

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 77 (1986)

**Heft:** 1

**Artikel:** Molécules et technologies émergentes : impact sur l'alimentation = Emerging molecules and technologies : their impact on human nutrition

**Autor:** Giddey, C.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-983373>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

C. Giddey, Battelle, Centres de recherche de Genève, Carouge

## **Molécules et technologies émergentes: Impact sur l'alimentation**

Emerging Molecules and Technologies:  
Their Impact on Human Nutrition

### **Introduction**

L'alimentation de l'homme a été jalonnée au cours des millénaires par la découverte, la production et l'utilisation de matériaux de base qui furent déterminants pour l'accroissement démographique de l'humanité: le maïs, le riz, les céréales panifiables, la pomme de terre, la betterave à sucre, les plantes oléagineuses, pour ne donner que quelques exemples. D'autre part, des technologies originales de transformation et surtout de conservation, contribuèrent à l'évolution de l'alimentation: fumage, saumurage, fermentations, et, plus proche de notre époque, la stérilisation, la pasteurisation, les technologies du froid, et nombre d'autres encore que je ne saurais citer ici (1)...

Une première observation s'impose concernant les matériaux comestibles: ils constituèrent, et constituent encore aujourd'hui, les composants principaux des aliments, alors qu'il fallut attendre la fin du 19<sup>e</sup> siècle pour que soient utilisées des substances de haute efficacité nutritionnelle, telles que les vitamines et certains éléments comme le fluor et le iode.

### **L'alimentation, domaine en mutation**

L'évolution de l'alimentation et de la technologie s'est considérablement accélérée au cours de ces quarante dernières années grâce à la création de procédés nouveaux et de substances fonctionnelles, les additifs; mais aujourd'hui l'alimentation, à l'instar de nombreux autres domaines de l'activité humaine, entre dans une période de mutation profonde dont nous devons tenter de percevoir les implications futures.

Cette mutation sera le fait d'interventions aussi diverses que le seront les nouvelles acquisitions technologiques, l'émergence de substances inconnues encore à ce jour, la modification de notre mode de vie, enfin, et c'est là l'élément prédominant, la perception du rôle de l'alimentation dans la médecine préventive et curative.

Quelle est l'attitude du consommateur vis-à-vis de l'évolution de l'alimentation?

Sans qu'il le réalise distinctement, le consommateur adapte sa perception des problèmes alimentaires au progrès technologique, et j'en voudrais pour témoin l'acceptation des techniques de stérilisation continue UHT, associées à l'emballage aseptique (2). Le consommateur d'aujourd'hui considère les produits laitiers UHT comme des aliments conservables à température ambiante. . . la notion du lait produit altérable, donc qui «tourne» facilement, est totalement tombée dans l'oubli!

Par contre les consommateurs prennent de plus en plus conscience de la relation «alimentation - santé».

A la notion de régime contraignant, imposé par le médecin pour pallier une santé déficiente, se substitue le désir de bénéficier d'une alimentation nutritionnellement équilibrée et parfaitement sûre quant au plan hygiénique. Ce dernier plan signifie absence de polluants microbiens, de substances toxiques contaminantes et d'additifs suspects! Ces exigences expliquent d'ailleurs pourquoi l'engouement pour les produits «naturels» exempts de tout traitement industriel (qui paraît avoir atteint son paroxysme vers les années 1978) est aujourd'hui remplacé par l'attrait des «produits frais», même si ceux-ci résultent d'une transformation industrielle. Le concept de «frais», aux yeux du consommateur, se rattache plus au mode de traitement, à la présentation et au mode de distribution qu'au caractère véritablement natif des aliments.

La cuisine nouvelle, symbolisée par les «toques», ne va-t-elle pas d'ailleurs dans ce sens: ses recettes sont complexes, ses procédés sont discrets, ses goûts élaborés et subtils . . . la rusticité du «naturel» s'affine et se sublime dans l'opération!

### **Emergence de nouvelles substances**

Ne pouvant ici prétendre couvrir un domaine aussi vaste que celui de l'émergence de nouvelles substances, nous nous limiterons à l'examen de l'impact prévisible de quelques molécules sur l'évolution de notre alimentation.

Précisons d'abord la notion de «molécules émergentes»: connue souvent des spécialistes depuis de nombreuses années, une molécule n'émerge réellement qu'à partir du moment où une société industrielle la propose commercialement aux utilisateurs, après avoir démontré son innocuité toxicologique.

Nous pouvons aujourd'hui distinguer deux familles de molécules émergentes:

1. Molécules aux effets spécifiques, utilisées pondéralement en très petite quantité. Elles sont de véritables additifs: les édulcorants de synthèse en sont un exemple.

2. Molécules aux propriétés diverses, utilisées en quantité pondéralement importante pour répondre à des exigences particulières: les sirops d'isomérisation glucose-fructose, déjà fort connus, entrent dans cette deuxième famille.

