



Pierre Feillet

Nos
aliments
sont-ils
dangereux

?

60
clés pour
comprendre
notre
alimentation

éditions
Quæ

Nos aliments sont-ils dangereux ?

60 clés pour comprendre notre alimentation

Dans la même collection

Les insectes ont-ils un cerveau ?

200 clés pour comprendre les insectes

Vincent Albouy, 2010, 200 p.

Toutes les bières moussent-elles ?

80 clés pour comprendre les bières

Jean-Paul Hébert et Dany Griffon, 2010, 224 p.

Le loup hurle-t-il à la lune ?

180 clés pour comprendre les carnivores

Luc Chazel, 2011, 216 p.

Du même auteur

Éditions Inra

***Le grain de blé, composition et utilisation* (2000)**

***Le bon vivant, une alimentation sans peur et sans reproche* (2002)**

Éditions Le Pommier

***Peut-on encore manger sans peur ?* (2003)**

Éditions Quæ

***La nourriture des Français, de la maîtrise du feu aux années 2030* (2007)**

Éditions Belin - Pour la science

***OGM, le nouveau Graal ? Dialogue à quatre voix* (2009)**

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

© Éditions Quæ, 2012

ISBN : 978-2-7592-1667-3

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Pierre Feillet

**Nos
aliments
sont-ils
dangereux**

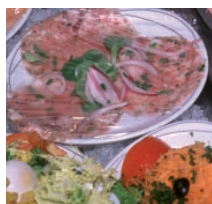
60
clés pour
comprendre
notre
alimentation

Éditions Quæ

Table des matières



Avertissement	7
Introduction	9
Que croire pour bien se nourrir ?	15
Que penser des aliments biologiques ?	51
Nos aliments sont-ils dangereux ?	69
Les microbes font-ils bon ménage avec nos aliments ?	93
Faut-il interdire les pesticides et les herbicides ?	111
Les OGM alimentaires sont-ils un espoir ou une menace pour l'humanité ?	131
Les agriculteurs pourront-ils nourrir neuf milliards d'hommes ?	149
Comment se nourrir « durablement » ?	189
Demain, comment mangerons-nous ?	205
60 clés pour comprendre notre alimentation	236
Crédits iconographiques	239



Ampélographie.



J. Troncy

IMP. P. CHAMPAGNE, Paris

Savagnin rose

Avertissement

La rédaction de cet essai repose sur l'analyse de nombreuses sources. Quelles sont-elles ? L'option retenue a été de considérer que les données et les commentaires faisant l'objet d'un consensus de la majorité des analystes et des scientifiques, tel qu'il s'exprime au sein des Académies (des sciences, des technologies, de médecine, de pharmacie, d'agriculture), dans les expertises collectives des grands organismes de recherche, dans les rapports des agences françaises et internationales, notamment de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), sont plus proches de la vérité que ceux avancés par des « spécialistes » dont les prises de position sont très minoritaires.

On peut critiquer cette approche en estimant qu'un expert isolé peut avoir raison contre tous, ce qui n'est pas faux. Mais on peut aussi la défendre en faisant observer que tout le monde n'est pas Galilée, ce grand astronome qui ne mettait pas la Terre au centre du monde, contrairement à ce que pensaient les savants de son époque, ou Louis Pasteur, qui affirmait son opposition au dogme de la génération spontanée selon lequel la vie pouvait naître d'un milieu inanimé. Deux positions que plus personne ne réfute aujourd'hui et qui vont pourtant à l'encontre du bon sens puisque nous observons tous que le soleil fait le tour de la Terre, se levant le matin à l'est et se couchant le soir à l'ouest, et que les souris apparaissent dans des sacs de blé et les « animalcules » dans de l'eau croupissante.

Une autre option eut été de passer au crible de l'évaluation scientifique les arguments avancés par des chercheurs qui revendiquent des points de vue différents, sinon radicalement opposés. Mais cet exercice serait illusoire car la confrontation scientifique, utile et nécessaire, et au demeurant permanente, obéit à des règles qui lui sont propres et ne se prête pas plus à une présentation à livre ouvert qu'à un débat télévisé. À moins d'être expert en la matière, comment entrer dans des controverses qui portent sur les modalités d'acquisition des données (les chiffres présentés ont-ils été obtenus selon des protocoles adaptés et bien conduits ?) et de leur analyse (les méthodes statistiques d'interprétation des données sont-elles appropriées ?).

Aussi, ce que relate cet ouvrage, c'est ce que croit la majorité des agronomes, des diététiciens, des biologistes, des sociologues et des économistes. Pas toujours l'immense majorité, encore moins la totalité, seulement la grande majorité. Mais n'est-ce pas déjà suffisant pour y prêter attention ! Et pour lire les pages qui suivent avec un esprit critique, ouvert, généreux, acceptant avec le physicien Louis Leprince-Ringuet que « les faits ont toujours raison ». Tout en permettant à l'auteur d'exprimer, parfois, ses propres convictions.

Introduction

Cet essai n'est pas un manuel de nutrition et de toxicologie qui expliquerait les dangers qui nous guettent dans notre assiette et comment bien manger pour rester en bonne santé. Ce n'est pas un cours de géopolitique sur les forces qui concourent à assurer la sécurité alimentaire de la planète. Encore moins un traité d'économie analysant les mécanismes de formation du prix des aliments et les bases de la compétitivité de l'agriculture et de l'industrie alimentaire. Pas davantage un précis de sociologie où seraient disséqués les comportements des Français. Son ambition est à la fois plus modeste et plus vaste : il vise à répondre aux questions que se posent les Français sur les multiples facettes du système qui contribue à leur alimentation et à celle des habitants de notre planète.





Ces questions sont nombreuses parce que l'alimentation met en jeu des intérêts économiques, sociaux et politiques considérables. Ce n'est pas nouveau. Déjà, les pharaons asseyaient leur pouvoir sur le contrôle des stocks de blé. Quelques millénaires plus tôt, le passage d'une civilisation de nomades à celles de paysans sédentaires s'était appuyé sur la naissance de l'agriculture dans le croissant fertile de la Mésopotamie.

Dès lors, grâce aux labeurs de paysans chargés de nourrir leurs peuples, du temps est libéré pour d'autres hommes qui se regroupent dans les villes et imaginent

une nouvelle répartition des tâches au sein de la cité. Les prémices des civilisations futures se mettent en place. En ce début du xx^e siècle, l'alimentation reste au centre de luttes de

pouvoir entre les pays pauvres,

les pays riches et les grands groupes industriels. Rien qu'en France, ce sont des millions de personnes qui contribuent directement ou indirectement à assurer notre nourriture. On ne doit donc pas s'étonner que l'alimentation soit l'objet de débats passionnés touchant à des domaines aussi divers que la diététique, les risques sanitaires, le prix des aliments, les plaisirs de la table, la faim dans le monde, les échanges internationaux, les gaz à effet de serre, les pesticides, les OGM, les biocarburants...

Le mieux disant nutritionnel finit par obséder nos concitoyens. Ce qui les stresse et les rend malades, ce n'est pas ce qu'ils mangent, c'est la peur de ne pas manger comme ils devraient ! Les Français ont compris qu'une bonne alimentation est gage d'une meilleure santé, qu'il faut manger « équilibré et varié » et que cinq fruits ou légumes tous les jours ne peuvent faire que du bien. Pourtant, entendant des messages souvent discordants, ils sont nombreux à se demander s'il ne faut pas remplacer le lait de vache (il serait cancérigène) par du « lait » de soja, s'il est bien sage de réunir des amis autour d'un barbecue (également cancérigène), s'il est encore possible de se faire un petit plaisir en mangeant une mousse au chocolat (gare au mauvais cholestérol), si un verre de vin à chaque repas ne diminue pas l'espérance de vie. Des nutritionnistes

leur expliquent que les aliments industriels, bourrés de produits chimiques, les tuent à petit feu et ils s'en inquiètent. Les Français observent que la frontière entre les aliments et les médicaments s'estompe et beaucoup s'en alarment. On leur répète à longueur de publicité qu'il existe des aliments pour les faire maigrir, réduire les risques de cancer, voire améliorer les aptitudes cognitives de leurs enfants. Rien ne vaudrait mieux qu'une bonne margarine ou qu'un bon yaourt pour se protéger des accidents cardio-vasculaires et cérébraux. Qu'en est-il vraiment ?

