l'ostidioside et quelques autres) ne présentaient pas de danger. «Il n'est ni cancérigène, ni génotoxique, ni lié à [un] quelconque effet indésirable pour le système de reproduction et de développement» conclut le rapport. Contrairement aux édulcorants de synthèse du XX^e siècle, la stévia offre l'immense avantage de pouvoir fournir des données sur la longue durée. Au-delà du fait que les Indiens Guarani en consomment depuis des siècles, des études sur ses effets bénéfiques pour la santé ont été menées au Japon depuis les années 1970.

Dernier argument, et non des moindres, en faveur de la stévia : sa zone de production possible semble très étendue. Elle ne réclame «que» des zones humides et suppose donc une irrigation. En France, depuis le printemps 2010, on expérimente (un demi-hectare) la culture de la stévia dans l'Hérault pour en évaluer les coûts et cerner les ennemis potentiels de cette culture. D'aucuns affirment déjà qu'elle pourrait être une alternative à l'arrachage des vignes.

Le miracle de la stévia présente toutefois encore quelques limites, d'origine économique et technique. Le coût de production était dix fois supérieur à celui de l'aspartame au début des années 2000. On parle aujourd'hui d'un coût deux à trois fois plus élevé seulement. Si la limite

41 *Food and agriculture organization of the United nations* (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture).

42 Organisation mondiale de la santé.

économique pourrait donc être rapidement levée, l'arrière-goût de réglisse du produit pourrait constituer un verrou technique plus difficile à vaincre. Pour l'heure, la stévia est encore surtout commercialisée en mélange, surtout avec du sucre (70 % des produits vendus en Europe). Les laboratoires travaillent d'arrache-pied pour supprimer l'arrière-goût de réglisse. La stévia n'a pas révolutionné l'ultrafrais laitier à cause de ce mauvais goût : en 2010, Danone, le premier, s'était positionné sur le marché avec cinq références de yaourt Taillefine aux fruits et à la stévia : 7 % des foyers français les ont essayés mais seulement un quart d'entre eux en ont racheté ! Il ne reste plus qu'une seule référence dans le catalogue Danone aujourd'hui.

Les autres édulcorants naturels

Enfin, la stévia pourrait bien être rapidement mise en concurrence avec d'autres extraits de plantes naturellement édulcorants (la brazzéine, la monelline, la thaumatococine, la lysozyme, la mabinline et la curculine), toutes objet d'intenses recherches et de course aux brevets pour les produire industriellement via le génie génétique. Cette frénésie s'apparente à de la biopiraterie dont le caractère non-éthique n'est pas sans rappeler les liens entre sucre de canne et esclavage. Voltaire pourrait encore dire « c'est à ce prix-là que vous mangez du sucre en Europe » !

Découverte et isolée en 1989, la pentadine est une protéine au goût sucré extraite du fruit du *Pentadiplandra brazzeana* Baillon, un arbuste grimpant de la forêt tropicale africaine. Elle est de 500 à 2 000 fois plus sucrée que le sucre à poids comparé. Autre protéine sucrante, la brazzéine fut découverte en 1994, dans le même fruit, par des chercheurs de l'université du Wisconsin-Madison comme enzyme dans les cellules de la pulpe entourant les graines du fruit du *Pentadiplandra brazzeana* originaire du Gabon. Cet arbuste grimpant est nommé « oubli » dans la langue vernaculaire locale parce que, dit-on, l'enfant qui en mange le fruit en oublie de revenir au village vers sa mère. Le fruit fait partie des habitudes alimentaires des singes du Gabon⁴³. Il est connu et consommé par les populations

43 La dispersion des graines est facilitée par le contraste entre d'une part le goût très sucré de la pulpe du fruit et d'autre part l'amertume désagréable des graines, qui fait que les consommateurs les recrachent. Dans les milieux naturels, ce sont les écureuils, les singes et les primates qui contribuent à la dispersion des graines ; en revanche, à proximité des habitations, ce sont les enfants qui les dispersent habituellement dans les milieux secondaires.

locales pour son goût extrêmement sucré⁴⁴. *Pentadiplandra brazzeana* se rencontre à l'état naturel depuis le Nigeria jusqu'en Centrafrique et vers le sud jusqu'en république démocratique du Congo et en Angola. L'intérêt commercial pour la brazzéine est fort. Elle est déjà commercialisée sous la marque Cweet aux États-Unis depuis 2010. La technologie qui permet d'extraire la protéine de la pulpe du fruit de même que les technologies destinées à produire de la brazzéine en transférant le gène codant pour la brazzéine à d'autres organismes ont été brevetées⁴⁵ aux États-Unis, même si la brazzéine n'a toujours pas obtenu le statut GRAS aux États-Unis ni la permission d'utilisation dans les aliments au sein de l'Union européenne. Les perspectives qui s'ouvrent à la production de protéine sucrante ont complètement éclipsé les nombreux usages médicinaux⁴⁶ qui reposent sur des racines et des tubercules de *Pentadiplandra brazzeana*.

