

# Chimie et alimentation : un mariage sous surveillance

Paul Rigny

Le but de la Fondation de la Maison de la Chimie, par ses colloques « La Chimie et... », est de contribuer à rendre visible l'importance qu'a la chimie, sans que l'on en ait suffisamment conscience, dans la vie des citoyens de ce qu'on appelle « les pays développés ». L'idée, bien intentionnée, est que s'ils réalisent mieux cette importance, ils comprendront mieux les activités des chimistes et soutiendront la place de la chimie dans l'enseignement, dans la recherche, comme bien sûr dans le secteur économique.

Cette intention profonde étant posée, on voit la hardiesse qu'il y a eu à choisir le thème « Chimie et alimentation » car, s'il y a un domaine où le mouvement premier est de refuser l'entrée à la chimie, c'est bien celui de son assiette : on veut du « naturel ». Que le public soit vigilant en la matière s'est vivement démontré une fois de plus par le succès spectaculaire (960 présents) du colloque « *Chimie et Alimentation pour le bien-être de l'Homme* »<sup>(1)</sup> organisé par la Fondation avec la collaboration de la Fédération Française pour les sciences de la Chimie (FFC) à Paris le 7 octobre 2009 !

## De la chimie pour les aliments : vraiment un scandale ?

Pour prendre les réactions instinctives de front, pour éloigner un instant le consommateur de ses « préjugés », la première conférence plénière, organisée autour d'un débat sur « la recherche de l'équilibre entre les risques et bienfaits » apportés par la chimie dans l'alimentation a d'emblée voulu fournir des données, des informations précises permettant de se forger une opinion personnelle en réponse aux interrogations affirmant la nécessité, surtout, de ne pas conclure sans réfléchir ! Les grands thèmes de la journée sont déjà apparus au cours de cette table ronde. Quelques idées-forces :

- Oui, la chimie intervient dans la chaîne alimentaire. Elle intervient même à tous les stades, à commencer par celui de

la production des matières agricoles et jusqu'à celui de la fabrication de l'aliment, de son conditionnement et de sa conservation (figure 1). Oui elle intervient et il ne peut en être autrement car c'est grâce à elle que l'on répond au besoin de nos civilisations citadines, si éloignées du jardin ou de la ferme des générations antérieures. Comment nourrir quelques milliards d'individus sans engrais et sans produits phytosanitaires ?

- La préoccupation de la sécurité sanitaire est omniprésente dans toute la chaîne alimentaire. Les réglementations nationales ou européennes sont fortes et rigoureusement contrôlées, avec la conséquence qu'elles structurent toute la branche industrielle impliquée. L'étude scientifique des dangers et des risques constitue un axe important des activités du secteur agroalimentaire, poussé en France par les efforts du secteur public – l'AFSSA (Agence française de sécurité sanitaire des aliments), les organismes de recherche (en particulier l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) et l'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques) – qui n'est pas vraiment spécialisé dans le domaine, même si un groupe travaille sur les perturbateurs endocriniens, mais plutôt dans la santé humaine et animale), ainsi que l'ANR (Agence nationale de la recherche) par ses programmes incitatifs.

Même si cela n'a pas été explicitement exprimé, peut-être la chute constatée des intoxications – au botulisme et autres concernant les fromages à pâte molle notamment – semble bien démontrer l'efficacité de la surveillance.

- Le comportement du consommateur est moteur dans toute la branche, que ce soit au niveau des réglementations ou des stratégies industrielles. Des travaux scientifiques l'ont pris pour objet *via* des études psychophysiologiques ayant pour objectif de caractériser par exemple les facteurs de la perception mais aussi la construction des habitudes. Ces approches sont aussi celles par lesquelles arrivent les dérives, car on sait modifier (influencer ?) le goût des



Figure 1 - La chimie intervient à tous les stades dans la chaîne alimentaire : de la production des matières agricoles jusqu'à la fabrication de l'aliment, de son conditionnement et de sa conservation.

© Fotolia.com/Chris Gaillard, Lemonade et Shock (de gauche à droite).

consommateurs et les amener de leur orgueilleux « je mange comme je pense » au triste « je mange comme on m'a dit de penser » – au grand bénéfice de grosses multinationales (Pierre Feillet\*, Académie des technologies).