Les Français gardent la mémoire de crises sanitaires encore récentes. Ils ont peur de nouvelles affaires et ne comprennent pas que les progrès de la science et de la technologie ne les protègent pas contre les intoxications alimentaires. En même temps, ne craignant pas le paradoxe, ils vantent les mérites d'une alimentation « naturelle » et sont très méfiants vis-à-vis des pratiques agricoles et industrielles issues des laboratoires de la recherche académique et privée, notamment vis-à-vis des OGM qu'ils récusent très majoritairement. Oubliant que possédant dans leur cuisine des machines de plus en plus perfectionnées (four à micro-ondes, plaque chauffante à induction, four programmable, robot multifonctions, machine à café sous haute pression, congélateur), ils sont les premiers utilisateurs des nouvelles technologies. Comment concilier peurs des nouvelles technologies et peurs d'aliments corrompus ?

Les Français ne comprennent pas pourquoi le prix des produits agricoles ne permet pas aux agriculteurs de vivre correctement de leur travail. Ils observent que le caddie qu'ils remplissent dans les supermarchés est de plus en plus en cher, au point pour certains de devoir se restreindre, alors que leur attention est régulièrement attirée sur le malaise des producteurs de lait, des éleveurs de porcs, des maraîchers et des arboriculteurs. Où passe donc l'argent de leurs courses ? Qui en profitent sur le dos des agriculteurs, des éleveurs et du leur ?

Les Français s'inquiètent de la manière dont les agriculteurs et les industriels produisent les aliments. L'étroite relation nouée par la France paysanne avec son alimentation s'est progressivement estompée. Comment, en effet, s'y retrouver au sein d'un système qui, avec plus d'un million d'entreprises, assure les besoins quotidiens des Français en aliments et organise la manière dont ils se nourrissent ? Sans parler de la toute puissance des grandes enseignes de distribution. Le

pouvoir des grands groupes alimentaires, dont le marketing est prêt à leur faire tout avaler, les effraie. Les paysans d'autrefois, respectueux de la nature, disparaîtraient au profit d'agriculteurs pollueurs ayant pour seul souci de produire toujours plus en utilisant sans retenue pesticides, engrais chimiques et semences manipulées. Pas besoin d'être grand savant pour comprendre que l'agriculture biologique finira par s'imposer, selon ses défenseurs, face aux autres formes d'agricultures, toutes plus ou moins productivistes. En sont-ils bien sûr ?

Les Français se demandent si la planète pourra nourrir deux milliards d'humains en plus, alors qu'aujourd'hui près de 15 % d'entre eux ne mangent pas à leur faim. Comment doubler la production agricole, notamment de céréales, entre 2010 et 2050 pour satisfaire les besoins alimentaires des neufs milliards d'habitants dont le désir de viande accroîtra très significativement la consommation de produits végétaux par les animaux ? La sécurité alimentaire serait si menacée qu'il faudrait réduire drastiquement les naissances, seul moyen d'éviter de nouvelles et encore plus dramatiques émeutes de la faim. Malthus est de retour. D'autres, plus optimistes, imaginent que l'effet combiné du volontarisme politique et des avancées techniques permettront d'assurer la sécurité alimentaire de la planète et que, dans la nouvelle donne qui se dessine, les OGM sont l'un des atouts de leur jeu.

Les Français ont bien compris que les réserves pétrolières s'épuisent, que les énergies renouvelables doivent progressivement prendre le relai des énergies fossiles et que les biocarburants pourraient remplacer en partie l'essence et le gazole dans les réservoirs de nos voitures. Mais en même temps, ils acceptent mal cette nouvelle concurrence qui s'installe entre l'utilisation des terres à des fins alimentaires et non alimentaires. Est-il bien raisonnable, n'est-il pas irresponsable de transformer la « biomasse » agricole (plantes sucrières, plantes à huiles, céréales) en alcool et en biodiesel ?

Les Français ont peur pour leur patrimoine culinaire. Ils craignent que leurs habitudes alimentaires ne se fondent dans un monde uniformisé qu'auraient déserté les plaisirs et la convivialité de la table. Doivent-ils dire adieu à la bonne chair, aux petits plats cuisinés que faisaient si bien leur mère et leur grand-mère, à une alimentation festive, aux repas en famille ou entre amis ? On leur prédit une déstructuration des repas et la généralisation du grignotage à l'encontre des observations



des sociologues qui estiment que le modèle français est « robuste » et n'est pas près de rejoindre celui des États-Unis. L'avenir n'appartiendrait-il plus aux faiseurs de rêve, grandes toques étoilés et cuisiniers du dimanche ? C'est à ces questions que les pages qui suivent veulent répondre.

Que croire

pour bien se nourrir ?



Un aliment a plusieurs visages. Pour les diététiciens, il sert de nourriture à un être vivant : c'est un terme générique qui désigne les matières, quelle qu'en soit la nature, que l'on mange pour se nourrir (aliments d'origine végétale et animale, boissons, condiments et assaisonnements). Pour les sociologues, c'est un produit culturel marqué par l'histoire, les religions, l'éducation et la société qui se consomme sous des conditions qui varient avec les époques, les régions et les situations sociales. Pour les physico-chimistes et les biologistes, c'est un produit hétérogène caractérisé par sa valeur nutritionnelle, son aspect, sa texture, son goût, son arôme, ayant généralement subi des traitements biologiques, chimiques et physiques.

En matière de nourriture, rien n'est simple. Pour le bénéfice de notre santé, nous expliquent les responsables du plan national nutrition santé (PNNS), il faut manger quotidiennement trois produits laitiers, au moins cinq fruits et légumes, une ou deux portions de viande, de volaille, de produits de la pêche ou d'œufs, des féculents (pains, céréales, pommes de terre, légumes secs) à chaque repas, selon l'appétit, boire de l'eau à

volonté, évitez de manger trop gras, trop sucré, trop salé. Sans oublier de faire un peu de sport, l'équivalent — au moins — d'une demi-heure de marche rapide tous les jours. Et pourtant, les Français sont désorientés face aux messages qui les touchent presque quotidiennement : « attention, le lait est dangereux », « les viandes cuites au barbecue sont cancérigènes », « évitez le grignotage », « ne mangez pas trop salé », « bannissez les corps gras de votre alimentation », « ne buvez pas trop d'eau », « le vin est nuisible pour la santé », « pour protéger votre cœur, buvez deux verres de vin chaque jour », « privilégiez les aliments contenant des antioxydants », « vive les oméga 3 ! », « méfiez-vous des aliments industriels ». Autant de recommandations, certaines contradictoires, et il y en a bien d'autres, qui nous atteignent régulièrement. Les mères de famille ne savent plus où donner de la tête. Les médecins eux-mêmes — mais bien peu ont suivi une formation en nutrition — délivrent des messages différents.

Les porteurs de ces messages sont divers, pas toujours désintéressés : les pouvoirs publics, les instituts de recherche, les associations de producteurs qui soutiennent leur filière (viande bovine, lait, fruits, légumes), les industriels qui vantent la valeur santé de leurs produits, les journalistes de la presse écrite (en particulier les journaux féminins) et audiovisuelle, les médecins et les diététiciens (pas toujours d'accord entre eux), les tenants de l'alimentation naturelle ou de l'instinctothérapie et, bien sûr, le réseau internet où chacun trouve ce qu'il cherche.

Ces signaux contradictoires nous embrouillent. Ainsi, en 2009, deux chercheurs américains de l'université de Pennsylvanie contestent la recommandation de consommer au minimum 1,5 litre d'eau par jour, conseillent de « boire à sa soif pour se sentir bien » et estiment que boire beaucoup tend à diminuer le pouvoir filtrant des reins. Leur message est immédiatement repris : « boire de l'eau devient dangereux ! » Les thèses développées sur les dangers du lait se répandent : les Français entendent qu'il faut exclure les produits laitiers de leur alimentation. Des officines vantent les mérites de régimes minceurs qui, pourtant, une fois abandonnés, se soldent par un retour au poids initial, sinon à son dépassement. D'autres recommandent l'exclusion de nombreux aliments de la diète alimentaire — en contradiction avec la nécessité d'une alimentation équilibrée — exposant à des carences ceux qui les suivent et mettant en danger la santé d'autrui, en toute impunité.

On ne trouvera pas dans les pages qui suivent des « trucs » pour « bien manger sans grossir » ou pour « maigrir en se faisant plaisir ». On y trouvera des réponses aux questions qui reviennent régulièrement dans les conversations.

1 Peut-on boire du lait ?

À en croire certains (on nous permettra de ne pas citer leurs ouvrages car leur contenu nous semble une atteinte à la santé publique), le lait n'aurait aucun bienfait nutritionnel. Au contraire, sa consommation excessive serait la cause de maladies auto-immunes (problèmes articulaires, sclérose en plaques), de cancers (du sein, de la prostate), d'asthme, de diabète et de troubles cardio-vasculaires. En bref, de tous les maux. D'ailleurs, pourquoi en boire ? Les laitages ne préviendraient pas l'ostéoporose et il existe bien d'autres sources de protéines. Il faut donc éviter d'en consommer car le lait animal est une matière étrangère pour l'homme. Et le remplacer par du « lait » de soja !