La curculine est une protéine au goût sucré découverte et isolée en 1990 dans le fruit de *Molinieria latifolia* (*Hypoxidaceae*), une plante de Malaisie. Cette protéine, en plus de posséder une saveur sucrée 500 fois

44 L'écorce de racine réduite en poudre est l'un des ingrédients du «whisky africain en sachets», bon marché mais dangereux. Le fruit sert de poison de pêche. Les racines de *Pentadiplandra brazzeana* sont vendues à des fins médicinales sur les marchés locaux. En 2006, des fragments de racines d'environ 15 cm de long étaient vendus sur les principaux marchés de la république démocratique du Congo à US\$ 0,22–0,45. Des racines séchées sont également vendues sur Internet. Une société camerounaise commercialise un sirop à base de racine dans le bassin du fleuve Congo.

45 Le gène de la brazzéine a été transféré aux bactéries *Escherichia coli* et *Lactococcus lactis* et au maïs. Des systèmes de production bactérienne ont été mis au point pour la brazzéine. On a découvert des mutants et des sections de brazzéine qui seraient plus sucrés que la protéine naturelle.

46 Les racines ont un goût de raifort et sont employées dans toute l'Afrique centrale pour traiter notamment divers problèmes liés à la naissance. L'écorce de racine compte parmi les 20 composantes au moins de la sauce jaune, gluante (*nkui*) des Bamilékés du Cameroun, que l'on donne aux mères qui viennent d'accoucher afin de stimuler la lactation. Chez les Mézimés du Cameroun, la décoction de racines est administrée par voie orale ou en lavement pour aider à l'expulsion du placenta ; elle aide aussi à soulager la douleur causée par une hernie. En Centrafrique, la décoction de tubercule est réputée prévenir les hémorragies post-partum. Avec les racines fraîches réduites en pulpe, ou les racines sèches pilées et additionnées d'huile de palme, on confectionne un onguent qui, appliqué localement, prévient les infections ombilicales du nouveau-né. Il existe par ailleurs de nombreux autres usages médicaux, notamment pour les infections cutanées ou intestinales.

supérieure au sucre⁴⁷, offre la particularité de modifier la perception du goût : après la consommation de curculine, une solution d'eau pure ou acide est perçue sucrée. La sensation de sucré dans la bouche peut persister jusqu'à cinq minutes, voire deux fois plus longtemps dans une solution acide. Toutefois, comme la plupart des protéines, la curculine est sensible à la chaleur. En effet, celle-ci se dénature à 50°C et perd sa propriété édulcorante. La curculine n'ayant été utilisée que sporadiquement, sa toxicité n'a pas été évaluée et son utilisation n'a pas été légalisée ou autorisée dans les aliments. Ainsi la curculine n'est autorisée ni en Europe, ni aux États-Unis. Cependant, elle est autorisée au Japon comme additif alimentaire.

Les mabinlines sont des protéines au goût sucré extraites de la graine du mabinlang (*Capparis masaikai* Levl.), une plante originaire du Yunnan (province de Chine). Cette espèce, cousine du câprier, produit des fruits de la taille d'une balle de tennis. Les pépins du fruit sont utilisés dans la médecine chinoise traditionnelle et comme bonbon à mâcher car ils produisent une saveur sucrée (de 100-400 fois plus sucrée que le sucre à poids égal). Quatre protéines homologues ont été identifiées et nommées : mabinline-1, -2, -3 et -4. Mabinline-2 a été la première isolée en 1983 et caractérisée dix ans plus tard. Les autres variantes, mabinline-1, -3 et -4 ont été découvertes et caractérisées en 1994. Parce qu'elles sont aussi très stables à la chaleur, contrairement à la curculine, les mabinlines ont de fortes chances de devenir un édulcorant naturel répandu. Cependant, il n'existe pas encore de production industrielle de cette protéine. Durant la dernière décennie, des essais de production industrielle de la mabinline-2 par génie génétique et synthèse ont été tentés. En 1996, la protéine a été exprimée dans une pomme de terre transgénique, cependant aucun résultat n'a été encore publié. Toutefois, la même équipe a déposé un brevet protégeant la fabrication de la protéine par clonage et séquençage génétique en 1999⁴⁸.

