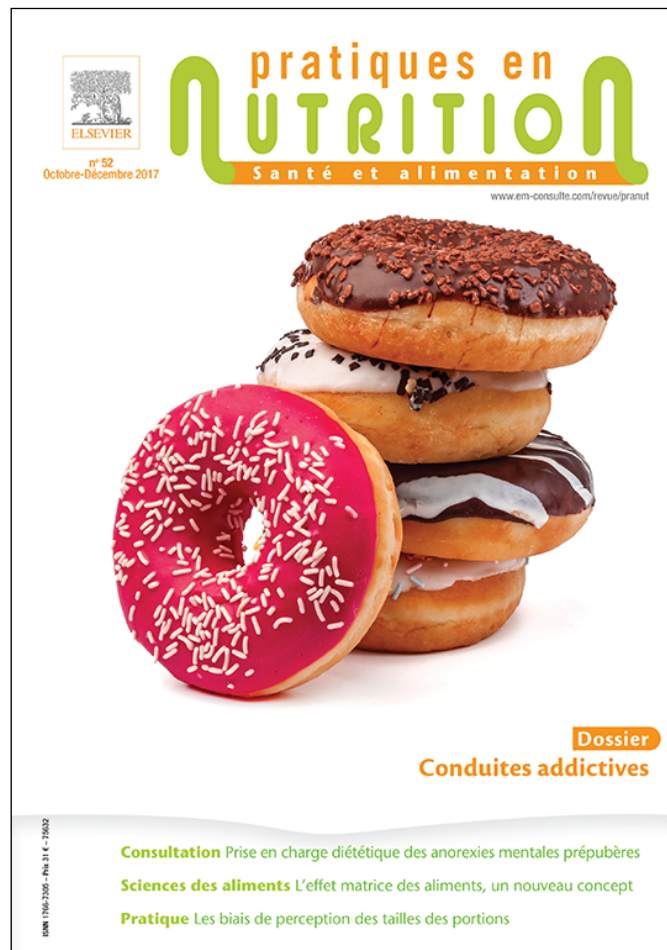


Provided for non-commercial research and education use.
Not for reproduction, distribution or commercial use.



This article appeared in a journal published by Elsevier. The attached copy is furnished to the author for internal non-commercial research and education use, including for instruction at the author's institution and sharing with colleagues.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article (e.g. in Word or Tex form) to their personal website or institutional repository. Authors requiring further information regarding Elsevier's archiving and manuscript policies are encouraged to visit:

<http://www.elsevier.com/authorsrights>

L'effet matrice des aliments, un nouveau concept

Pour prévenir les maladies chroniques liées à l'industrialisation, l'effet "matrice" d'un aliment participe davantage de son action sur la santé que sa composition nutritionnelle. Il influence notamment la cinétique de libération des nutriments dans le tube digestif, leur biodisponibilité et donc leurs effets métaboliques, mais aussi le sentiment de satiété. Il correspond à une vision holistique de l'aliment reflétant que le tout est supérieur à la somme des parties.

© 2017 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés

Mots clés - approche holistique ; biodisponibilité ; degré de transformation ; effet matrice ; maladie chronique ; satiété

The matrix effect of food, a new concept. To prevent chronic diseases linked to industrialisation, the 'matrix' effect of a food relates more to its action on health than its nutritional composition. It influences notably the kinetics of nutrient release in the digestive tract, the bioavailability of the nutrients and thereby their metabolic effects, as well as a feeling of fullness. It corresponds to a holistic vision of food reflecting that the whole is greater than the sum of its parts.

© 2017 Elsevier Masson SAS. All rights reserved

Keywords - bioavailability; chronic disease; degree of transformation; fullness; holistic approach; matrix effect

L'effet "matrice" participe du potentiel santé d'un aliment, pas seulement sa composition nutritionnelle (figure 1) [1]. Pourtant, jusqu'à très récemment, le potentiel santé d'un aliment était défini par sa seule composition en nutriments, ce que les Anglo-Saxons appellent le *nutritionism*, ou réductionnisme nutritionnel [2]. Ce n'est que depuis la fin des années 1990 que l'effet "matrice" des aliments est étudié [3].