Les arguments avancés par les détracteurs du lait sont nombreux : idéologiques, en faisant le procès des lobbies agricoles et industriels qui feraient fortune sur le dos de la santé des consommateurs ; historiques, en replaçant la consommation du lait aux origines de l'humanité et en comparant nos comportements à ceux des autres mammifères ; scientifiques, en s'appuyant sur l'analyse de publications parues sur le sujet. Répondons rapidement aux deux premiers arguments, avant de réfuter plus longuement le troisième.

Premier argument : les grands industriels laitiers, avides de gains, ont su convaincre la population et les scientifiques qu'ils financent des bienfaits d'un produit qui est l'une de leur



principale source de revenus. On ne pourrait qu'en être persuadé quand on sait que l'industrie laitière représente 20 % du chiffre d'affaires de l'industrie alimentaire de notre pays et qu'elle doit tout à ces Français qui consomment chacun en moyenne l'équivalent d'un litre de lait par jour (en y incluant le lait — 45 litres par an —, les fromages, les produits frais, la crème et le beurre). On répondra que chacun peut avoir son avis sur la société dans laquelle nous vivons et reste libre de faire le procès des grands groupes industriels, mais que cette théorie du complot ne tient pas : les hommes buvaient des quantités importantes de lait bien avant l'économie capitaliste et l'existence des industries alimentaires, ceux qui vivaient dans l'ex-Union soviétique ne s'en privaient pas non plus. Cet argument idéologique n'appelle pas davantage de commentaire.

Deuxième argument : l'homme est la seule espèce du monde animal à consommer du lait après son sevrage. Boire du lait enfant, adolescent ou adulte est donc un comportement qui va contre les règles de la nature et qu'il faut proscrire : le lait ne convient qu'aux bébés des animaux, et donc des humains. À cette affirmation, on pourrait déjà répondre que les hommes marchent sur deux jambes et que c'est un acte contre nature puisque les mammifères sont des quadrupèdes ! C'est, bien sûr, une réponse insuffisante et il nous faut davantage argumenter. Si nous ne devons pas boire de lait, c'est parce que le système digestif de notre espèce n'aurait pas eu le temps de s'adapter « génétiquement » en quelques dizaines de millénaires à des pratiques alimentaires si différentes de celles des autres primates. Notre patrimoine génétique serait dépourvu des informations nécessaires à la fabrication des enzymes indispensables à l'assimilation des produits laitiers (une enzyme est une protéine possédant la propriété de catalyser spécifiquement une réaction chimique). Cette hypothèse, à première vue séduisante, est une affirmation gratuite que n'étaye aucune étude comparée du patrimoine héréditaire des mammifères. Il n'est pas une analyse génétique ou physiologique sérieuse qui permette d'affirmer que les humains ne sont pas capables de digérer le lait, à l'exception pour une partie de la population de la digestion du lactose, sur laquelle nous reviendrons.

Troisième argument : des études scientifiques ont démontré la dangerosité du lait. Ses protéines sont allergéniques, son principal sucre — le lactose — n'est pas digéré par une grande

partie de l'humanité, sa teneur très élevée en calcium est dangereuse, ses nombreuses hormones dérèglent notre système endocrinien et immunitaire, ce qui favorise l'apparition de cancers. Tout n'est pas faux dans cette liste, mais tout n'est pas exact : il est vrai que certaines protéines du lait sont allergéniques, il est vrai qu'une partie de l'humanité digère mal le lactose, mais il est faux que le lait contienne trop de calcium, ou que la consommation de lait dérègle le fonctionnement des systèmes endocriniens et immunitaires humains.

L'allergie aux protéines du lait est bien documentée. Le lait est le premier des allergènes touchant les jeunes enfants, près de 3 %, mais heureusement cette allergie disparaît souvent spontanément vers l'âge de 2 ou 3 ans quand le système immunitaire s'est bien développé. Mais elle touche aussi les adultes, beaucoup plus rarement. Elle découle d'une hypersensibilité aux protéines contenues dans le lait, principalement les plus abondantes comme la caséine (c'est la protéine qui forme le « caillé », première étape de la fabrication des fromages). En cas de consommation, même en très faible quantité, les signes cliniques sont nombreux : éruption cutanée, gêne respiratoire, voire un choc anaphylactique. Contrairement à une idée assez répandue, le lait de chèvre ou de brebis n'est pas un bon substitut pour les personnes allergiques au lait de vache.

L'intolérance au lactose n'est pas une allergie, c'est un problème digestif. Elle est provoquée par l'absence d'une enzyme, la lactase, capable de couper la molécule de lactose en deux : une molécule de glucose et une molécule de galactose, l'une et l'autre très bien assimilées. En absence de lactase, le lactose est partiellement transformé en gaz par les microorganismes du tube digestif, provoquant inconfort, ballonnement, diarrhée. Contrairement aux allergies, la prise de très petites quantités de lactose ne génère pas de symptômes cliniques. Ce n'est que depuis quelques milliers d'années que des humains possèdent le gène leur permettant de fabriquer de la lactase. On imagine aisément l'avantage compétitif que ce gène a donné aux nomades qui en ont hérité, eux qui pouvaient alors se nourrir du lait de leurs troupeaux tout en parcourant les steppes. Actif chez les bébés, ce gène peut ne pas s'exprimer chez les adultes : une situation fréquente en Asie.

Quand on lit que le lait est dangereux parce qu'il contient trop de calcium, on croit rêver. Tous les médecins le disent, le lait et le fromage sont les principales sources de calcium de notre alimentation. Ils assurent la moitié des besoins des Français.

Ce calcium, nous en avons besoin — environ 700 mg par jour chez l'homme adulte — pour accroître la densité minérale osseuse, et donc la solidité et la rigidité des os. À part le lait, il y a peu d'aliments riches en calcium comme les fruits secs et les choux. Il est donc difficile de satisfaire ses besoins en calcium si on se prive de produits laitiers.

Il est exact que le lait frais contient des hormones et des facteurs de croissance (œstrogènes, prolactines et bien d'autres). Elles sont utiles aux veaux nourris sous leur mère. Ce n'est plus vrai dans le lait UHT (un lait soumis quelques secondes à 140 °C) car la chaleur détruit les activités biologiques. Le lait de ferme serait-il dangereux ? Pas davantage car les quantités d'hormones fabriquées par notre corps sont sans commune mesure avec celles présentes dans le lait. Enfin, il faut rappeler que l'usage de l'hormone de croissance bovine destinée à doper la production de lait d'une vache est strictement interdit en Europe. Il n'y a donc aucun risque de retrouver cette hormone dans nos laitages. Quant aux effets cancérogènes provoqués par des dérèglements du métabolisme des « buveurs de lait », on cherche en vain des travaux en apportant la preuve. Tout juste suspecte-t-on que la consommation de très grosses quantités de lait, bien au-delà des pratiques habituelles, pourrait accroître le risque de cancer de la prostate.

À propos de risques hormonaux, parlons un peu du « jus de soja », que les contempteurs du lait appellent improprement et illégalement « lait

*La soupe au lait
de Kappel (1869),
peinture d'Albert Anker
(1831-1910)*



Une soupe bien réconfortante pour des guerriers qui cherchent à faire le plein d'énergie.

de soja » et proposent en substitut. Sur des sites naturalistes, sa consommation est vivement recommandée, tout spécialement aux femmes, car « il possède un grand nombre de composants du lait de vache, pas de calcium et des quantités importantes de phyto-œstrogènes ». C'est vrai que le jus de soja (un extrait aqueux de la graine de soja clarifié par centrifugation) contient des protéines de bonne qualité alimentaire, même si elles ne sont pas aussi équilibrées en acides aminés indispensables que les protéines du lait ; c'est vrai que le jus de soja ne contient pas de calcium (conscient des problèmes nutritionnels posés par cette absence, des industriels complètent leurs produits) ; c'est vrai que le jus de soja contient des quantités importantes de phyto-œstrogènes. Et c'est donc bien en raison de cette composition qu'il ne peut en aucun cas remplacer le lait de vache. Et qu'une consommation excessive peut — contrairement au lait de vache — avoir des incidences physiologiques négatives. Consommer des quantités importantes de phyto-œstrogènes, sans contrôle médical, n'est pas anodin pour la santé !

Oui, on peut encore boire et manger des produits laitiers. Trois portions par jour sont même recommandées. La composition très équilibrée du lait plaide en faveur de sa consommation : s'en priver n'est pas conseillé. À moins d'être intolérant au lactose — dans ce cas, un yaourt fera l'affaire car les bactéries lactiques qu'il contient vont faciliter son assimilation — ou d'être allergique aux protéines du lait.