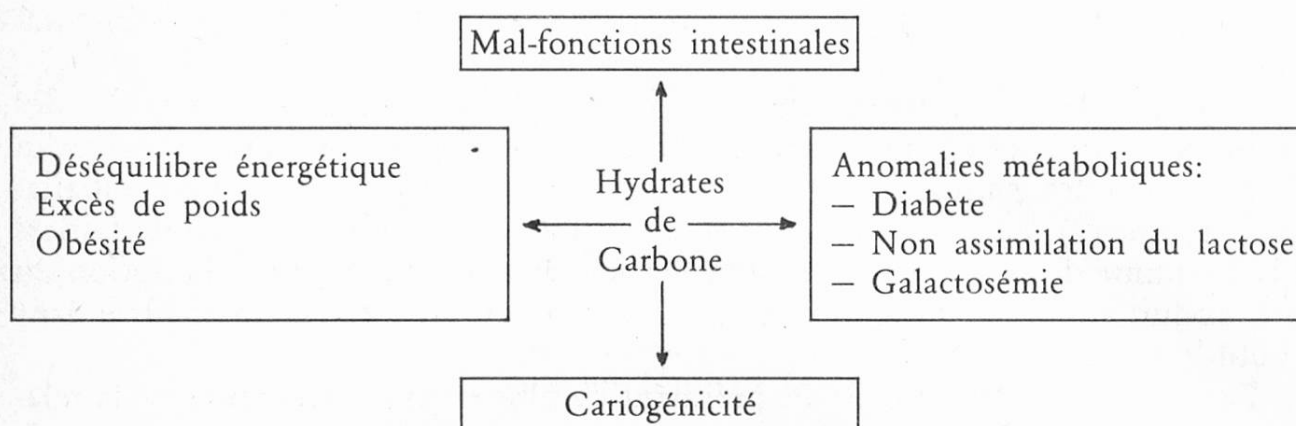


Fig. 1. Mal-fonctions nutritionnelles et métaboliques (dont peuvent être responsables les hydrates de carbone)

### Hydrates de carbone et édulcorants

Examinons ainsi le rôle de quelques molécules dans la réalisation d'objectifs particuliers en relation avec l'évolution de l'alimentation: la correction de mal-fonctions nutritionnelles et métaboliques attribuées à la consommation des hydrates de carbone (fig.1).

Quelles molécules vont donc permettre de résoudre ces problèmes tout en répondant simultanément aux exigences de technologie, de texture et de goût des produits alimentaires?

Le tableau 1 définit les types de substances qui répondront aux critères ci-dessus et le tableau 2 présente quelques molécules spécifiques émergentes, dont certaines ont d'ailleurs été récemment commercialisées.

Le rôle important des fibres alimentaires dans le bon fonctionnement de l'intestin suggère également de porter notre attention sur ces substances: mis à part les fibres et matériaux amorphes naturellement présents dans les végétaux que nous consommons, nous devons constater que nous ne disposons que d'un nombre restreint de substances jouissant des mêmes propriétés, et qui puissent être incorporées dans nos aliments manufacturés. Aujourd'hui seuls sont disponibles les sons de blé et de soja. Ces matériaux imposent une couleur grise aux produits, teinte qui n'est compatible malheureusement qu'avec certains produits de panification. La disponibilité de fibres alimentaires de couleur claire permettrait, au contraire, une large utilisation de matériaux ballasts dans notre alimentation courante. Dans cette optique, notre laboratoire de Genève (3) a eu l'occasion d'étudier le blanchiment et l'utilisation de la pulpe de betterave désucriée et décolorée



*Tableau 1.* Hydrates de carbone susceptibles de résoudre certaines mal-fonctions nutritionnelles et métaboliques

<p><i>Sucres ou sucres modifiés</i> non cariogènes</p> <p><i>Sucres ou sucres modifiés</i> faiblement caloriques</p> <p><i>Sucres ± non insulino-dépendants</i> (pour diabétiques?!)</p> <p><i>Polysaccharides non assimilables</i> fibres alimentaires</p>
---

*Tableau 2.* Hydrates de carbone non conventionnels

Molécules	Structure chimique	kcal/g Valeur calorique	Cariogé- nicité	Glucose Sanguin
Lycasine	Sirop glucose hydrogéné	3-4	faible	faible
Xylitol	Polyalcool	4	aucune	faible
Mannitol	Polyalcool	1-3	faible	faible
Lactitol	4-0-β-D-Galactopyranosyl D-Glucitol	2-3	très faible	très faible
Volemitol	D-Glycero-D-mannoheptitol	—	—	très faible
Maltitol	4-0-α-Glucopyranosyl-D-glucitol	2*	très faible	très faible
(Malbit d'Anich)				
Isomaltitol	} Palatinite	3-4	faible	très faible
Epiisomaltitol				
Polydextrose	Polymère artificiel de glucose	1	aucune	nul
Glucose		4	forte	fort
(pour comparaison)				

(Adapté de P. Wursch. Carbohydrates and Sweeteners Catalog 1984)

\* Valeur récemment admise

ainsi que les sons de maïs. L'adjonction de ces substances à des concentrations relativement élevées (10 à 15%), dans les produits de confiserie et dans des produits du four, permet de concilier deux objectifs nutritionnels: l'accroissement des substances de lest et la réduction de la charge calorique, sans altérer l'aspect visuel et les caractéristiques organoleptiques des produits.