Définition

◆ L'effet "matrice" pourrait être défini simplement : à composition strictement identique mais avec des matrices différentes, deux aliments n'auront pas le même impact sur l'organisme et donc, à plus long terme, sur la santé.

◆ Le mot matrice vient du mot latin *matrix* (*matricis*), lui-même dérivé de *mater* qui signifie "mère" – un élément qui fournit un appui ou une structure et qui sert à entourer, à reproduire ou à construire. La matrice d'un aliment est donc sa structure physique visible à

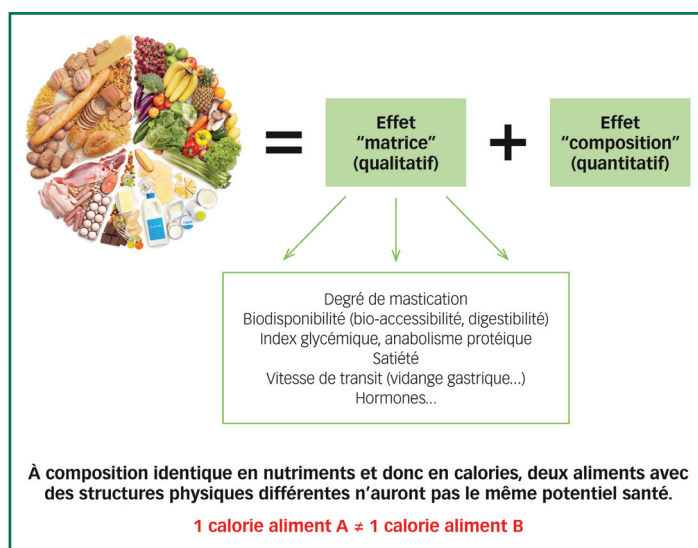


Figure 1. Caractérisation du potentiel santé d'un aliment : l'importance de l'effet "matrice".

l'œil nu et qui peut être caractérisée par des mesures physico-chimiques (porosité, dureté, capacité à retenir l'eau...) ou rhéologiques (texture solide, semi-solide, liquide). Par exemple, la matrice d'une pomme est plus ou moins ronde, solide, poreuse et constituée de cellules végétales entourées

d'une membrane fibreuse et gorgée de sucres. Celle d'un yaourt est plutôt semi-solide, voire visqueuse, elle est le fruit d'une interaction complexe entre ses différents constituants (glucides, lipides, protéines, minéraux et vitamines).

◆ En général, trois niveaux de structure sont distingués dans

Anthony FARDET^{a,b}

Chargé de recherche en alimentation préventive et holistique

^a Inra, UMR 1019, UNH, CRNH Auvergne, 58 rue Montalembert, 63009 Clermont-Ferrand, France

^b Clermont Université, Université d'Auvergne, Unité de nutrition humaine, BP 10448, 63000 Clermont-Ferrand, France

Références

- [1] Fardet A. Food health potential is primarily due to its matrix structure, then nutrient composition: a new paradigm for food classification according to technological processes applied. *J Nutr Health Food Eng.* 2014;1:31.
- [2] Scrinis G. *Nutritionism – The Science and Politics of Dietary Advice.* New York: Columbia University Press; 2013.
- [3] Fardet A, Souchon I, Dupont D. Structure des aliments et effets nutritionnels. Versailles: Quae; 2013.
- [4] Fardet A. A shift toward a new holistic paradigm will help to preserve and better process grain product food structure for improving their health effects. *Food Funct.* 2015;6(2):363-82.
- [5] Fardet A, Hoebler C, Baldwin PM et al. Involvement of the protein network in the in vitro degradation of starch from spaghetti and lasagne: a microscopic and enzymatic study. *Journal of Cereal Science.* 1998;27:133-45.

Adresse e-mail : anthony.fardet@clermont.inra.fr (A. Fardet).