2 Les produits naturels sont-ils meilleurs pour notre santé ?

Les adeptes de l'alimentation naturelle font leur l'acte de foi de Jean-Jacques Rousseau : « Tout est bien sortant des mains de la Nature, tout dégénère dans les mains de l'Homme. » Pour eux, qui recommandent la consommation de nourritures peu ou pas transformées car ils les jugent meilleures pour la santé que les produits « industriels », ce qui est contre-nature est intrinsèquement mauvais. Ils ne sont pas nécessairement végétariens, et pas davantage végétaliens, et apprécient les aliments issus de l'agriculture biologique. Leur *credo* est que seuls sont sains les aliments ayant subi après récolte le minimum de transformations industrielles et dépourvus d'additifs alimentaires. À la farine blanche fabriquée dans de puissantes meuneries industrielles, ils préfèrent la farine de grain entier

moulu sur pierre, à la baguette vendue dans les « points chauds » le pain complet au levain, au sucre blanc le miel et les fruits séchés, aux matières grasses industrielles (huiles, margarine) l'huile de première pression à froid, aux viandes grasses les végétaux riches en protéines (légumineuses, noix, graines de quinoa), aux fruits et légumes surgelés et en conserve les fruits et légumes frais mangés crus ou légèrement cuits, aux boissons gazeuses l'eau pure et les jus de fruits frais. Manger naturel, ce n'est pas suivre un régime, c'est bien choisir ces aliments et, pourquoi pas, en consommer de moins traditionnels comme des graines germées, des algues, de l'amarante, du millet, du pollen, du jus de légumes pourvu qu'ils n'aient pas subi de transformations inutiles et nuisibles.

Certains vont plus loin, considérant que la cuisson dénature les aliments et qu'il faut manger cru. Ce sont des puristes de l'alimentation naturelle qui préconisent de faire confiance à nos instincts. Ils refusent les préparations culinaires, même les moins élaborées. Faire cuire des pommes de terre dans l'eau bouillante, c'est leur faire perdre leurs qualités premières, oubliant que l'homme digère fort mal l'amidon cru. L'espèce humaine a rompu le pacte qui lie chaque animal à la nature pour le plus grand bien des deux le jour où, ayant appris à maîtriser le feu, elle a fait cuire les plantes et les chairs que ses ancêtres — il y a 500 000 ans — consommaient crues. Génétiquement programmée pour manger cru, elle n'a pas eu le temps de se « reprogrammer » pour manger cuit : son système digestif n'est pas adapté à l'assimilation de produits cuits. Peu importe ce qu'en disent les nutritionnistes et les centaines de milliers d'années d'histoire durant lesquelles les hominidés — notre famille — ont fait cuire leurs aliments : les « instinctothérapeutes » sont sûrs de leur fait. Les primates ont survécu dans leur milieu naturel depuis des millions d'années, l'espèce humaine ne survivra que si elle fait de même et revient aux pratiques alimentaires de ses lointains cousins. Et si certains se plaignent, après avoir essayé de manger « cru », de mal supporter l'absence de cuisson, il leur sera répondu qu'en raison de la dérive de notre alimentation, notre flore intestinale a elle aussi évolué. Il faut donc lui laisser le temps de s'adapter et ne revenir que progressivement à une diète composée exclusivement de produits crus.

Sans rejoindre ces vues extrêmes, pour ne pas dire extrémistes, le courant de pensée « naturaliste » porté par de nombreux sites sur le web séduit une partie de la population. Le « naturel »

fait si bien recette — pour de nombreux Français, aliment naturel est synonyme d'aliment sain et bon pour la santé — que les grands groupes de l'industrie alimentaire flirtent avec lui, le détournant de son acception d'origine et se contentant de le suggérer plutôt que de l'afficher, se sachant incapables de justifier cette appellation.

Les pouvoirs publics se sont essayés à mettre un peu d'ordre en la matière. Si l'on considère qu'un aliment naturel est un aliment tel que la nature le met à notre disposition, sans que la main de l'homme n'intervienne pour le modifier à l'un ou l'autre des stades de sa production et de sa transformation, seuls le lait maternel, les produits de cueillette (fruits rouges, champignons), de la chasse et de la pêche mériteraient le qualificatif de naturel (mais le sont-ils vraiment : les sociétés de pêche et de chasse ne procèdent-elles pas à des lâchers de poissons dans les rivières et de gibiers dans les bois, le lait maternel ne contient-il pas des résidus de pesticides ?). Il n'est pas en effet une plante cultivée ou un animal domestiqué dont les généticiens n'aient pas modifié le patrimoine génétique. Mais ce n'est pas cette acception qui est retenue par les pouvoirs publics. Précisant qu'il ne faut pas confondre les notions de « naturel » et de « traditionnel » et que le terme « aliment naturel » n'a pas de définition réglementaire, ni en France, ni ailleurs en Europe, ils considèrent que le terme naturel doit être réservé à des denrées alimentaires provenant de la nature et présentées à la vente en l'état ou après une transformation mécanique n'entraînant pas de modification profonde (aliments parés, tranchés, hachés, épluchés, broyés), ayant éventuellement subi une stabilisation (par le froid, la chaleur, une atmosphère protectrice), une cuisson, une fermentation, un emprésurage (action consistant à ajouter de la présure au lait pour fabriquer du fromage), une torréfaction ou une infusion. Par contre, l'utilisation de procédés — tels que la synthèse chimique, l'interestérification, l'hydrogénation, l'ionisation, la lyophilisation, le génie génétique, l'ultrafiltration — qui modifient les caractéristiques essentielles du produit fait perdre aux denrées alimentaires le bénéfice de leur valorisa-

Boletus edulis,
le cèpe
de Bordeaux



tion sous l'appellation « naturel ». Néanmoins, l'origine naturelle des arômes et des additifs alimentaires obtenus par des procédés physiques, y compris l'extraction par solvant et la distillation, ou par des procédés traditionnels de fabrication des aliments peut être revendiquée.

Face à l'ambiguïté de cette position, il est légitime de se demander si le terme « aliment naturel » a un sens et s'il n'est donc pas abusivement utilisé par tous ceux qui se l'approprient, que ce soit de grands industriels ou des artisans proches d'associations amies de la nature. Avec cette locution et son impossible définition, ce que veulent signifier les partisans d'une alimentation naturelle, c'est qu'ils n'apprécient pas l'intrusion des nouvelles technologies pour fabriquer leurs aliments. Les « manipulations » industrielles, en particulier l'ajout de produits chimiques fabriqués par l'homme, artificiels, sont *a priori* dangereux pour la santé. Il est un postulat qui n'a pas à être démontré : « ce qui est naturel est bon, ce qui est artificiel est mauvais ». À cet acte de foi, les diététiciens ne peuvent rien. Chacun est libre de se nourrir selon sa culture et ses convictions. Les consommateurs ont leurs raisons que la raison ne connaît pas de préférer les « aliments naturels » aux « aliments industriels », sans pouvoir dire précisément ce qui distingue les premiers des seconds.

Il est, par contre, une question à laquelle les diététiciens peuvent répondre : une « alimentation naturelle » telle que nous venons d'en cerner les limites est-elle meilleure pour la santé que celle qui ne le serait pas, faite d'aliments en provenance des usines de l'industrie alimentaire ? Très clairement, leur réponse est « non ». Il n'est d'ailleurs point besoin d'être un grand savant pour se méfier des champignons mortels et des baies sauvages qui tordent les intestins, produits naturels s'il en est ! Les animaux eux-mêmes « savent » que la nature n'est pas toujours bienfaisante, eux dont l'instinct leur permet de faire le tri entre ce qui nourrit et ce qui rend malade. Illustrons ce « non » par plusieurs exemples.

L'histoire de l'alimentation nous apprend que c'est en traitant des produits « naturellement toxiques » que les hommes ont rendu comestibles des produits qui ne l'étaient pas. Le manioc est un bon exemple. Sa racine, l'une des bases de l'alimentation traditionnelle au Brésil, est dangereuse à l'état cru car elle contient de l'acide cyanhydrique, une molécule très toxique. Quand le manioc est « doux », il suffit de le cuire pour supprimer tout danger. Mais quand il est « amer », ce qui est le plus

fréquent, il ne peut être consommé qu'après avoir été soumis à une fermentation. Celle-ci est encore réalisée dans les villages, mais elle est également pratiquée dans des ateliers de transformation. Que vaut-il mieux manger : du manioc amer « naturel » ou du manioc amer modifié par l'industrie ? Le lecteur saura répondre. Dans le même registre, on sait que les fèves contiennent des alcaloïdes reconnus comme toxiques. Ces alcaloïdes sont détruits par la chaleur. Manger les fèves crues est dangereux, les faire cuire permet de les consommer sans risque. Les nutritionnistes n'ignorent pas non plus que le blanc d'œuf contient des inhibiteurs de protéases (des enzymes intervenant dans la digestion des protéines) et qu'il vaut mieux faire cuire un œuf que de le gober.