Pour aller au-delà de ces objectifs encore limités quant au plan de la réduction de la charge calorique, il faudra exploiter complémentirement les édulcorants de synthèse dont la diversité des nouvelles molécules et les performances ouvrent encore de vastes perspectives. Ainsi l'aspartame, déjà couramment utilisé, et la

thaumatococine (protéine 2000–3000 fois plus douce que le saccharose, extraite du fruit tropical katemfe) seront vraisemblablement concurrencés dans quelques années par une nouvelle molécule édulcorante que développe actuellement *Tate* et *Lyle* au Royaume-Uni (4), molécule qui s'imposera par sa stabilité remarquable à la chaleur et aux pH acides.

Les édulcorants et les hydrates de carbones feront encore l'objet d'évolution spectaculaires grâce aux biotechnologies: tel édulcorant par exemple, hautement performant mais rare et coûteux aujourd'hui, deviendra demain un produit de grande consommation grâce à sa production par un micro-organisme dont le bagage génétique aura été dûment remanié!

Des hydrates de carbone nouveaux seront aussi biosynthétisés par des microorganismes. Ces hydrates de carbone devront intégrer des propriétés qui jusqu'à aujourd'hui ne sont pas réunies, mais que nous tentons de définir dans la figure 2.

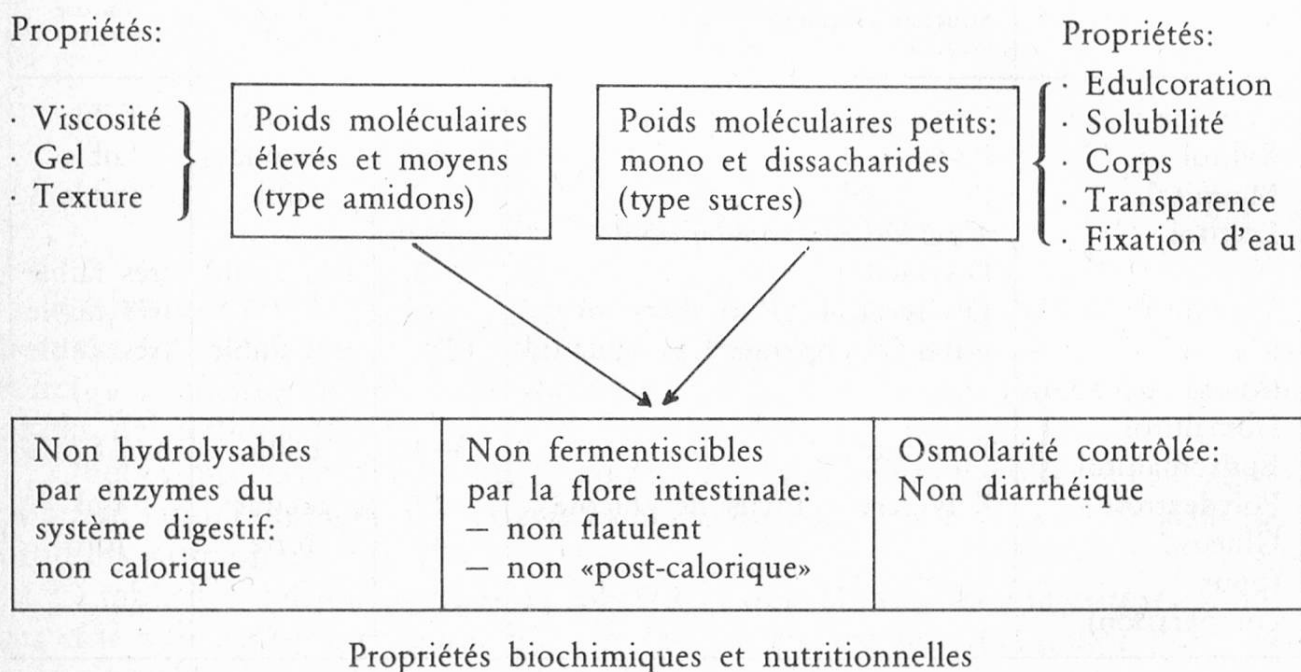


Fig. 2. Hydrates de carbone nouveaux (souhaités!)