Références

- [6] Fardet A, Rock E, Bassama J et al. Current food classifications in epidemiological studies do not enable solid nutritional recommendations to prevent diet-related chronic diseases: the impact of food processing. *Adv Nutr.* 2015;6(6):629-38.
- [7] Holt SH, Miller JB. Particle size, satiety and the glycaemic response. *Eur J Clin Nutr.* 1994;48(7):496-502.
- [8] Burton P, Lightowler HJ. Influence of bread volume on glycaemic response and satiety. *B J Nutr.* 2006;96(5):877-82.
- [9] Granfeldt Y, Björck I, Hagander B. On the importance of processing conditions, product thickness and egg addition for the glycaemic and hormonal responses to pasta: a comparison with bread made from "pasta ingredients". *Eur J Clin Nutr.* 1991;45(10):489-99.
- [10] Parada J, Aguilera JM. In vitro digestibility and glycemic response of potato starch is related to granule size and degree of gelatinization. *J Food Sci.* 2009;74(1):E34-8.
- [11] Haber GB, Heaton KW, Murphy D et al. Depletion and disruption of dietary fibre. Effects on satiety, plasma-glucose, and serum-insulin. *Lancet.* 1977;2(8040):679-82.
- [12] Boirie Y, Dangin M, Gachon P et al. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proc Natl Acad Sci USA.* 1997;94(26):14930-5.
- [13] Dangin M, Boirie Y, Garcia-Rodenas C et al. The digestion rate of protein is an independent regulating factor of postprandial protein retention. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2001;280(2):E340-8.
- [14] Le Feunteun S, Barbe F, Remond D et al. Impact of the dairy matrix structure on milk protein digestion kinetics: mechanistic modelling based on mini-pig in vivo data. *Food and Bioprocess Technology.* 2014;7(4):1099-113.
- [15] Klobukowski JA, Skibniewska KA, Kowalski IM. Calcium bioavailability from dairy products and its release from food by in vitro digestion. *J Elem.* 2014;19(1):277-88.

la matrice alimentaire selon les moyens d'observation [4] :

- **la structure moléculaire**, c'est-à-dire la nature des molécules, leur arrangement tridimensionnel, leur cristallinité et leur degré de polymérisation ;
- **la structure microscopique** qui concerne les interactions entre les principaux constituants, par exemple entre protéines et amidon dans le pain, entre fibres et amidon dans les légumes secs ;
- **la structure macroscopique**, visible à l'œil nu, qui se caractérise par la forme et la couleur de l'aliment, mais aussi la taille de ses particules après mastication.

Prenons l'exemple des pâtes alimentaires cuites. La structure moléculaire de l'amidon se rapporte à son degré de gélatinisation (donc d'absorption de l'eau de cuisson), au rapport amylose/amylopectine et au complexe amylose-lipides. La structure microscopique correspond à l'interaction de l'amidon avec le réseau protéique conférant aux pâtes le caractère "lent" de la digestion de leur amidon [5]. Enfin, la structure macroscopique caractérise leur forme et épaisseur.

◆ **Les procédés technologiques jouent un rôle prépondérant sur cette matrice en lui conférant ses propriétés** : forme, couleur, densité, nature des interactions entre les nutriments, degré de gélatinisation de l'amidon, dénaturation des protéines, etc. Ces procédés peuvent aussi modifier la composition nutritionnelle. Le degré de transformation des aliments est donc l'élément essentiel qui conditionne leur potentiel santé [6].

Effet "matrice" et biodisponibilité des nutriments

◆ **La structure de la matrice alimentaire joue un rôle essentiel sur la biodisponibilité des nutriments** comme les glucides, les lipides, les protéines,

les vitamines, les minéraux et les oligoéléments [3].

◆ **L'effet "matrice" a tout d'abord été mis en évidence pour le métabolisme glucidique**, la matrice des aliments pouvant moduler leur impact glycémique. Ainsi, plus un produit céréalier présente des tailles de particules élevées, plus sa réponse glycémique sanguine est étalée dans le temps [7]. Par ailleurs, des pains de composition identique, mais avec des mies de densité inégales, génèrent des réponses glycémiques diverses, une mie plus dense étant une source de sucres plus lentement absorbables [8]. Enfin, des pâtes alimentaires de diverses formes et épaisseurs ont des impacts glycémiques significativement différents [9].