Autre exemple. La fabrication par un grand industriel laitier d'un lait sans lactose permet aux personnes qui ne digèrent pas ce sucre de boire du lait et de satisfaire plus facilement leur besoin journalier en calcium. Le procédé consiste à introduire dans le lait l'enzyme qui permet de transformer le lactose en glucose et galactose. Que pensez-vous que ces personnes vont boire : ce lait industriel ou du lait prélevé directement au pis de la vache ?

Penchons-nous maintenant sur le cas de l'acide ascorbique, un composé chimique identifié sous le numéro de code E300 dans la nomenclature européenne des additifs alimentaires. Présente dans de nombreux fruits, cette molécule a deux visages : c'est une vitamine dont la carence affaiblit l'organisme et provoque le scorbut ; c'est aussi un antioxydant qui permet d'améliorer la conservation d'aliments et de boissons périssables. Elle a deux origines. L'une que l'on peut qualifier de naturelle (citron, orange, kiwi), l'autre d'industrielle (une fermentation contrôlée). Quelle différence entre la vitamine C d'un jus de fruit et celle isolée après fermentation ? Aucune, si ce n'est, peut-être, quelques impuretés qui ne seraient pas les mêmes selon les origines. Pourquoi la vitamine C « naturelle » serait-elle sans danger, et l'industrielle nocive ?

Voilà un dernier exemple. Quoi de plus naturel et plus goûteux qu'une côte de bœuf cuite au feu de bois. Depuis des dizaines de milliers d'années, sans doute bien davantage, nos ancêtres se retrouvaient déjà autour d'un feu pour apprécier ces viandes cuites à point, juteuses et très goûteuses. Et pourtant, voilà que nous apprenons que des substances cancérigènes issues de la combustion du bois peuvent se déposer sur la viande. Et que les grillades ne sont peut-être pas aussi saines que nous

le pensions. Certes, ce n'est pas si grave qu'il faille se priver d'un bon barbecue. Mais que dirait-on si un procédé de préparation industrielle générerait les mêmes molécules en même quantité ?

On pourrait multiplier ces exemples, mais ce n'est sans doute pas nécessaire pour comprendre que la notion de « naturalité » n'a pas de signification en termes de santé publique et qu'y faire référence ne peut que lancer les consommateurs sur de fausses pistes. Pour conclure, revenons à notre acide ascorbique. Est-il chimique ? Synthétique ? Biologique ? Naturel ? En fait, peu importe. Ce qui est important, ce n'est pas tant de savoir comment est fabriqué un produit — encore que rien ne doit nous être caché — que de bien connaître l'ensemble de ses propriétés et de ses effets. Et pourtant, pour beaucoup de nos concitoyens, le mot « nature » reste synonyme du mot « santé ». Cette conviction est profondément enracinée dans les esprits.

3 Faut-il s'abstenir d'ingérer des acides gras *trans* ?

Les acides gras *trans* (AGT) sont des acides gras qui possèdent une ou plusieurs doubles liaisons (on les qualifie de ce fait comme « insaturés ») dont les atomes d'hydrogène se situent de part et d'autre de l'atome de carbone auquel ils sont liés, d'où leur nom. Ils se répartissent en deux familles. Les uns sont synthétisés par des bactéries dans le rumen des ruminants. Qualifiés de « naturels », on en trouve dans les produits laitiers et carnés. D'autres, différents, se forment dans les huiles chauffées à haute température au cours de la dernière étape du raffinage ou résultant de l'hydrogénation partielle des huiles dans des réacteurs chimiques pour les transformer en des corps gras pâteux ou solides, sont qualifiés d'« industriels » et sont présents dans des produits alimentaires, en particulier des biscuits, des gâteaux, des produits de

panification, des viennoiseries, des pâtes feuilletées, des produits apéritifs, des chocolats, des bonbons, des potages et des margarines.

Les nutritionnistes considèrent que plus un individu consomme d'AGT « industriels », plus son profil lipidique sanguin se dégrade : le bon cholestérol



diminue, le mauvais cholestérol augmente. Des risques accrus de cancers du sein, de la prostate et du colon ou de diabète de type 2 ont également été mentionnés, mais les « preuves » ne sont pas convaincantes. Les avis sur les effets des AGT « naturels » sont plus partagés. Contrairement aux AGT industriels, seule une consommation supérieure à 4 g par jour (ce qui est beaucoup) accroîtrait les facteurs de risque pour le système cardio-vasculaire. Inutile donc de se priver de lait ou de viande.

Face à ces risques, pourquoi utiliser des matières grasses hydrogénées ? Il y a deux raisons. Rendues plus solides par le traitement auquel elles ont été soumises, ces matières grasses s'oxydent moins facilement, se conservent bien et sont faciles à « travailler ». De plus, leurs propriétés « fonctionnelles » améliorent le moelleux des produits dans lesquels elles sont incorporées. C'est donc pour leur facilité d'utilisation et leur aptitude à modifier les propriétés sensorielles des aliments — en l'occurrence la texture — que les industriels les utilisent. Entre accroître les facteurs de risque sanitaire et promouvoir les qualités gustatives de leurs produits, des industriels ont d'autant plus facilement franchi le pas que les impacts sur la santé sont limités et peu visibles, contrairement aux effets sur la « qualité » des produits, celle du pain de mie, par exemple. Mais il ne faut pas toujours leur jeter la pierre. Depuis que les nutritionnistes ont pris conscience de la nécessité de diminuer la présence d'AGT industriels dans les aliments, les fabricants de margarine et de « *shortenings* » (des mélanges de matières grasses) ont mis au point des techniques de fabrication (hydrogénation des huiles et raffinage) qui minimisent leur formation.

Aussi, selon une étude réalisée en 2009 par l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa : fusionnée depuis le 1^{er} juillet 2010 avec l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail pour former l'Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), les teneurs en AGT des produits industriels, très inférieures dans la grande majorité des cas à celles considérées comme admissibles, sont plus faibles que celles observées il y a une dizaine d'années. La présence d'AGT dans nos aliments n'est plus aujourd'hui un problème de santé publique. Il faut néanmoins rester vigilant : les étiquettes peuvent y aider. On se rappellera également que les pommes de terre frites peuvent contenir des AGT. Une raison

supplémentaire d'en manger avec modération et de changer régulièrement son huile de friture.

Avec les AGT, voilà donc un bel exemple d'une convergence — ce n'est pas si souvent le cas — entre les travaux des scientifiques, la pression des associations de consommateurs, relayée par les médias, et les actions des pouvoirs publics et des industries alimentaires. Cette convergence a permis de faire évoluer la composition de produits industriels pour le bénéfice de ceux qui les achètent. Il y a néanmoins une ombre au tableau : des industriels continuent à utiliser des AGT. Certes, il ne leur est pas toujours facile de trouver des alternatives techniques qui conservent les propriétés sensorielles des aliments. Mais ils doivent s'y employer en recherchant de nouvelles formulations. C'est partiellement possible en faisant appel à des « substituts » de matières grasses, comme des protéines ou des dérivés de l'amidon. Les consommateurs, de leur côté, doivent faire l'effort de s'habituer à de nouvelles textures et à de nouveaux goûts pour accompagner l'évolution des formulations et donc des caractéristiques des produits.

En 2011, et c'est une bonne nouvelle, les doses journalières admissibles d'acides gras *trans* ne sont pas dépassées par les Français.

4 Le régime crétois est-il la panacée ?

Le régime crétois a été la coqueluche des années quatre vingt-dix. Pour rester en bonne santé, il fallait l'adopter ! Selon ses plus ardents défenseurs, il était le « régime santé » par excellence. Il suffisait d'observer ce qui se passe en Crète pour s'en convaincre. Les habitants de ce pays avaient une mortalité coronarienne (infarctus du myocarde) inférieure à celle de pays voisins comme l'Italie ou la Grèce. Mais personne ne s'était vraiment intéressé à cette « exception crétoise » parce qu'on n'en connaissait pas la raison. Dorénavant, on savait. Serge Renaud, un chercheur lyonnais, venait de démontrer que la bonne santé des Crétois tenait à leurs habitudes alimentaires. Que mangent donc les Crétois de si extraordinaire ? Ce qui frappe, c'est la richesse du régime en matière grasse, et plus précisément en huile d'olive, connue pour sa teneur élevée en acide gras mono-insaturés. Les Crétois mangent également beaucoup de pain de noix et de légumes secs. L'hypothèse avancée est que ce régime explique la bonne santé des Crétois. Pour le vérifier, une expérience a été réalisée pendant deux

ans, au début des années 1990, sur 600 patients ayant tous souffert d'un infarctus. La moitié d'entre eux a suivi le régime recommandé par les cardiologues après un infarctus, la deuxième a suivi le régime crétois. Le résultat a été impressionnant : la mortalité était de 70 % inférieure dans le deuxième groupe. De là, à parler du « miracle du régime crétois », il n'y avait qu'un pas rapidement franchi.