**La potion magique existe... C'est le chocolat !**

D'où vient donc cette réputation sulfureuse ? Excellent au goût, pousse-au-crime, le chocolat (noir) serait à éviter par les gens raisonnables ! Heureusement, vient la science et viennent les nutritionnistes (Michel Barel\*, CIRAD). Ils nous le démontrent comme antioxydant – donc élixir de jeunesse – par ses polyphénols, efficace contre le mauvais cholestérol grâce aux qualités de l'acide oléique de sa partie grasse (approchez, les cardiaques !). Mauvais pour la ligne ? Nullement, car ses lipides sont des triglycérides, peu assimilés par le corps humain.



Riche en magnésium et en molécules proches des endorphines, le chocolat est un tonifiant et euphorisant !  
© Wojciech Gajda-Fotolia.com.

Alors : énergétique (sucres lents) et, grâce aux endorphines, tonifiant, psychostimulant et même euphorisant, tout y est : c'est bien la potion magique ! Rien ne doit vous retenir d'en consommer... sauf si vous êtes diabétique.

**Comment garantir la non-toxicité des aliments ?**

Le citoyen des pays développés n'est pas prêt à pardonner la moindre faute en matière de sécurité des aliments. Évidemment traditionnelle, cette exigence est devenue catégorique à l'heure où se développe le culte de la nature, de la santé « zéro défaut » pour les individus, ainsi que de plus en plus pour l'environnement. Les méthodes les plus modernes de gestion des risques sont appliquées par les parties prenantes sous la surveillance de l'AFSSA dont la vice-présidente, Valérie Baduel\*, a expliqué l'organisation du système d'expertise. Un travail scientifique de grande ampleur se déploie, tant dans le secteur public (INRA par exemple) que chez les industriels, pour démonter les causes possibles de toxicité et mettre en place les meilleures techniques de fabrication des aliments. La procédure exigeante de l'autorisation de l'utilisation d'une nouvelle substance dans la chaîne alimentaire d'un nouvel aliment se compare maintenant, en ampleur et en formalisme, à celle de l'autorisation de mise sur le marché d'un nouveau médicament : fréquemment une durée de quinze années, un budget de recherche chez les industriels qui atteint 10 % du chiffre d'affaires (Vincent Gros\*, BASF Agro SAS). Sans rentrer dans les détails techniques des informations données par les conférences, notons que :

- Le domaine alimentaire, contrairement à d'autres (comme le domaine médical), refuse de prendre en compte l'équilibre inconvénients/avantages : un risque même faible et compensé par un avantage est cause de rejet.
- Les progrès considérables que connaît depuis quelques années la compréhension de la « chimie du vivant » – c'est-à-dire des phénomènes chimiques qui se déroulent dans les organismes vivants et en expliquent le fonctionnement – sont utilisés pour comprendre la métabolisation des nombreuses molécules des nutriments, pour les études de toxicité, les effets sur la santé, entraînant une révolution dans les méthodes scientifiques employées (Marie-Josèphe

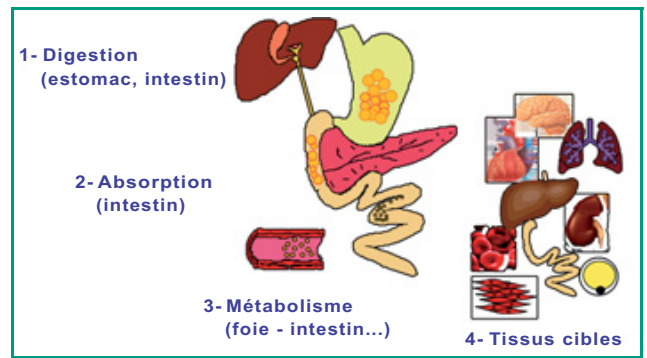


Figure 2 - Les scientifiques cherchent à suivre la déconstruction *in vivo* des aliments au cours de la digestion et à pister directement le couplage au métabolisme qui en résulte.