### Les lipides

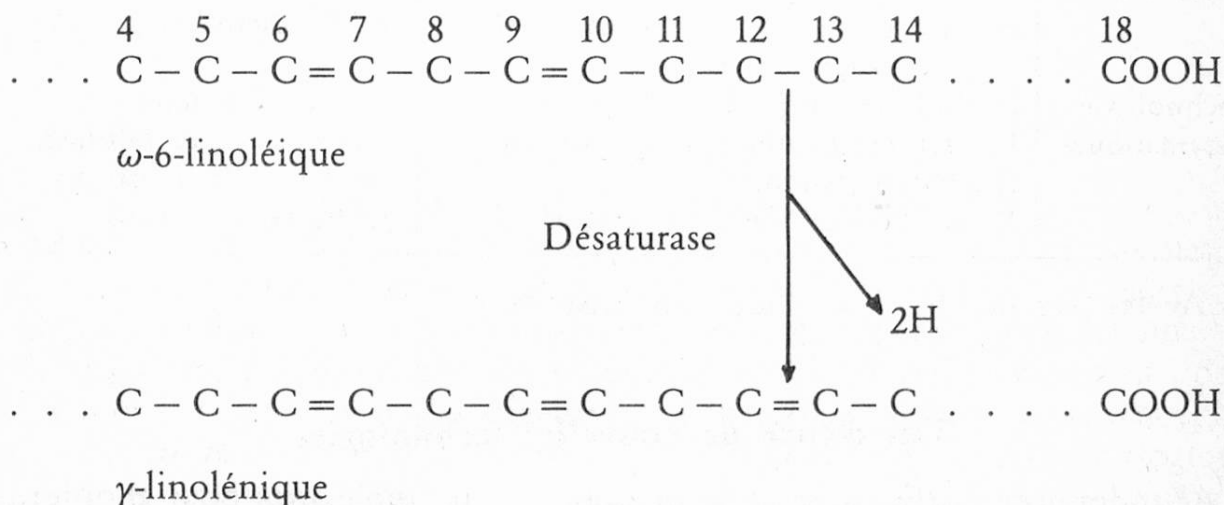
1823. *E. Chevreul* découvre la structure chimique des matières grasses et pendant près de 100 ans les matières grasses seront considérées exclusivement comme une source d'énergie pour la nutrition.

1929. *G. et M. Burr* découvrent le rôle physiologique de certains acides gras. La notion d'acide gras essentiel entre dans l'histoire de l'alimentation mais il faudra attendre les années 60 pour que soit identifié leur rôle métabolique et que la

composition des matières grasses alimentaires puisse enfin commencer à être adaptée aux exigences nutritionnelles.

Le rôle nutritionnel des acides gras polyinsaturés est maintenant bien connu, mais aujourd'hui la découverte relativement récente des prostaglandines, biosynthétisées à partir d'acides gras polyinsaturés spécifiques, justifie la nécessité de trouver ceux-ci dans notre alimentation. Il faut ainsi tout particulièrement mentionner le rôle de l'acide  $\gamma$ -linoléique, absent de la plupart des corps gras végétaux courants (oléagineux) mais qui peut être extrait de certains végétaux: groseille, cassis, onagre (fig. 3).

### Importance de l'acide $\gamma$ -linoléique



La désaturase est déficiente lors du vieillissement et de certaines maladies métaboliques. L'apport du  $\gamma$ -linoléique dans l'alimentation devient donc nécessaire.

Fig. 3. Importance de l'acide  $\gamma$ -linoléique

L'acide gras  $\gamma$ -linoléique constitue un des maillons de la chaîne métabolique qui de l'acide  $\omega$ -6 linoléique conduit à la synthèse des prostaglandines P1, P2 et P3. Dans certaines maladies (diabète) et chez les personnes âgées, la désaturase assurant la transformation  $\omega$ -6 linoléique en  $\gamma$ -linoléique étant déficiente, l'apport nécessaire dans la diète du  $\gamma$ -linoléique justifiera le développement d'aliments spécifiques (fig. 3).

Les matières grasses bénéficieront aussi de l'impact des biotechnologies (5, 6) sur les plans nutritionnels et industriels: modifications génétiques des plantes oléagineuses, technologies enzymatiques, production de lipides par fermentations etc. Nous résumons quelques-uns des résultats escomptés dans le tableau 3.

Tableau 3. Biotechnologie et matières grasses: impacts souhaités du remaniement génétique

		Conséquences
Soja Colza	Diminution de l'ac. linoléique (3Δ) Diminution de l'ac. linoléique (3Δ) et accroissement du linoléique (2Δ)	Stabilité organoleptique
Palme		
Fermentations:	Accroissement des fractions liquides Production microbienne de triglycérides SUS (levures: 45–65% lipides/sec)	Valeur commerciale accrue Graisse de remplacement du beurre de cacao
Microbiologie industrielle	Transestérification: lard, suif SSU → SUS Algues: production de lipides polyinsaturés	Idem lipides diétothérapeutiques
Technologies enzymatiques	Hydrogénation sans catalyseur Extraction enzymatique (+ solvant) Interestérification: Huile d'olive + acide stéarique	Spécificité d'action Suppression du raffinage Lipides: SUS substitués du beurre de cacao

S = Acides gras saturés, U = Acides gras insaturés

### Emergence de nouvelles technologies

Abandonnons maintenant ce vaste domaine des molécules pour aborder les technologies émergentes en demeurant conscients toutefois que bien souvent technologies et molécules sont étroitement dépendantes comme nous l'avons vu pour les biotechnologies et les lipides.