Cependant, progressivement, le régime « crétois » change de qualificatif et devient « méditerranéen ». Sous son nouveau nom, il sert de modèle alimentaire et s'affirme protecteur des maladies cardio-vasculaires, de l'obésité et de certains cancers. Ceux qui en vantent les mérites s'inquiètent de le voir disparaître sous le double effet du brassage des populations et de l'urbanisation qui, tous deux, contribuent à modifier les habitudes alimentaires régionales : les sources d'approvisionnement des centres urbains ne sont pas ceux des campagnes, les habitudes changent. En même temps, ses promoteurs ont bien de la peine à le définir et les consommateurs à l'identifier. Pas facile, en effet, de s'y retrouver dans une formulation aussi vague que celle qui caractérise le régime méditerranéen comme étant « le produit de la culture et de la cuisine en provenance des pays du pourtour méditerranéen ». Sa principale caractéristique est d'être diversifiée. Sa constante est d'utiliser de l'huile d'olive comme matière grasse, peut-être trop : si on n'y prend garde, c'est une cuisine qui risque de mettre en péril le bon équilibre entre les apports et les besoins en calories. Ses autres caractéristiques sont la consommation de céréales, de fruits et légumes frais ou séchés, de poisson (fréquemment), de produits laitiers (modérément), de viande (à l'occasion de fêtes) et de nombreux condiments et épices, le tout accompagné de vin. Son secret serait sa richesse en acide oléique (accompagnée d'une faible teneur en acides gras saturés), en acides gras oméga-3, en antioxydants, en vitamines (C, D et E), en fibres et en minéraux (potassium, magnésium, calcium). Si on remarque que le régime crétois ou méditerranéen rejoint les principales recommandations des nutritionnistes, la question est donc moins de savoir si l'équilibre alimentaire sur lequel il repose est bon pour la santé — personne ne le discute — que de se demander si sa promotion est utile pour aider les populations à mieux se nourrir. La réponse n'est pas évidente. D'autant qu'il perd de sa visibilité avec l'évolution rapide



L'huile d'olive,
aliment miracle ?

des pratiques alimentaires des habitants du pourtour méditerranéen et qu'il y a autant de régimes méditerranéens que de pays. Mais ce qui lui fait le plus grand tort, c'est qu'il est devenu un objet de promotion pour des aliments qui ont pour seule particularité d'être fabriqués dans le « Sud » (et encore !) et dont la composition n'a rien d'original. La confusion est totale. Une fois encore, le marketing efface les repères qui permettraient aux Français de mieux se nourrir.

Si on n'entend plus guère parler du régime crétois, et plus autant du régime méditerranéen, c'est que les consommateurs ont retenu des très nombreux messages qui leur sont adressés que l'important est de bien équilibrer leurs repas en nutriments et macronutriments. Et qu'il n'est guère utile pour cela de se référer à un régime particulier, aussi emblématique soit-il. Pourquoi donc un Alsacien, un Breton ou un Basque changerait-il brutalement ses coutumes alimentaires pour s'aligner sur celles des pays méditerranéens — laquelle ? —, alors qu'il peut manger équilibré tout en respectant les traditions culinaires de sa région, quitte à accroître sa consommation en fruits et légumes ? Pourquoi les habitants des pays du Nord devraient-ils nécessairement se plier aux habitudes de ceux du Sud ? D'autant qu'ils ne se portent pas si mal et que leur mortalité n'est pas plus élevée : l'espérance de vie est sensiblement la même en Finlande, en France, en Grèce, en Italie et en Norvège (il n'existe pas de données fiables sur la Crête !). Elle est légèrement plus élevée au Japon. Où est donc l'effet miracle du régime méditerranéen ?

Et pourtant, à la demande de quatre pays — l'Espagne, la Grèce, l'Italie et le Maroc — la diète méditerranéenne a été inscrite par l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (Unesco) au patrimoine de l'humanité (19 novembre 2010). Au-delà de la composition des repas, ce qu'a retenu l'Unesco, c'est que la diète méditerranéenne « favorise les contacts sociaux, les repas collectifs étant la clé de voûte des coutumes sociales et des événements festifs, a donné naissance à un formidable corpus de savoirs, chants, maximes, récits et légende, s'enracine dans le respect du territoire et de la biodiversité, et assure la conservation et le développement des activités traditionnelles et artisanales liées à la pêche et à l'agriculture dans les communautés méditerranéennes ». Les rituels, la gestuelle et les célébrations traditionnelles en sont des composantes essentielles. En extraire sa seule composante nutritionnelle est un contresens.

Le régime méditerranéen, profondément ancré dans la culture de quelques pays, n'est pas exportable. Pas davantage que le régime crétois dont les historiens nous disent qu'il repose sur quatre piliers, dont le dernier lui est spécifique : la frugalité (est-ce toujours vrai ?), la diversité, le plaisir et un mode de vie. Les Français n'ont pas besoin de se tourner vers le « régime crétois » pour conserver les plaisirs et la convivialité de la table tout en respectant les canons d'une alimentation saine et équilibrée. Leur culture alimentaire y suffit.

5 Les aliments peuvent-ils remplacer des médicaments ?

Nos ancêtres n'ont pas attendu les apports des nutritionnistes pour mettre en évidence les liens étroits qui lient nos pratiques alimentaires à notre santé. Les « aliments-santé » — on évitera de parler « d'aliment », un néologisme détestable formé à partir des mots « aliment » et « médicament » — dont on doit l'émergence, à la fin des années 1970, à la recherche japonaise, s'appuient sur les observations très anciennes de la « diététique » chinoise. Celle-ci, imprégnée des enseignements du taoïsme, est la première à affirmer, bien avant Hippocrate, qu'une alimentation bien pensée renforce l'harmonie du corps en assurant un bon équilibre entre le yang (représenté par la lumière, la chaleur, la douceur, la légèreté, la saveur piquante) et le yin (représenté par le noir, le lourd, le salé, le froid, le fragile, l'épais) et exerce une action préventive et curative sur notre santé. Ainsi est-il recommandé, dès le ^{ve} siècle avant notre ère, de manger des fruits et des légumes qui « procurent la fraîcheur à l'organisme et contribuent à régulariser les excès de chaleur de notre corps dus à des inflammations ou à une trop grande excitation ». Deux mille ans plus tard, les savants du ^{xvii}e siècle considèrent que « le mélancolique, de tempérament froid et sec, doit manger des aliments chauds et humides ». Au frénétique, il est prescrit un régime froid et humide.

Il faut attendre le ^{xix}e siècle avec Claude Bernard et la médecine expérimentale — ce fut la révolution copernicienne de la nutrition — pour que les bases d'une alimentation raisonnée soient jetées. Un champ disciplinaire s'est alors ouvert à la sagacité d'une nouvelle famille de chercheurs, les nutritionnistes, qui ont créé une science, la diététique. Ceux-ci se sont efforcés d'identifier les régimes alimentaires les plus aptes à

satisfaire les besoins des humains et, plus récemment, de définir les modes d'alimentation qui contribuent au « silence des organes », selon la belle formule du professeur René Leriche (1879-1955), en diminuant les risques d'altération de notre santé (accidents cardio-vasculaires, troubles digestifs, cancers, obésité, allergie).

Dans les années 1950, c'était simple, on attendait de nos aliments qu'ils fournissent à notre corps les calories et les nutriments dont il a besoin. Cinquante ans plus tard, on leur reconnaît des fonctions physiologiques protectrices de notre santé. Et certains seraient tentés d'ajouter « curatives », s'ils n'en étaient pas empêchés par la réglementation. Les termes acide gras *trans*, anticholestérolémiant, antioxydant, fibre, oméga-3, oméga-6, phytostérol, probiotique, sucre rapide, sucre lent quittent les ouvrages de biochimie médicale pour envahir les services de marketing des firmes alimentaires et se retrouver sur les emballages, dans les messages publicitaires, les émissions télévisées et les journaux féminins. Les rayons des grandes surfaces et des magasins spécialisés sont envahis par des aliments appauvris en graisses, en sucre et en sel ou enrichis en oméga-3 et en phytostérols. Les eaux minérales « sources de jeunesse » ou « moteurs transparents » (sic) ne sont pas oubliées pour leurs vertus qui sont parfois curatives. À une liste déjà longue d'aliments-santé s'ajoute une liste tout aussi longue de compléments alimentaires que l'on peut se procurer dans les pharmacies. On en vient à se demander si les denrées alimentaires ne vont pas faire concurrence aux médicaments.