La miraculine est une glycoprotéine extraite de l'arbre à fruit miracle, un arbuste originaire d'Afrique de l'Ouest (*Synsepalum dulcificum* ou *Richadella dulcifica*). La miraculine elle-même n'est pas sucrée, mais la langue de l'homme, une fois exposée à la miraculine, perçoit le goût des aliments normalement aigres tels que les agrumes, très doux jusqu'à une

47 Son pouvoir sucrant est en fait difficile à évaluer car il varie en fonction de la concentration de curculine et le pH de la solution dans laquelle elle est évaluée donnant un pouvoir sucrant allant de 430 à 2070.

48 Samuel S. M. Sun, Liwen Xiong, Zhong Hu, Hang Chen ; brevet US5859343 A «Recombinant sweet protein mabinlin».

heure après. Le fruit permet de manger une tranche de citron sans tressaillir. Cependant, l'arôme naturel et le goût initial restent. Ce symptôme dure et peut être arrêté en buvant de l'eau. Ce petit fruit rouge a été utilisé en Afrique de l'Ouest pour améliorer le goût des aliments acides. Comme le fruit lui-même n'a pas de goût, cette possibilité de modifier la fonction du fruit a été considérée comme un miracle, d'où son nom. La substance active, isolée par le professeur Kenzo Kurihara, un chercheur japonais, a été nommée miraculine en hommage au « fruit miracle » quand il a publié ses travaux dans la revue *Science* en 1968⁴⁹. C'est l'édulcorant vedette des soirées branchées⁵⁰ : on vous fait croquer une petite baie rouge⁵¹ puis, quelques minutes plus tard, vous avalez d'un trait un verre de jus de citron en le confondant avec un jus d'orange.

On voit tout de suite les profits que pourraient tirer les industriels de l'agro-alimentaire d'une telle molécule. Sans apports caloriques, la miraculine peut donner l'illusion qu'un aliment peu sucré l'est véritablement. L'action de la miraculine n'est pas encore comprise en détail. Il semble qu'elle modifie la conformation des récepteurs spécifiques aux sucres qui sont présents à la surface des cellules de nos papilles gustatives. Modifiés, ces récepteurs deviennent alors sensibles aux molécules conférant un goût amer ou acide. Après son isolation au début des années 1970, il y eut une tentative de commercialisation de la miraculine en tant que substitut alimentaire. Cependant, la FDA classa la molécule, vraisemblablement sous la pression des industriels sucriers et des producteurs d'édulcorants de synthèse, comme potentiellement dangereuse. Là encore, le Japon a été moins frileux puisque, dans ce pays, la production de cette

49 Ce petit fruit aux propriétés incroyables fut rapporté pour la première fois en Occident par le chevalier des Marchais, de retour de son périple en Guinée entre 1725 et 1727. Celui-ci avait noté l'utilisation par les tribus locales de ces petites graines (qu'on appelle là-bas *taami*, *asaa*, ou *ledidi*) pour rendre leurs boissons et leurs mets moins acides. L'aventure s'arrête cependant là et cette découverte tombe dans l'oubli. En 1852, un peu plus d'un siècle plus tard, cette mystérieuse baie et ses propriétés miracles sont redécouvertes par le botaniste W. F. Daniell qui la surnomme « fruit miracle ». Il faut attendre la fin des années 1960 pour que des chercheurs en extraient la molécule.

50 Voir : NYTimes.com - *Riding a Flavor Trip*, 28 mai 2008.

51 La baie, à la différence de la molécule, n'est pas proscrite aux États-Unis. Difficile à se procurer, certes, mais encore abordable et pouvant être lyophilisée sans ôter ses propriétés : le caractère exotique et controversé de l'histoire du fruit miracle lui valut un regain d'intérêt récent, dans le cadre de soirées organisées autour d'un buffet aux saveurs incertaines grâce aux fameuses baies apportées par un « dealer » (un petit goût d'interdit, il n'en faut pas plus pour émoustiller la curiosité de tout New York).

protéine a même donné des OGM peu courants comme une laitue ou des tomates sécrétant de la miraculine⁵².