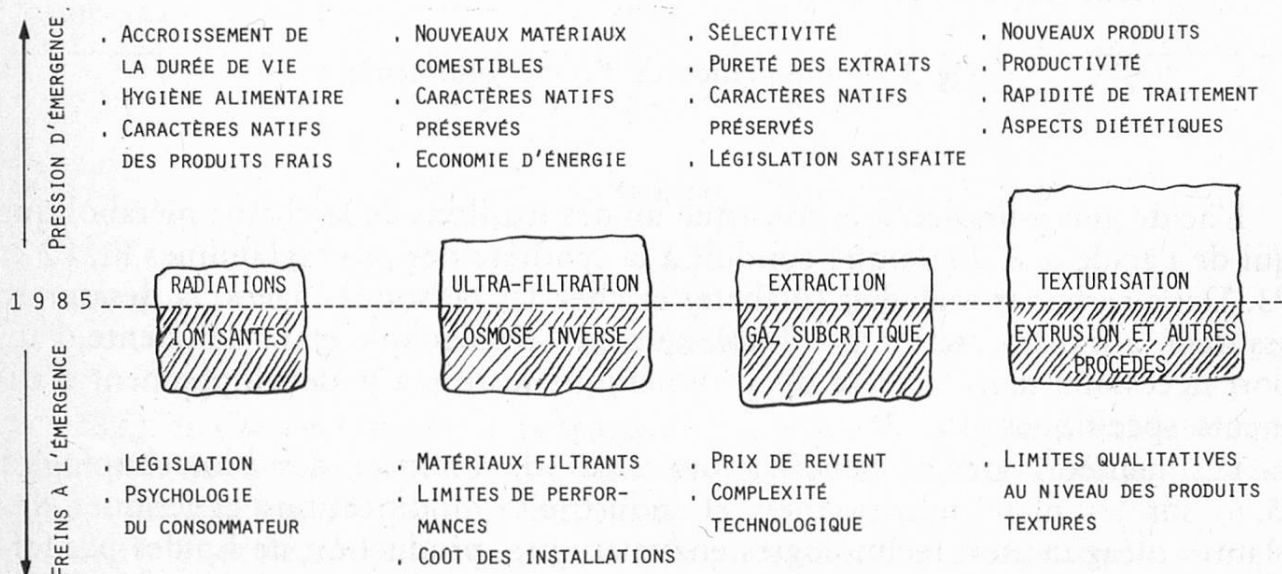


Fig. 4. Technologies émergentes



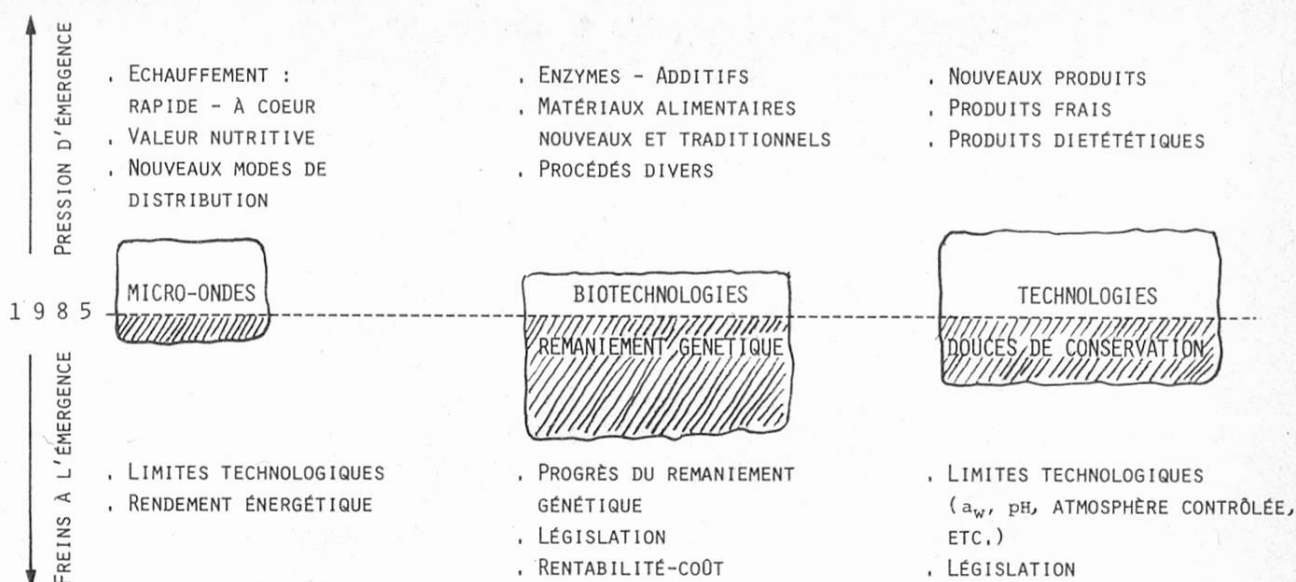


Fig. 5. Technologies émergentes

Les figures 4 et 5 proposent quelques exemples de technologies émergentes. Une caractéristique commune ressort de leur examen: ce sont des technologies «douces et spécifiques dans leur action»... Nous pourrions dire qu'elles sont «teintées d'écologie» pour nous exprimer selon le langage d'aujourd'hui.

L'émergence d'une technologie est conditionnée par deux paramètres opposés: d'une part la pression d'émergence, liée aux conséquences souhaitées (l'impact), d'autre part l'existence de freins qui retardent le progrès technologique. Examinons brièvement quelques-uns de ces facteurs eu égard aux technologies proposées dans les figures 4 et 5.

Les procédés de texturisation (7, 8) doivent être considérés encore aujourd'hui comme des technologies émergentes: leur exploitation ouvre encore de larges possibilités et des procédés nouveaux sont en gestation.