◆ **Outre la densité et la taille des particules, le degré de cristallinité de l'amidon** a aussi été montré à de très nombreuses reprises comme modulant l'arrivée du glucose dans le sang [3,4,10]. Dans tous les cas, ces facteurs matriciels limitent l'accès des enzymes digestives, en l'occurrence l'alpha-amylase, à son substrat, l'amidon. Des tailles de particules plus importantes réduisent la surface accessible aux enzymes, une densité plus élevée traduit une porosité de la matrice plus faible et donc un accès limité à l'alpha-amylase, et un amidon plus cristallin et donc moins gélatinisé est aussi moins poreux (taille des pores plus petite), ce qui limite également l'accès aux alpha-amylases.

◆ **Les premiers chercheurs à avoir mis en évidence l'effet "matrice"** sont probablement Gregory B. Haber *et al.* en 1977 [11]. Ils ont montré, chez des sujets adultes en bonne santé, qu'une pomme entière entraînait une meilleure réponse insulémique qu'une compote de pomme fabriquée à partir de ces mêmes fruits et qu'un jus de pomme, l'insuline permettant l'absorption du glucose dans les cellules. Dans cette

étude, le degré de déstructuration des pommes augmente, du fruit entier au jus. La problématique, ici, n'est pas celle de la composition nutritionnelle de la pomme, mais bien celle de sa matrice et de sa structure physique résultant du degré de transformation.

◆ **Les mêmes effets sont observés avec la fraction protéique** : par exemple, Yves Boirie *et al.* ont montré que les caséines de lait entraînaient une réponse postprandiale plasmatique en leucine plus lente et étalée dans le temps que le lactosérum, qualifiant ces deux fractions du lait de protéines "lentes" et "rapides", avec des conséquences sur l'anabolisme protéique puisque le lactosérum stimule davantage la synthèse protéique que la caséine [12].

Plus tard, d'autres chercheurs ont montré qu'un mélange d'acides aminés constitutifs de la caséine en qualité et quantité donnait une réponse postprandiale plasmatique en leucine plus "rapide" et élevée comparée à la caséine correspondante plus structurée [13]. De même, chez le mini-porc, à composition strictement identique mais avec des matrices différentes, des gels laitiers entraînent des cinétiques d'apparition plasmatique des acides aminés significativement distinctes [14]. Il n'y avait qu'un pas à franchir pour étendre ce concept de nutriments "rapides" et "lents" aux autres constituants alimentaires [4].

◆ **Concernant les micronutriments**, les données sont moins nombreuses. Toutefois, il semble que la problématique soit similaire selon les proportions de fractions liées et libres dans la matrice, la fraction liée étant généralement libérée plus lentement et progressivement dans le sang que la fraction libre. Par exemple, pour les produits laitiers, la biodisponibilité du calcium dans l'organisme humain varie selon le type de matrice laitière

(25 à 40 % environ) [15]. Même les fibres alimentaires, à composition pourtant identique, ne donnent pas, selon les caractéristiques de leur matrice (porosité, cristallinité, capacité de rétention d'eau, etc.), les mêmes profils fermentaires dans le côlon [16].

◆ **Tous ces exemples montrent bien à quel point le paradigme "composition nutritionnelle" est insuffisant pour bien définir le potentiel santé d'un aliment** car les vitesses ou cinétiques auxquelles sont libérés, dans le sang, les différents macro- et micronutriments ont un impact très significatif. Ainsi, les gros consommateurs réguliers de sucres "rapides" ajoutés, comme dans les produits ultra-transformés, tels les sodas, sont plus à risque d'obésité [17] et de diabète de type 2 [18]. Aussi, ne se préoccuper que de la composition nutritionnelle des aliments constitue une approche désuète. Dans tous les cas, ce n'est pas cette démarche réductrice qui permettra de lutter efficacement contre les maladies chroniques [6].