La monelline est une protéine au goût sucré, découverte dans le fruit du *Dioscoreophyllum volkensii*, un arbuste vivant en Afrique. Elle est de 800 à 2 000 fois plus sucrée que le sucre à poids comparé, et résistante à la chaleur. Découverte en 1969, elle fut nommée en 1972 d'après le Monell chemical senses center de Philadelphie, aux États-Unis, où elle fut isolée et caractérisée. La plante est native de l'Afrique. Elle se trouve au Sierra Leone, en Érythrée, ainsi qu'au sud de l'Angola et du Mozambique. Elle est présente dans la forêt tropicale à basse altitude. Le brasseur japonais Kirin Brewery Co⁵³ vient de développer une technique de production en masse de cet édulcorant. Avant la mise au point du procédé de Kirin, il n'existait pas de technologie de production en masse pour ce type d'édulcorant. La monelline était produite par extraction à partir de plantes et coûtait 7 à 8 000 euros le kilo. Kirin a introduit le gène de la monelline dans une levure utilisée comme additif alimentaire. Cette méthode permettrait de diminuer le prix d'un facteur 100 et de commercialiser la monelline comme édulcorant pour la production d'aliments à faible teneur calorifique.

Enfin, le katemfe (ou thaumatine) est actuellement l'édulcorant le plus puissant du monde. Le katemfe (*Thaumatococcus daniellii*) est une plante tropicale de la famille des *Marantaceae*. Elle est originaire des forêts tropicales africaines de plusieurs pays comme le Ghana, la Côte-d'Ivoire, le Togo, la Sierra Leone ou encore le Nigeria. Elle a été récemment introduite dans les forêts du nord de l'Australie. De son fruit (particulièrement de son arille rouge et charnu) est extraite la thaumatine, une protéine au goût sucré utilisée comme édulcorant naturel. Cette thaumatine, ou plutôt les thaumatines, désigne une famille de protéines au goût sucré ayant le pouvoir sucrant le plus élevé : il est estimé entre 2 000 et 3 000 fois plus sucré que le saccharose à poids égal (un seul gramme équivaut à plus de deux kilogrammes de saccharose !).

52 Kazuhisa Kato, Riichiro Yoshida, Ayako Kikuzaki, Tadayoshi Hirai, Hirofumi Kuroda, Kyoko Hiwasa-Tanase, Kenichi Takane, Hiroshi Ezura et Tsuyoshi Mizoguchi (université de Tsukuba/Inplanta Innovations Inc.), «Molecular Breeding of Tomato Lines for Mass Production of Miraculin in a Plant Factory», *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2010, 58 (17), p 9505–9510.

53 Voir : BE Japon 29, 15/07/1997, «Production en masse d'un nouvel édulcorant par Kirin» <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/46526.htm>, consulté en avril 2011.

Conclusion

On est à la croisée des chemins. Les industriels du sucre l'ont bien compris. Les verrous réglementaires pour la stévia ont sauté (entre 2008 et 2010). Quand on pense que les Japonais en consomment depuis 40 ans (et les Guaranis depuis des siècles !) et que la première demande auprès de l'AFSSA en France remonte à 1985... Les lobbies des sucriers et des industriels de l'aspartame/saccharine ont perdu la lutte. Coca-Cola et PepsiCo, qui ont pesé pour l'autorisation, ont gagné. La stévia (glycosides de stéviol) et le Katemfe (thaumatococines) sonnent donc sûrement la fin de l'hégémonie de l'aspartame en tant qu'édulcorant et pourrait même reléguer l'emploi du saccharose, en tant que sucre de table (le saccharose restera essentiel pour ces propriétés industrielles), à la désuétude car impliquant trop de désagréments. Faisons un rêve : et si Christophe Colomb avait répandu la stévia en Europe après ses voyages ? Aurait-on apporté au Nouveau monde la canne à sucre et l'esclavage qui hélas va avec ? Le monde ne connaîtrait peut-être pas l'«épidémie» de diabète et d'obésité actuelle ?

Mais on peut aussi se demander si le monde connaîtrait le plaisir.

Dans un article intitulé «sucres, édulcorants et neurones» dans *Pour la Science* de mars 2014, Hervé This rappelle que les plus récentes études (2008-2010) établissent que les sucres (glucose, fructose et saccharose) sont préférés à tous les édulcorants par les souris de laboratoire parce qu'ils ont une valeur nutritionnelle (ils sont puissamment énergétiques) mais aussi parce qu'ils provoquent dans le cerveau une libération de dopamine, ce que ne permettent pas les édulcorants⁵⁴.

54 Hervé This conclut : «Trouvera-t-on des composés comestibles qui, associés aux édulcorants, modifieraient les circuits de la récompense dans le cerveau, nous évitant le goût du sucre ? Ce serait une révolution pour la pâtisserie !»