Référons-nous à un colloque sur la «Restructuration des viandes», tenu très récemment à Paris/Versailles (9) et qui réunit industriels de la viande, chercheurs, technologues, constructeurs d'équipements, distributeurs, associations de consommateurs et responsables de la législation. Le déséquilibre quantitatif entre la consommation de la partie arrière de l'animal (viande tendre et de haute qualité) et le train avant, dont la viande de moindre qualité exige une longue cuisson, occasionne de graves problèmes pour l'industriel, pour le consommateur et sur le plan national pour la balance des paiements (importation de viande coûteuse de haute qualité et exportation du train avant de basse valeur marchande). La texturisation (restructuration dans le cas particulier: fig. 6) devrait permettre de produire des viandes tendres, de qualité standardisée et de prix abordable, mettant ainsi en valeur la partie avant de l'animal. Si plusieurs technologies sont proposées pour résoudre ce problème, il faut pourtant admettre qu'aucune d'entre elles ne donne encore pleinement satisfaction.

Il en est tout autrement, par contre, dans le domaine des produits de la mer. Le traitement de la chair de poisson, selon un procédé artisanal japonais très an-

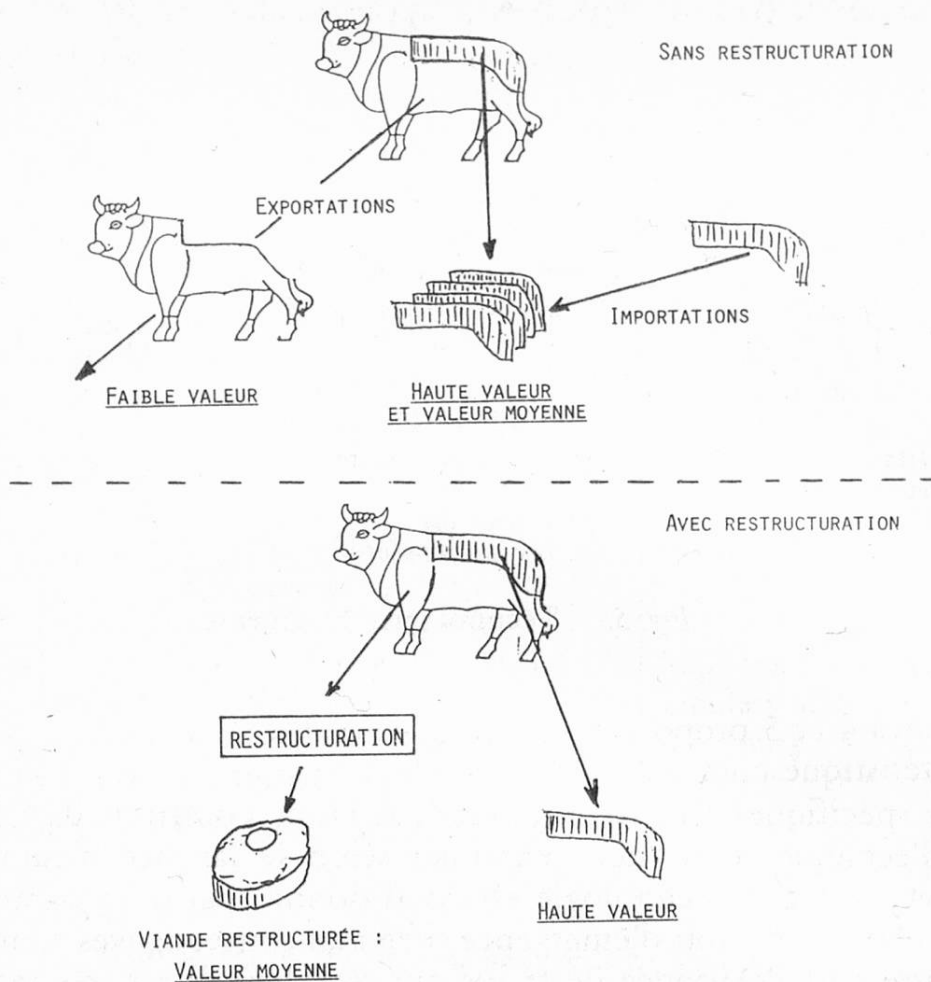


Fig. 6. La restructuration des viandes

cien le surimi, a donné lieu au développement d'une technologie de texturisation industrielle très efficace et dont le succès commercial va croissant au Japon et aux USA (10).

Le procédé du surimi est utilisé pour la fabrication à grande échelle de pattes de crabes, de chair de crevettes, de filets de poissons, etc., produits texturés à base de poissons de qualité inférieure (fig. 7).

La texturisation c'est aussi bien sûr l'extrusion-cuisson aux performances variées allant des snacks expansés, aux biscottes et autres produits de panification, mais ce sont aussi d'autres technologies comme par exemple le «forming/pressing» que nous développons actuellement dans nos laboratoires pour des produits du four et des produits pour chiens et chats.

La texturisation rejoint la biotechnologie lorsqu'elle recourt à la production directe, par fermentation, de matériaux fibrillaires comestibles composés d'hydrates de carbone et de protéines, pouvant jouer le rôle de produits de remplacement de la viande: les myco-protéines, ou protéines fongiques, produites par Rank Hovis Mc Dougall au Royaume-Uni, illustrent bien cet aspect particulier des technologies de texturisation encore au stade de développement.