Effet "matrice" et potentiel satiétogène

◆ **La matrice joue aussi un rôle crucial sur la satiété** [19], autre paramètre santé trop largement négligé jusqu'à aujourd'hui et qui est pourtant crucial car en lien direct avec les problèmes de surpoids et d'obésité. En effet, dans une revue récente, Lucy Chambers écrivait : « *La nécessité de mastiquer les aliments durs ou visqueux augmente le temps d'exposition orosensoriel (temps passé dans la cavité buccale) et cette stimulation sensorielle est censée informer le corps que les nutriments ont été consommés, ce qui déclenche des réactions de satiété ; lorsque la stimulation sensorielle est faible (par exemple lorsque des liquides sont consommés), le contrôle des nutriments ingérés peut être compromis et les*

réponses de satiété minimales » [19]. Elle concluait ensuite : « *Les résultats décrits dans ce document suggèrent que la complexité texturale d'une alimentation saine et variée (beaucoup de fruits et de légumes et de céréales complètes, certains produits laitiers et dérivés, et certains haricots, légumineuses, poissons, œufs, viandes maigres et autres protéines) pourrait signifier qu'en plus de tous les autres avantages pour la santé, est plus satiétogène (et donc plus protectrice contre la surconsommation) que les régimes à base d'aliments transformés et de boissons très énergétiques* » [19]. En d'autres termes, un aliment solide est plus satiétogène qu'un aliment visqueux ou semi-solide ou encore liquide, notamment parce que les temps plus longs de mastication et de contact avec la muqueuse digestive favorisent une meilleure sécrétion des hormones de satiété.

◆ **Les études reliant effet "matrice" et satiété sont assez nombreuses.** Reprenons celle de G.B. Haber *et al.*, qui montre aussi une satiété plus prolongée et plus importante avec une pomme entière comparée avec une compote ou un jus de pomme [11]. De même, des carottes bouillies sont plus satiétogènes qu'un mélange reconstitué de même composition (moins les fibres) [20]. Dans deux études récentes, nous avons également montré, sur 380 aliments prêts à consommer, que plus un aliment est transformé, plus son impact glycémique est élevé et moins il est satiétogène [21,22]. Cette relation de transitivité entre satiété, glycémie et degré de transformation est très importante d'un point de vue nutritionnel. Elle suggère que des aliments trop transformés ne favorisent pas les signaux de satiété – mais plutôt le grignotage entre les repas au profit de snacks sucrés, gras et salés – et sont hyperglycémiant. En cas de consommation régulière de grandes quantités, le diabète de type 2 n'est plus très loin.

Effet "matrice" et "fiber co-passengers"

◆ **Les fibres alimentaires jouent un grand rôle dans l'effet "matrice"**, puisqu'elles procurent de la structure aux aliments comme dans les produits végétaux et limitent l'accès des nutriments aux enzymes digestives. Elles favorisent aussi la satiété, fibres et protéines étant les composés alimentaires les plus satiétogènes. En outre, nous savons aujourd'hui que de nombreux composés de type polyphénols sont liés naturellement aux fibres alimentaires dans la matrice, ce qui n'est plus forcément le cas dans les fibres isolées des matrices, purifiées, puis réintroduites dans les aliments.

◆ **Ces composés associés aux fibres, appelés "fiber co-passengers"**, pourraient participer de la protection des aliments peu transformés aux risques cardiovasculaires et de cancers [23]. En effet, les polyphénols antioxydants (notamment acides phénoliques liés dans les céréales et flavonoïdes liés dans les fruits et légumes) sont libérés plus progressivement dans la circulation sanguine lorsqu'ils sont liés aux fibres participant en tant qu'antioxydants à la protection de l'oxydation des lipoprotéines de basse densité (LDL), mécanisme essentiel de déclenchement de l'athérosclérose. Une certaine fraction, "protégée" par les fibres, peut alors arriver intacte au niveau colique où ces nombreux polyphénols antioxydants peuvent piéger et/ou neutraliser les radicaux libres prooxydants générés par la microflore bactérienne colique, protégeant ainsi la muqueuse colique du développement des cellules cancéreuses suite aux attaques radicalaires.

◆ **Ces résultats tendent à montrer que l'enrichissement des aliments trop raffinés avec des extraits de fibres n'a pas le même effet nutritionnel** que les fibres naturellement présentes dans la matrice alimentaire.