Pour bien comprendre la dérive à laquelle nous pourrions assister, il faut revenir quelque trente années en arrière. Les aliments allégés qui « ne font pas grossir » datent du début des années 1980. Les pâtisseries sont la première cible des industries alimentaires, elles sont aussi leur premier échec. Les produits à faible teneur en matières grasses sont moins « goûteux » et les consommateurs font grise mine. Leurs concepteurs ont oublié que lorsqu'on mange un gâteau, c'est d'abord pour se faire plaisir et non pas pour maigrir ! Ce n'est que récemment que l'adjonction d'agents de texture (émulsifiant, agent moussant, épaississant) a permis de redonner aux pâtisseries l'onctuosité que la diminution de la teneur en matière grasse leur avait fait perdre. Cette fois, le succès est au rendez-vous.

Dans le même registre — et il faut s'en féliciter —, prenant en compte les recommandations des nutritionnistes sous la

pression des associations de consommateurs, des industriels diminuent la teneur en sel de leurs produits (plats cuisinés, jambons, pains) et bannissent les acides gras *trans* d'origine industrielle. Tout aussi bénéfiques pour une partie croissante de la population, des aliments garantis sans substances allergisantes sont disponibles sur les linéaires des grandes surfaces. De même, depuis peu, des produits sans gluten dont la particularité est d'être remboursés par la Sécurité sociale, jusqu'à hauteur de respectivement 35 et 45 euros chaque mois pour les enfants et les adultes, sous réserve d'une prescription médicale, sont à la disposition de ceux qui souffrent de la maladie cœliaque. Répondant aux besoins d'une partie de la population, un lait dont la teneur en lactose a été réduite de 90 % permet aux personnes qui ne digèrent pas ce sucre de boire du lait sans craindre d'effets secondaires indésirables. Pour éviter des carences nutritionnelles, notamment chez les enfants, les industries alimentaires ont été encouragées par le corps médical à procéder à un enrichissement des aliments en minéraux et en vitamines. Les apports visent deux objectifs : retrouver les teneurs initiales quand les conditions de fabrication ou de conservation les ont réduites ; améliorer la valeur nutritionnelle d'aliments destinés à des populations carencées en certains micronutriments. Les produits laitiers et les produits céréaliers sont les principaux vecteurs de ces apports. Sans oublier le sel pour le fluor. Tout cela va dans le bon sens.

Dans certains cas, les produits imaginés par les services marketing sont plus nocifs que bénéfiques pour la santé. Ainsi, l'idée de diminuer la teneur du beurre en cholestérol en extrayant cette molécule avec du gaz carbonique était une fausse bonne idée dans la mesure où le facteur principal de risque de dépôt de cholestérol sur les parois des vaisseaux sanguins est la consommation de corps gras et non pas la consommation de cholestérol. Les consommateurs, séduits par l'allégation « beurre à faible teneur en cholestérol », étaient incités à consommer davantage de beurre, augmentant ainsi les facteurs de risque d'accident cardio-vasculaire. Heureusement, cette « innovation » n'a eu qu'un impact limité, avant d'être abandonnée. De même, les aliments « enrichis » ne répondent pas toujours, notamment en France, à de réels problèmes nutritionnels. C'est le cas, par exemple, des laits demi-écrémés « survitaminés » à teneurs garanties en vitamines B5, B2, PP, B1, B6 et A (est-ce bien raisonnable ?).

Le vrai changement date d'une quinzaine d'années. Une nouvelle génération d'aliments constitue une famille de produits plus élaborés dont la composition dépasse le cadre d'une simple complémentation. La frontière entre les aliments et les médicaments commence à s'estomper. Les industriels revendiquent pour ces nouveaux aliments une activité physiologique particulière : enrichis en phytostérols, ils agissent sur la teneur en « mauvais » cholestérol ; enrichis en acides gras oméga-3, ils contribuent à « la santé du cœur » ; enrichis en probiotiques et en fibres, ils améliorent « notre confort digestif » ; enrichis en antioxydants, notamment en polyphénols, ils permettent de « rester jeune plus longtemps ». Ces « aliments-santé » sont presque exclusivement des matières grasses (beurres, margarines), des produits laitiers fermentés et des produits céréaliers, tous produits qui se prêtent bien à des enrichissements.

Deux exemples illustrent ce que les consommateurs peuvent espérer de ces nouveaux produits. Laissons la parole à la marque de margarine Fruit d'Or : « Les stérols végétaux peuvent faire diminuer le cholestérol LDL de 10 à 15 % dès trois semaines [...] dans le cadre d'une alimentation équilibrée particulièrement riche en fruits et légumes. [...] La quantité optimale pour réduire significativement votre cholestérol sanguin est de 2 à 2,5 g de stérols végétaux par jour. [...] Une portion de 100 g contenant 7,5 g de stérols végétaux libres, cette quantité correspond à la consommation quotidienne de 30 g de margarine Fruit d'Or Pro-activ. [...] La gamme des produits hypocholestérolémiants Fruit d'Or Pro-activ est destinée à tous ceux qui veulent diminuer leur taux de cholestérol [...] y compris les diabétiques ou les personnes qui prennent déjà des médicaments hypocholestérolémiants. Dans le cadre de votre traitement hypocholestérolémiant, n'hésitez pas à demander conseil à votre médecin. [...] Les margarines Fruit d'Or Pro-activ ne sont pas adaptées sur le plan nutritionnel aux femmes enceintes, aux femmes qui allaitent et aux enfants de moins de cinq ans ». Fruit d'or propose donc un aliment destiné à diminuer le taux de cholestérol, qui est inadapté à une partie de la population (femmes enceintes ou allaitantes, enfants de moins de cinq ans), dont la bonne dose est de 30 g par jour (soit 900 g et donc 5 000 kcal par mois), pour lequel il est conseillé de consulter son médecin en cas de traitement anticholestérolémiant. Voilà donc un aliment sous ordonnance. Ou presque. Un vrai « alicament » ! Pourquoi pas ?

Mais ce type de produit a-t-il sa place sur des linéaires banalisés, sans signalisation particulière, au milieu d'autres margarines sans activité physiologique directe ? On peut en douter. D'autres entreprises prennent place dans le marché « juteux » des aliments anticholestérolémiant : Lesieur avec Isio Actistérol, « la première combinaison anticholestérol complète pour les assaisonnements » ; Danone avec Danacol, « le yaourt qui aide à réduire votre cholestérol dès trois semaines » ; St-Hubert avec Cholegram, « une bonne matière grasse exclusivement réservée aux personnes souhaitant réduire leur taux de cholestérol sanguin ».

Deuxième exemple, les yaourts aux probiotiques Activia, « actifs à l'intérieur, et ça se voit à l'extérieur » car, comme l'expliquait il y a encore peu le groupe Danone, « chaque pot contient 10 milliards de bactéries *Bifidus Actisregularis* ». Selon les études scientifiques sur lesquelles Danone appuyait cette revendication, la consommation — on allait écrire « traitement » — de un à deux pots d'Activia par jour pendant deux semaines réduit de 73 à 53 heures le temps de transit chez les personnes ayant un transit lent (étude menée en France sur 200 personnes), les femmes ayant des désordres intestinaux fréquents ressentent un effet bénéfique sur les sensations de ballonnement. Autrement dit, la consommation d'Activia peut avoir un effet positif sur le transit intestinal et les ballonnements, mais cet effet ne concerne que les consommateurs ayant des désordres intestinaux. En l'absence de troubles digestifs, il est donc inutile de payer plus chers ses yaourts. D'autant plus que récemment, craignant de ne pas satisfaire aux nouvelles exigences réglementaires de l'Union européenne, le groupe Danone a abandonné ses allégations santé et centre dorénavant sa communication sur la propriété d'Activia « d'allier la douceur et la fraîcheur ».