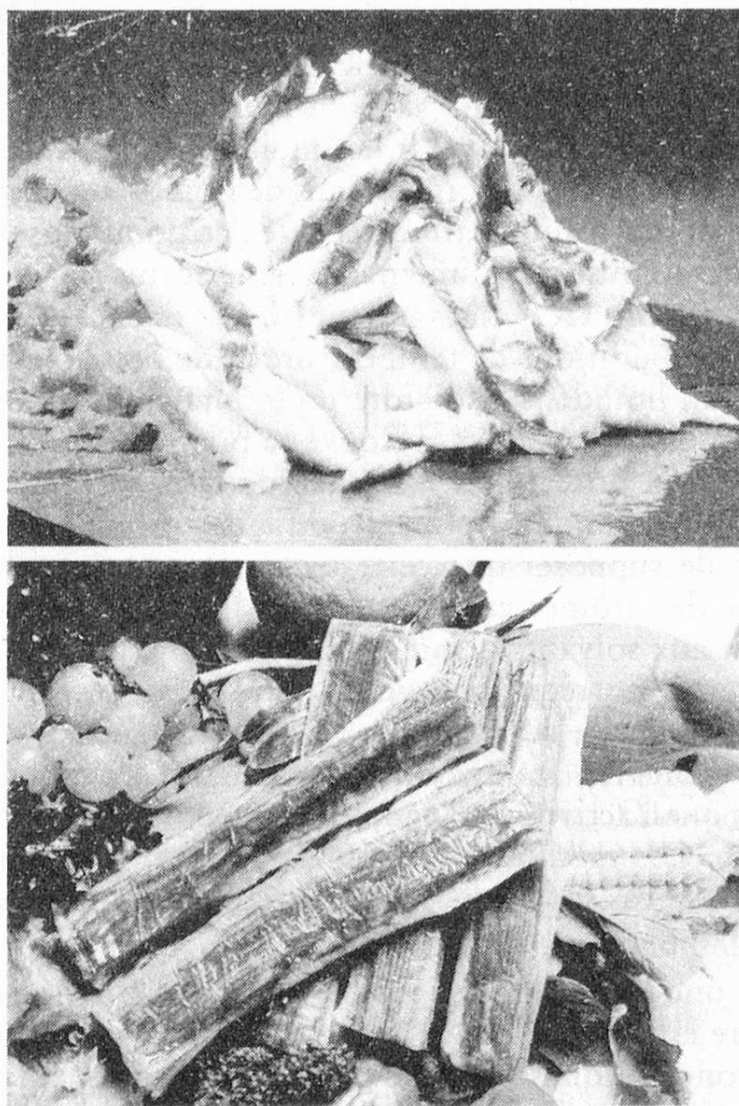


Fig. 7. Filets et pattes de crabes produits par texturisation de la pâte de surimi

Les techniques d'*ultra-filtration* et d'*osmose inverse* (11) sont appelées encore à d'importants développements dont l'impact sur l'aliment doit être relevé. Technologies douces par excellence, elles respectent les qualités intrinsèques des matériaux qu'elles permettent de concentrer sans élévation de température, ou de fractionner physiquement sans intervention extérieure. L'utilisation de membranes minérales supportant de hautes températures, donc stérilisables, paraît devoir ouvrir la voie à de nouvelles exploitations du procédé. Les vins, les jus de fruits, les produits laitiers, les hydrolysats protéiques, les concentrats d'oeufs bénéficieront certainement de ces progrès technologiques.

Ayant émergé vers les années 60 l'*irradiation* (ou l'utilisation des radiations ionisantes) des produits alimentaires, visant principalement à accroître leur durée de vie, peut être considérée comme exemplaire des technologies douces dont on peut prévoir l'impact sur l'alimentation et son hygiène au cours de la décennie à venir. Nous ne nous attarderons pas sur les principes de l'irradiation ni sur les rai-



sons qui jusqu'à ce jour ont freiné l'exploitation de cette technologie puisque, lors de l'assemblée générale 1984 de la Société suisse de chimie analytique et appliquée, plusieurs orateurs se sont exprimés sur ce thème.

Remarquons seulement que l'avenir des radiations ionisantes transparait dans les autorisations d'emploi déjà accordées dans de nombreux pays et, fait caractéristique, par les demandes d'autorisation récentes et nombreuses déposées auprès de la FDA, par des industries alimentaires américaines.

*L'utilisation des gaz*, du CO<sub>2</sub> notamment (6, 12), dans leur état super-critique, c'est-à-dire dans des conditions de température et de pression telles que le gaz se comporte comme un liquide, sans perdre pour autant ses propriétés de pénétration et de diffusion dans les solides, a trouvé sa première application industrielle dans la décaféinisation du café en l'absence de tout solvant organique chloré. Malgré l'échec commercial de ce procédé, dû à des problèmes d'ordre économique, il est permis de supposer que cette technologie trouvera des applications dans les domaines des arômes et de l'industrie huilière: l'extraction des oléagineux, sans recourir aux solvants organiques, permettra, par exemple, de produire des huiles très pures, ne requérant qu'un minimum de raffinage.