Amiot-Carlin\*, INRA). Plus précisément, il s'agit de suivre la déconstruction *in vivo* des aliments au cours de la digestion et de pister directement le couplage au métabolisme qui en résulte (figure 2). De plus en plus, les études de nutrition font appel à de nouvelles approches utilisant des techniques analytiques très performantes (sur l'homme, l'animal ou les cellules) qui sont complétées par des méthodes théoriques élaborées de modélisation des phénomènes sur ordinateurs et de validation des résultats scientifiques. Dans ces domaines, les laboratoires industriels sont à l'écoute des recherches les plus récentes de l'université et des organismes de recherche nationaux et internationaux.

- Ces études, si complètes soient-elles, se heurtent à des limites, mais ces limites évoluent à la vitesse de l'évolution des méthodes analytiques : on détecte aujourd'hui couramment des concentrations de molécules de l'ordre du picogramme par litre ( $10^{-12}$  g/L), soit mille fois moins qu'il y a seulement une décennie ; de même, un mélange de cent composés chimiques peut aujourd'hui être analysé en un seul enregistrement. Ceci multiplie considérablement le nombre des questions posées au scientifique, la complexité des interprétations des phénomènes, mais la « métabolomique » est une discipline nouvelle qui permet de distinguer les « signatures métaboliques » spécifiques de chaque état de santé ou de risque, lesquelles peuvent être modulées par des facteurs environnementaux comme l'alimentation.
- En matière de toxicité alimentaire, on étudie aujourd'hui la question de la présence de « très faibles quantités » dans l'organisme (Jean-Pierre Cravedi\*, INRA) et on doit apprendre à connaître l'effet à long terme de petites doses de composés toxiques, soit des composés phytosanitaires, soit des composés naturellement présents dans les aliments, soit ceux dus à la présence de micro-organismes et ceux qui se forment lors des transformations culinaires dans l'industrie ou dans les foyers. Cette situation, bien connue dans d'autres domaines sous le nom d'« exposition aux faibles doses », est une des plus irritantes puisque, toute science étant entachée d'incertitude, certaines questions resteront sans réponse. Mais le « public » parfois n'admet pas l'absence de conclusion... ceci conduit à des problèmes d'autres natures, sociologique ou politique.

**Pourquoi se mêler du comportement du consommateur ?**

Pourquoi décide-t-on de manger un fruit plutôt qu'un légume, une viande plutôt qu'un fromage ? On devine bien que la réponse simple « parce qu'on en a besoin à ce

### Et la gastronomie ?

On ne parle pas en France d'agroalimentaire sans se souvenir de sa gourmandise. Les « produits », c'est bien, la « fabrication des aliments » pour que l'on puisse faire son marché, c'est bien. Mais on ne va tout de même pas oublier les « recettes ». Les traditionnelles, qui n'ont pas attendu la science pour être mises au point, et les nouvelles : qu'est-ce que l'avenir nous réserve ?

Hervé This\* (INRA) a livré un aspect de sa philosophie. Un « attendu » d'abord : il y a la science – et la chimie en est une passionnante – et il y a les applications de la science (comme disait Pasteur – aujourd'hui, on dirait plutôt la « technologie »). En l'occurrence, la cuisine serait une « technologie ». On sent qu'Hervé This, qui se ressent d'abord scientifique, chimiste, introduit une certaine hiérarchie entre ces deux aspects : « vive la chimie ! ». Et la philosophie : 1) l'analyse des goûts permet au scientifique de cerner le « principe actif » (pas seulement la molécule, également la texture, voire l'aspect) ; 2) ce « principe actif », on sait le fabriquer dans toute son intensité – dans un aliment, fruit, légume ou viande, il y a beaucoup de « remplissage », composants qui n'ajoutent rien à l'aliment – ; 3) il faut que le cuisinier dispose de sa gamme de « principes actifs » préparés isolés ; les capacités de son imagination seront alors décuplées. Attention les gastronomes !

Lors du colloque, un déjeuner-démonstration a été servi. Pas sûr qu'il ait d'emblée convaincu tout le monde, mais voici un extrait du menu (pour les recettes, s'adresser à la Maison de la Chimie) :

- Le plat : volaille en tendreté, poudre de poulet grillé, paré de volaille et demi-glace de légumes.