Références

- [16] Fardet A. Do the physical structure and physicochemical characteristics of dietary fibers influence their health effects? In: Hosseinian F, Oomah BD, Campos-Vega R. Dietary fibre functionality in food & nutraceuticals: From Plant to Gut. John Wiley & Sons: Hoboken; 2016.
- [17] Bermudez OI, Gao X. Greater consumption of sweetened beverages and added sugars is associated with obesity among US young adults. *Ann Nutr Metab*. 2010;57(3-4):211-8.
- [18] Wang M, Yu M, Fang L et al. Association between sugar-sweetened beverages and type 2 diabetes: a meta-analysis. *J Diabetes Investig*. 2015;6(3):360-6.
- [19] Chambers L. Food texture and the satiety cascade. *Nutr Bull*. 2016;41:277-82.
- [20] Moorhead SA, Welch RW, Barbara M et al. The effects of the fibre content and physical structure of carrots on satiety and subsequent intakes when eaten as part of a mixed meal. *Br J Nutr*. 2006;96(3):587-95.
- [21] Fardet A, Méjean H, Labouré H et al. The degree of processing of foods which are most widely consumed by the French elderly population is associated with satiety and glycemic potentials and nutrient profiles. *Food Funct*. 2017;8(2):651-8.
- [22] Fardet A. Minimally processed foods are more satiating and less hyperglycemic than ultra-processed foods: a preliminary study with 98 ready-to-eat foods. *Food Funct*. 2016;7(5):2338-46.
- [23] Vitaglione P, Napolitano A, Fogliano V. Cereal dietary fibre: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. *Trends in Food Science and Technology* 2008;19(9):451-63.
- [24] Monro J, Mishra S, Redman C et al. Vegetable dietary fibres made with minimal processing improve health-related faecal parameters in a valid rat model. *Food Funct*. 2016;7(6):2645-54.

Références

- [25] Fardet A, Rock E. Toward a new philosophy of preventive nutrition: from a reductionist to a holistic paradigm to improve nutritional recommendations. *Adv Nutr.* 2014;5(4):430-46.
- [26] Fardet A. Manger vrai. Comment les produits ultra-transformés vous rendent malades : les 3 règles d'or d'une alimentation saine, éthique et durable. Vergèze: Thierry Souccar; 2017.
- [27] Fardet A. Nous mangeons trop de produits ultra-transformés. *Reporterre.* 29 novembre 2016. <https://reporterre.net/Nous-mangeons-trop-de-produits-ultra-transformes>
- [28] Louzada ML, Martins AP, Canella DS et al. Impact of ultra-processed foods on micronutrient content in the Brazilian diet. *Rev Saude Publica.* 2015;49:45.
- [29] Canella DS, Levy RB, Bortoletto Martins AP et al. Ultra-processed food products and obesity in Brazilian households (2008-2009). *PLoS One* 2014;9(3):e92752.
- [30] Tavares LF, Fonseca SC, Garcia Rosa ML et al. Relationship between ultra-processed foods and metabolic syndrome in adolescents from a Brazilian Family Doctor Program. *Public Health Nutr.* 2012;15(1):82-7.
- [31] Rauber F, Campagnolo PD, Hoffman DJ et al. Consumption of ultra-processed food products and its effects on children's lipid profiles: a longitudinal study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2015;25(1):116-22.
- [32] Fardet A, Boirie Y. Associations between diet-related diseases and impaired physiological mechanisms: a holistic approach based on meta-analyses to identify targets for preventive nutrition. *Nutr Rev.* 2013;71(10):643-56.

Déclaration de liens d'intérêts
L'auteur déclare ne pas avoir de liens d'intérêts.

D'ailleurs, il a récemment été montré que les fibres naturelles ont de meilleures propriétés fermentaires et physico-chimiques que les fibres purifiées ajoutées [24].

Une conception plus holistique de l'aliment

◆ **Selon une perspective réductionniste considérant que l'aliment n'est qu'une somme de nutriments** ($2 = 1 + 1$), les industriels n'ont cessé de fractionner les produits naturels pour en isoler de nombreux ingrédients. Ces derniers ont ensuite été recombines à l'infini sous formes d'aliments ultra-transformés fractionnés-recombines, et le plus souvent additionnés de sel, sucre et/ou gras et de divers additifs pour regagner en texture, goût ou couleur [25]. C'était oublier le rôle primordial et négligé de la matrice alimentaire qui impacte vitesse d'absorption des nutriments et satiété.