Les *technologies douces de conservations* (13, 14) associent les effets inhibiteurs (sur l'activité microbienne, les enzymes, les réactions chimiques, etc.) de plusieurs facteurs tels que l'activité de l'eau, le pH, le potentiel Redox, des métabolites stabilisants, etc. Ces méthodes verront croître leur importance au cours des années à venir et deux cas spécifiques peuvent être mentionnés à titre d'exemple:

— La méthode des barrières d'altération (15)

Elle constitue une évolution de l'«edible coating»: le centre stérilisé d'un produit alimentaire est protégé contre la pollution extérieure par plusieurs zones (ou couches) concentriques successives. La composition et la structure de chacune de ces couches sont conçues pour s'opposer, physiquement et (ou) biochimiquement, à la migration vers le centre des facteurs d'altération.

— La désoxygénation intégrale

Une société japonaise (16) a créé un complexe pulvérulent non toxique à base de Fe<sup>+2</sup>, absorbeur d'oxygène. Contenu dans un petit sachet, cette substance élimine l'oxygène des produits alimentaires emballés dans un film imperméable aux gaz. Cette méthode, déjà exploitée au Japon, offre d'intéressantes possibilités d'accroître la durée de vie de certains produits alimentaires. Elle n'est pas encore disponible en Europe.

## Conclusions

L'évolution de notre alimentation au cours des prochaines décennies sera soumise à la pression croissante du concept nutritionnel, lié à la santé et au mode de vie. Les technologies et les matériaux émergents seront les vecteurs nécessaires de cette évolution.



L'alimentation ne sera donc plus seulement une nécessité et un agrément, elle constituera un véritable Projet, visant au développement harmonieux de l'homme au plan de sa santé physique et psychologique.

### *Résumé*

L'histoire de l'alimentation a été jalonnée par la découverte de matériaux comestibles et de procédés originaux. Les progrès de la science et de la technologie ont aujourd'hui un impact croissant sur la nutrition, et nous sommes témoins d'une profonde mutation des habitudes alimentaires. Les molécules nouvelles et les technologies émergentes constituent les vecteurs de cette évolution dont le «projet» tend à l'amélioration de la santé physique et psychologique de l'homme.

### *Zusammenfassung*

Die Geschichte der Ernährung ist seit jeher durch die Entdeckung geniessbarer Substanzen und neuartiger Verfahren gekennzeichnet. Heute wird die Ernährung mehr und mehr vom wissenschaftlichen und technologischen Fortschritt beeinflusst, und ein einschneidender Wandel der Essgewohnheiten ist im Gange. Neue Moleküle und in Entwicklung befindliche Technologien sind die Träger dieser Evolution, deren Ziel die Verbesserung der körperlichen und geistigen Gesundheit des Menschen ist.

### *Summary*

The food story has been paved by the discovery of edible substances and original processes. The progress of science and of technology now has a growing impact on nutrition, and we are witnessing a profound mutation of food habits. The emerging molecules and technologies constitute the vectors of this evolution, which aims at improving human physical and psychological health.

### *Bibliographie*

1. *Schubiger, G. F.*: Histoire de la technologie alimentaire. Une approche synoptique. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **75**, 415–420 (1984).
2. *Emch, F.*: Aseptische Verpackung. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **76**, 44–68 (1985).
3. *Battelle*, Centres de recherche de Genève: Travaux non publiés.
4. Tate & Lyle develops «Supersweetener». Chem. and Ind. **137**, (1985).
5. *Rattray, J. B.*: Biotechnology and the fats and oils industry – an overview. Am. Oil Chem. Soc. **61**, 1701–1712 (1984).
6. *Padley, Fred P.*: New developments in oils and fats. Chem. and Ind. 788–792 (1984).
7. *Giddey, C. and Güney, S.*: Animal protein properties and texturization. The development of novel texturization processes. Mitt. Geb. Lebensm. Hyg. **74**, 359–371 (1983).

8. *Giddey, C.*: Phenomena involved in the texturization of vegetable proteins and various technological processes used. *Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr.* **32**, 425–437 (1983).
9. Colloque Versailles/Paris: La restructuration des viandes. CNERNA, 72 rue des Sèvres 75007-Paris, 1985.
10. *Lee, Chong M.*: Surimi process technology. *Food Technol.* **38** (12), 69–80 (1984).
11. Membrane technology in food processing. Overview. *Food Technol.* **38** (12), 76–11 (1984).
12. *Bulley, N. R. & al.*: Supercritical fluid extraction of vegetable oil seeds. *Am. Oil Chem. Soc.* **61**, 1362–1365 (1984).
13. Les aliments à humidité intermédiaire. *Apria* 31, rue du Général Foy, 75008-Paris, 1982.
14. *Giddey, C.*: Altération des produits alimentaires: Conséquence, causes et moyens de lutte. *Médecine et Hygiène* **40**, 3–8 (1982).
15. *Battelle*, Centres de recherche de Genève: Travaux non publiés.
16. *Mitsubishi Gas Chemical Co. Inc. Tokyo*: Ageless<sup>(R)</sup>: Oxygen absorber.

Dr. C. Giddey  
Battelle  
Centres de recherche de Genève  
7, route de Drize  
CH-1227 Carouge