- Le dessert : jeu de chocolat dans un verre.

moment là » n'est pas satisfaisante, qu'il y a là beaucoup plus une interrogation sur le comportement de l'individu. Mais pourquoi faut-il déployer des efforts scientifiques sur cette question ? Une première réponse est : « parce que c'est intéressant ! ».

Simplifier une question complexe pour l'étudier est une démarche classique. Sabrina Krief\* et Claude-Marcel Hladik\* (Muséum national d'histoire naturelle), pensant que les hommes étaient plutôt complexes, sont allés avec leurs connaissances d'éco-anthropologie et d'éthologie étudier les primates, en l'occurrence les chimpanzés. Comprendre la sélection qu'ils ont faite parmi les milliers d'espèces végétales au milieu desquelles ils vivent met certes en relief sa pertinence au niveau de l'équilibre des apports caloriques, mais aussi les facteurs « santé » (pansement digestif des terres rouges, vermifuges, écorce soignant le *Plasmodium falcifarum*, etc.). Mais les expérimentations mettent en évidence des facteurs d'une nature plus complexe annonçant les comportements humains et où intervient par exemple la perception gustative. L'évolution des espèces et leur alimentation sont présentées en relations dialectiques et l'on appréciera cette théorie qui explique que la cuisson des aliments (ils avaient découvert le feu !) ne pourrait être dissociée de la diminution de la taille des mâchoires et du développement du cerveau – c'est-à-dire du passage du primate non humain à l'*Homo*.

Quoiqu'il en soit, le ton est donné. Il va bien s'agir maintenant de se tourner vers la compréhension du sensoriel : le goût, le visuel, le toucher. L'aliment ne se résume pas à la somme de ses composantes moléculaires. C'était pourtant la réaction d'un chimiste aussi célèbre que Marcelin Berthelot qui, frappé de la puissance de la science chimique de l'époque, appelait de ses vœux et promettait aux générations futures une alimentation « par pilules » pour les libérer d'insupportables tâches pratiques. En fait, les stimuli causés par la prise alimentaire dépendent largement de la texture de l'aliment, qu'on peut relier à l'environnement moléculaire des composants actifs. De telles corrélations sont à étudier car le

plaisir qu'on trouve à se nourrir joue un rôle physiologique et appelle, pour être compris, tout un pan de la biologie-neurobiologie encore peu connu, potentiellement très fécond.

Les recherches se dirigent ainsi vers l'étude du procédé de fabrication des aliments dans une démarche d'ingénierie : élaborer un aliment, c'est construire les conditions thermodynamiques, physiques, chimiques, biologiques et physico-chimiques qui installent durablement des attributs attendus du produit qui sera ingéré, mais définir et maîtriser le procédé d'élaboration est tout aussi important (Gilles Trystram\*, Agro-ParisTech). La nature et la quantité des composants à mélanger, les conditions du mélange (température, agitation, etc.) sont les paramètres qu'il faut varier pour comprendre les propriétés du produit-aliment final telles que la physico-chimie permet de les caractériser (figure 3). Ainsi la microstructure du produit (la texture), dont dépend largement la qualité organoleptique est-elle étudiée avec les méthodes modernes de la physico-chimie (études de diffraction et diffusion du rayonnement par exemple). Il en est de même de la couleur des aliments, propriété importante pour le consommateur mais dont la maîtrise requiert la compréhension des transformations chimiques intervenant au cours de la conservation.

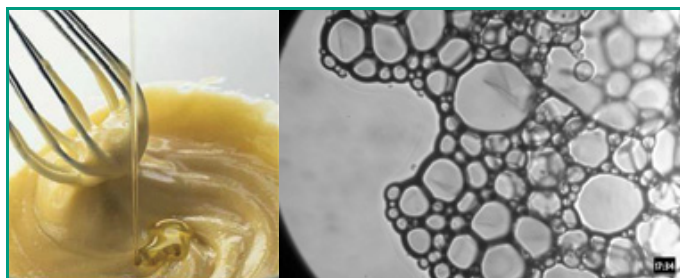


Figure 3 - La mayonnaise est typiquement un exemple de préparation alimentaire exigeant une maîtrise de la physico-chimie d'un mélange complexe qui répond aux besoins en matière de texture, goût, stabilité et conservation.