◆ **À l'inverse, en considérant que le tout est supérieur à la somme des parties selon une perspective holistique** ($2 > 1 + 1$ en raison des interactions et de la synergie entre "1" et "1"), nous aurons plus à cœur de préserver la matrice alimentaire ou l'assemblage des nutriments [25].

◆ **En isolant et recombinaut les ingrédients ou nutriments entre eux**, l'industrie agroalimentaire a créé de nouvelles interactions et de nouveaux aliments auxquels notre organisme n'est pas habitué [26]. Ces aliments aux matrices artificielles sont apparus massivement dans nos supermarchés dans les années 1980 et il n'est pas étonnant de constater que l'explosion de la prévalence des maladies chroniques est concomitante [26]. Après tout, l'homme a besoin de créer, et il peut bien élaborer de nouveaux aliments ou des aliments ultra-transformés comme les bonbons, les pâtisseries et certains desserts lactés, plats cuisinés industriels,

sodas, etc. [27]. Cependant, ces derniers, composés de nouvelles matrices, sont généralement moins rassasiants, plus hyperglycémisants [21,22] et présentent des profils nutritionnels dégradés [28], favorisant prise de poids [29], syndrome métabolique [30], dyslipidémie [31], diabète de type 2 [18] et, *in fine*, des pathologies chroniques plus graves comme les maladies cardiovasculaires et certains cancers [32]. Il n'est pas étonnant que notre organisme réagisse à cette arrivée massive de nouveaux aliments raffinés-fractionnés-recombines par des intolérances, des hypersensibilités, etc.

◆ **En outre, les aliments ultra-transformés sont généralement plus mous et donc moins longtemps mastiqués que les aliments naturels complexes**, plus bruts, constitués de réseaux protéiques et fibreux. Y aurait-il un lien entre la perte de capacité masticatoire, à savoir une moins bonne dentition qu'autrefois avec le vieillissement, et une surconsommation de ces produits ?

Conclusion

Les aliments ont été trop longtemps considérés de manière simpliste, uniquement comme une somme de nutriments. Cela a mené à des recommandations nutritionnelles qui ne tenaient pas compte de l'effet "matrice" ni donc du degré de transformation et de déstructuration des aliments d'origine [6]. Il n'est pas exagéré de dire que les maladies chroniques actuelles sont le fruit de cette pensée réductionniste qui a poussé les industriels à mettre massivement sur le marché des aliments fractionnés-recombines ultra-transformés, engendrant de nombreuses dérégulations métaboliques.

L'effet "matrice" est donc un aspect essentiel du potentiel santé d'un aliment – l'aspect qualitatif de ce dernier en quelque sorte –, tandis que

la composition participe de l'aspect quantitatif (*figure 1*). Ces deux aspects doivent être pris en compte pour bien comprendre comment un aliment agit sur la santé. Il ne sera pas possible de lutter efficacement contre le développement croissant des maladies chroniques en ayant une approche uniquement compositionnelle de l'aliment.

Les campagnes de réduction du gras, du sucre, du cholestérol, etc., ont quasiment toutes échoué. Elles ont même parfois participé à aggraver la situation. Par exemple, aux États-Unis, ayant observé une augmentation forte de la prévalence de maladies cardiovasculaires à la fin des années 1970, les nutritionnistes ont recommandé de réduire les proportions de gras dans l'alimentation, attribuant ces maladies à un excès de lipides. Or, dans les années 1980, l'obésité a explosé car les consommateurs se sont reportés sur les sucres raffinés [2]. L'approche par nutriment est réductionniste, donc partielle, et ne peut aboutir à des résultats probants. *A contrario*, l'approche holistique par effet "matrice" peut aboutir à de meilleures recommandations nutritionnelles [6].

Ce raisonnement a des implications considérables : si les matrices sont différentes, une calorie d'un aliment A n'aura pas le même effet santé qu'une calorie d'un aliment B car si les calories ne sont pas libérées de la même manière dans l'organisme, les effets métaboliques sont différents. Ainsi, les régimes alimentaires basés sur une approche essentiellement calorique (calories ingérées et calories dépensées) ne peuvent être que très limités dans leurs effets sur le poids à long terme. ▶