Mais au-delà de la satisfaction du scientifique, l'étude du comportement apporte un outil majeur et structurant aux industriels, car il peut aussi permettre d'influer sur les habitudes alimentaires si cela est souhaité.

### La construction des aliments

Au risque de choquer les naïfs, il faut bien affirmer que beaucoup d'aliments accessibles au consommateur sont issus de l'industrie alimentaire, qui effectue des transformations – fussent-elles celles de produits naturels – qui permettent leur transport et leur conservation. Nulle surprise alors de voir une démarche d'ingénierie se mettre en place : l'étude des propriétés chimiques et biochimiques des constituants des aliments (sous le rapport de la toxicité et de la conservation), des propriétés organoleptiques (liées à leur texture par exemple) ainsi que de l'aspect (lié à la couleur par exemple, figure 4), qui vont déterminer le comportement des consommateurs permettent la démarche d'ingénierie inverse. On définit l'ensemble des propriétés d'un aliment-cible et on remonte à la définition des constituants et du procédé qu'il faut mettre en œuvre pour obtenir le résultat recherché : la science de l'aliment est rattachée aux « systèmes moléculaires organisés » et les aliments sont un bel exemple de systèmes nanostructurés. Ce schéma reste idéal, mais les progrès de la science alimentaire le font tout



Figure 4 - La couleur joue un rôle majeur dans la reconnaissance des aliments par le consommateur : il nous semble naturel que la confiture de fraises soit rouge, que l'on puisse distinguer les bières brunes des blondes ou des rousses, et nous sommes d'autre part habitués à ce que le caramel soit de couleur brune.

© Fotolia.com/Carmen Steiner, Volff et Markus Hofmann (de gauche à droite).

de même entrer dans les pratiques de l'industrie (Monique Axelos\* et Marc Anton\*, INRA).

On devine que les critères adoptés pour ce qui est des propriétés finales des produits sont nombreux, complexes et peu accessibles au consommateur. Celui-ci parle plutôt de la « qualité » d'un aliment. Si le mot est simple, le concept en est délicat, ainsi qu'il a été analysé par Xavier Leverve\* (INRA), car très relatif. L'alimentation « de qualité » d'un esquimau (qui ne mange que du gras) n'est pas celle de l'indien (qui est végétarien). Il est trompeur d'attribuer une échelle de qualité au composant d'un aliment, car la qualité de l'aliment est celle d'un mélange complexe et dépend non seulement de la nature des composants individuels mais aussi de leurs quantités relatives et de leur organisation à l'échelle moléculaire et nanométrique (en langage à la mode). Même dans le langage, le terme de « qualité » est ambigu : il peut désigner la caractéristique objective du produit ou être associé à une échelle de valeur ; dans l'industrie, « la qualité » désigne la démarche où toutes les étapes d'un processus sont conformes à des procédures établies (les normes ISO). En pratique, on trouvera dans la réglementation la qualité d'origine, la qualité nutritive, la qualité sensorielle (aspect, arôme, saveur, texture, arrière-goût) et l'obligation d'un étiquetage qui renseigne le consommateur pour guider son achat.

Le travail de l'industrie agroalimentaire pose le délicat problème des additifs alimentaires (Gérard Pascal\*, INRA) dans lequel la chimie est directement concernée car il s'agit de molécules d'origine naturelle ou de synthèse. Que le chiffre d'affaires mondial relié aux additifs de saveur et d'arôme soit passé de 4 milliards de dollars en 1980 à 20,5 en 2008 donne une idée de l'ampleur de la question. L'emploi croissant des additifs, donc de la chimie par les industriels de l'alimentation, fait l'objet de procès d'intention de la part d'associations de consommateurs. Ceci concerne le chimiste qui se trouve alors au centre des mises en cause. La raison « officielle » de cet accroissement, c'est l'évolution des pratiques alimentaires dans le monde dont il faut se féliciter car le « citoyen du monde » se porte mieux qu'autrefois. Cependant, des soupçons sur l'innocuité des additifs sont exprimés alors même que la sévérité des autorisations d'utilisation des substances dans les aliments devrait rassurer. Mais il y a un autre, et grave, soupçon, celui de les voir jouer un rôle pernicieux : les additifs serviraient à modifier le goût du consommateur pour qu'il achète davantage et plus cher. Des expériences montrent que les consommateurs habitués aux rehausseurs de goût n'apprécient plus le produit naturel, que l'emploi excessif d'édulcorants, d'arômes (comme la vanilline, principal arôme de la vanille, qui est l'additif alimentaire le plus fabriqué au monde) ou d'additifs acides (comme le citron) agit dans le

même sens. En comparaison, la peur de certaines associations devant l'utilisation de « molécules chimiques » au lieu de « produits naturels », outre qu'elle apparaît comme totalement erronée au scientifique (une molécule est une molécule, Pierre Feillet\*), laisse échapper de réelles causes de souci. Récemment, on a vu se généraliser les « allégations-santé » par lesquelles on fait des déclarations au consommateur sur l'effet du médicament sur la santé (produits amincissants, vitalisants, anti-cholestérol, anti-carences) : encore une dérive, semble-t-il, car bien rares sont les études qui ont confirmé la réalité de ces effets.

## De l'image de la chimie au développement de la chimie dans l'agroalimentaire

Au-delà des informations passionnantes à plus d'un titre qu'on acquiert en regardant la chaîne agroalimentaire sous l'angle de la chimie, il y a lieu de se souvenir de l'objectif premier de la Fondation de la Maison de la Chimie en organisant ce colloque : favoriser l'acceptation de la chimie par nos concitoyens en la faisant mieux connaître et voir comment le thème « chimie et agroalimentaire » y contribue.

Une distinction doit d'emblée être posée : la « chimie d'observation » ne peut être contestée, mais la « chimie d'intervention » peut l'être et l'est dans une large partie du public. Dans le sujet qui nous intéresse ici, la chimie-science d'observation a fait des progrès considérables au cours des dernières décennies. Il s'agit des progrès inimaginables rappelés plus haut de l'analyse chimique – détection de traces et ultra-traces, résolution de mélanges complexes – ; qui ont permis ceux de la chimie du vivant et ouvrent la voie (encore longue) vers la compréhension totale du métabolisme. On ne peut, avec du recul, qu'être frappé devant l'incroyable complexité du vivant et l'extrême sophistication des mécanismes qui régulent son fonctionnement, et admirer le degré de compréhension auquel les scientifiques sont déjà parvenus, en particulier par la chimie, même si bien évidemment il s'agit d'un domaine qui est toujours plus sollicité et toujours en évolution.

Le problème est celui de la « chimie d'intervention ». Un exposé très complet (Pierre Stengel\*, INRA) a montré comment les défis posés à l'agriculture dans le passé pour qu'elle puisse répondre à la demande mondiale n'aurait pas été relevés sans l'appel aux intrants chimiques (pesticides et herbicides). Le proche avenir, soumis aux nouveaux défis de préservation de l'environnement, appelle bien évidemment le développement d'intrants plus spécifiques ainsi qu'une plus grande économie dans leur gestion. Les progrès de la « chimie d'observation » ouvrent des perspectives positives à la réalisation de ces objectifs. La « chimie d'intervention » se trouve aussi dans la fabrication des aliments par les fameux additifs (voir plus haut). Un exposé sur la physico-chimie de la texturation des aliments (Marc Desprairies\*, Cargill Texturizing Solutions) a montré le progrès que la science du dernier quart de siècle a fait faire à la compréhension de ces propriétés. La subtilité des effets (émulsifiants, gélifiants, épaississants) qu'on peut obtenir par la diversité des additifs employés (souvent d'origine naturelle – certaines algues par exemple, figure 5) peut être adaptée à une large palette de demandes. Tout annonce l'accroissement du recours aux additifs, qu'ils soient de texturation, d'arôme ou de goût (Patrick Étievant\*, INRA), d'aspect ou de conservation. Les progrès de la « chimie



Figure 5 - Les carraghénanes, agents de texturation de type polysaccharides extraits d'algues, peuvent être utilisés pour fabriquer des jellies, ces desserts à l'eau, souvent très colorés, qui font les délices des enfants dans le monde entier (sauf en France !). © Algaebase/M.D. Guiry.

d'observation » seront sans nul doute mis à profit pour l'invention de nouveaux additifs pour ces propriétés, à l'instar de ce qui a été illustré pour les colorants (Sylvain Guyot\*, INRA).

On a vu la force des contraintes qui pèsent sur l'industrie agroalimentaire quant à la sécurité de ses produits. On a compris également les contraintes du marché (poussé par la concurrence et les actionnaires), qui conduisent au constant renouvellement des produits offerts au consommateur et à une démarche de séduction-fidélisation de celui-ci. Mais ce qui reste permanent dans la chaîne agroalimentaire, on l'a dit mais il faut le répéter, c'est l'impératif catégorique du respect absolu de la non-toxicité des produits finaux. La maîtrise de la toxicité est devenue si importante, qu'elle a pris les dimensions d'un nouveau domaine scientifique – qui reste

encore largement à développer. Naguère élaboration systématique de fiches d'essais codifiés sur animaux de laboratoire, fiches qui ne prévoyaient que des situations types, peu nombreuses et diversement représentatives de l'exposition au danger, la toxicologie dispose maintenant des acquis et des promesses de la chimie du vivant, dans ses composantes « chimie d'observation » et « chimie d'intervention ». Un champ quasi infini s'ouvre alors aux études : toxicité de milliers de molécules, seules ou en « cocktails », appréciation de l'effet de la biodisponibilité des molécules, des doses absorbées alors que les réactions des individus sont largement spécifiques et ne peuvent être toujours généralisées.

S'il y a une conclusion unique à mettre en avant de ces réflexions, c'est que non seulement il faut se féliciter qu'il y ait de la chimie dans l'agroalimentaire, mais encore que le développement des recherches en chimie du vivant ressort comme une ardente obligation. Bien évidemment, les scientifiques sont prêts pour ces évolutions, mais l'industrie l'est aussi ainsi que le montre l'initiative « Corporate responsibility in the food industry » présentée lors des conférences de la profession, comme les conférences Anuga<sup>(2)</sup> (voir la réunion de Cologne 2009 par exemple).

**Notes**

- \* Intervenant au colloque.
- (1) Le programme est disponible sur [www.maisondelachimie.asso.fr/colloques/chimie-et-alimentation](http://www.maisondelachimie.asso.fr/colloques/chimie-et-alimentation).
- (2) [www.anuga.com](http://www.anuga.com)

## L'Actualité Chimique développe sa collection de livres !



Janvier 2010  
978-2-7598-0488-7  
182 pages (en couleur, illustré)  
19 €



**À paraître :  
La chimie et l'art**

Août 2009  
978-2-7598-0426-9  
208 pages (en couleur, illustré)  
24 €

**BON DE COMMANDE**  
à renvoyer à :  
EDP Sciences - BP 112  
91944 Les Ulis Cedex A



Titre (s)	Prix Spécial SCP	Quantité	Total
La Chimie et la Santé	18,05 €	X .....	= .....
La Chimie et la Mer	22,80 €	X .....	= .....
<b>Frais de port*</b>			
France métropolitaine	+ 4 €		
DOM et Europe	+ 7 €		
TOM et reste du monde	+ 9 €		
	1 livre	2 livres	3 livres
	+ 5 €	+ 6 €	+ 7 €
	+ 9 €	+ 11 €	+ 13 €
	+ 12 €	+ 15 €	+ 18 €
	4 livres	5 livres ou plus	
		<b>Gratuit</b>	<b>+ .....</b>
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>			<b>= .....</b>

\* Aucune commande ne pourra être expédiée sans ajout des frais de port.

AC\_Avril10s2010

Nom / Prénom : \_\_\_\_\_  
 Adresse : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Code Postal : \_\_\_\_\_ Ville : \_\_\_\_\_ Pays : \_\_\_\_\_

**Paiement au choix :**     par chèque à l'ordre d'EDP Sciences (à joindre à la commande)    Date: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
 par carte bancaire :     Visa     Eurocard     American Express    Signature: \_\_\_\_\_  
 N° de carte : \_\_\_\_\_  
 Date d'expiration : \_\_\_\_ / \_\_\_\_    CCV (3 derniers chiffres au dos de la carte) : \_\_\_\_\_