Le succès commercial n'est pas toujours au rendez-vous. En février 2007, le même groupe Danone explorait de nouveaux marchés, ceux de la « dermonutrition ». Son yaourt cosmétique, baptisé Essensis, aujourd'hui abandonné, contenait des oméga-6 (huile de bourrache),

Fleur
de bourrache



Récolte
de thé vert
en Chine



des antioxydants (thé vert) et de la vitamine E. Selon les services marketing de ce grand groupe alimentaire, Essensis « agissait de l'intérieur pour améliorer la qualité de la peau en surface ». Ce produit haut de gamme, au moins par son prix, n'a pas séduit les consommateurs. Autres tentatives du marketing, autres échecs : en 2005, Unilever noue un partenariat avec un assureur. Celui-ci réduit la prime de sa complémentaire santé à ceux de ses adhérents qui auront consommé des produits anticholestérol de la marque Pro-activ. Quelques mois plus tard, en mars 2006, Danone et un autre assureur décident que pendant un trimestre ce dernier remboursera à son assuré deux pots ou une bouteille de Danacol par jour, au choix. L'argument mis en avant est que la consommation de ces aliments-santé va réduire les dépenses médicales. Le coût de l'opération est estimé à 800 000 euros. Fortement critiquées par le Gouvernement et les associations de consommateurs, ces expériences s'arrêteront rapidement. Plus récemment (novembre 2010), un industriel qui affichait que ses barres chocolatées stimulaient la mémoire et les performances mentales des jeunes en période d'examen a été condamné pour allégation de nature à induire les consommateurs en erreur.

Ces ratages sont des bonnes nouvelles pour ceux qui croient en l'innovation technique au sein de la filière alimentaire, mais s'inquiètent des dérives de l'innovation marketing quand notre alimentation est en jeu. Celle-ci cherche à vendre une image qui serait le reflet de la demande pour des aliments qui protègent la santé, rendent toujours plus beau, toujours plus

fort, toujours plus jeune, toujours plus intelligent, mais qui coûtent aussi toujours plus chers. N'a-t-on vu proposer aux Canadiens, début 2006, « le seul yaourt pour enfants qui, en plus de nourrir le corps, a la propriété de nourrir l'esprit ». Enrichi en acides gras oméga-3 micro-encapsulés, sa consommation, selon ses promoteurs, favorise le bon développement du cerveau, notamment la concentration et la mémoire.

Que nous prépare l'avenir ? Face à des dérives dont ne pourraient que pâtir les consommateurs, les pouvoirs publics ont mis en place une procédure destinée à prévenir toute tentation exclusivement mercantile de la part des industriels, grands et petits. Une allégation nutritionnelle n'est autorisée qu'à la condition d'apporter la preuve des effets avancés. Ceux-ci ne peuvent être affichés comme curatifs. La règle de base est qu'un aliment n'est pas un médicament. Près de 5 000 dossiers ont été soumis par les industriels en vue d'obtenir une homologation. Mi-2011, à peine 3 000 avaient été expertisés et seulement 20 % acceptés, la majorité concernant des allégations relatives à des compositions en vitamines et en matières minérales. Ce qui, on en conviendra, ne représente pas une révolution dans le domaine de la nutrition.

Si l'on n'y prenait garde, la limite entre ces nouveaux aliments et les médicaments risquerait de s'estomper. On comprend que les industriels, sachant qu'il est plus aisé d'homologuer un aliment-santé qu'un médicament, même si cela devient de plus en plus coûteux, préfèrent emprunter la voie réglementaire des aliments de préférence à celle des médicaments pour faire reconnaître leurs allégations. Certes, les margarines enrichies en phytostérols destinées à faire baisser le taux de cholestérol sont différentes, d'un point de vue conceptuel, de ce que serait un yaourt « haut de gamme » au paracétamol dont la consommation en cas de besoin — les pharmaciens diraient la « prise » — vous protégerait du mal de tête (la réglementation ne permet pas de dire qu'il vous en « guérira ») ! Ne faut-il pas néanmoins se demander s'il ne serait pas plus « normal » de prendre sa dose de phytostérol en avalant un cachet matin, midi et soir comme tout autre médicament. Mais on peut aussi considérer qu'il est plus agréable de manger un yaourt que d'avalier une pilule. Les personnes âgées en prennent déjà beaucoup ! Soit, mais ne faut-il pas alors qu'une signalétique très visible indique à tous que ces aliments sont exclusivement réservés aux populations, femmes enceintes et jeunes enfants exceptés, en état d'hypercholestérolémie ?

Il est probable qu'une meilleure compréhension du rôle des microorganismes présents en très grand nombre dans notre intestin et des interactions entre notre génome et notre alimentation permette de concevoir une alimentation plus personnalisée et davantage bénéfique à la santé de chacun. Nous reviendrons plus loin sur ce sujet. Néanmoins, et quels que soient les progrès à venir, il demeure essentiel de laisser aux aliments ce qui appartient aux aliments, et aux médicaments ce qui appartient aux médicaments. Et de maintenir à tout prix une séparation étanche entre aliments et médicaments. Non, les aliments ne sont pas appelés à devenir des médicaments.

Attention aux produits miracles ! On ne le répétera jamais assez : rien ne vaut une alimentation équilibrée et un peu d'exercice physique pour rester en bonne santé. Pour les régimes spéciaux et les éventuelles carences, les médecins sont là pour nous conseiller et nous soigner. L'automédication alimentaire risque de coûter cher, à notre portefeuille et à notre santé.

6 Les végétariens et les végétaliens mettent-ils leur santé en danger ?

Ne jamais manger de viande, comme le revendiquent les végétariens, ou de produits d'origine animale (viandes, produits laitiers, œufs et même parfois du miel) comme le revendiquent les végétaliens, est-il dangereux pour la santé des enfants et des adultes ?

Qu'est-ce qu'un végétarien ? Classiquement, on vous répondra : « une personne qui ne mange pas de viande ». On pourrait préciser « une personne qui exclut de son alimentation la chair des produits animaux, et donc la viande, les abats, la charcuterie et aussi, parfois, les poissons ». La réponse est un peu courte. Un végétarien est un consommateur conscient de la nécessité de fournir à son organisme l'ensemble des nutriments et des macronutriments dont il a besoin. Il se définit lui-même d'une manière beaucoup plus positive comme étant capable d'équilibrer harmonieusement sa diète alimentaire sans avoir besoin de tuer des animaux pour se nourrir.

Derrière une vision éthique (respecter la vie, ne pas faire souffrir les animaux, réduire les pertes alimentaires résultant de la transformation des protéines végétales en protéines animales), une approche sanitaire (manger de la viande est mauvais

pour la santé), le souci de protéger l'environnement (les élevages contribuent de manière significative à l'émission de gaz à effet de serre), des choix comportementaux (sentiment de dégoût vis-à-vis de la consommation de viande, comme les Européens en ont vis-à-vis de la consommation de chien) et des préoccupations philosophiques ou religieuses, les végétariens responsables et éduqués savent trouver dans leur nourriture les nutriments dont leur corps a besoin. Les termes importants sont « responsables et éduqués ». Tous les végétariens le sont-ils ? On peut craindre que la réponse soit non. Les risques de dérives sont malheureusement importants car compenser l'absence de viande dans son alimentation n'est pas facile. Celui qui passerait brutalement d'un régime omnivore à un régime végétarien s'exposerait à des carences. Il lui faudra du temps pour trouver ses nouveaux repères alimentaires : au début, une insuffisance de protéines et de fer est probable ; de plus, la tendance à compenser le manque de calories d'origine animale en consommant davantage de lipides d'origine végétale est un autre risque qu'il ne faut pas sous-estimer.

Pour y voir plus clair, il faut rappeler quelques données de base sur la valeur nutritionnelle des produits carnés. La réponse n'est pas simple car cela dépend des aliments : pour un diététicien, il n'est pas équivalent de manger un pâté de campagne et une côte de bœuf. Ces deux produits, et de manière plus générale tous les produits carnés, ont néanmoins en commun d'être riches en protéines de bonne qualité, en fer et en vitamine B12. Ceux qui ne mangent pas de viande s'exposent à des carences en l'un ou l'autre de ces nutriments.

Les diététiciens insistent sur la « qualité » des protéines que nous consommons. Qu'entendent-ils par là ? Les protéines contribuent à maintenir notre masse protéique corporelle, en particulier celle des muscles (on assiste à une « fonte musculaire » chez les personnes âgées qui ne mangent pas suffisamment de protéines ou ne les assimilent pas bien), à conserver nos tissus et nos organes en bon état, à assurer la constance des paramètres physiologiques nécessaire au bon fonctionnement de notre organisme (on parle d'homéostasie) et à fournir de l'énergie à nos cellules. Pour satisfaire ces besoins, il ne suffit pas de manger suffisamment de protéines, encore faut-il qu'elles soient de bonne qualité. Cette qualité résulte d'un équilibre harmonieux entre les vingt acides aminés qui entrent dans leur composition, notamment les acides aminés qualifiés

d'indispensables car ils ne sont pas synthétisés par l'espèce humaine dans des conditions qui permettent d'assurer le maintien des fonctions biologiques de manière satisfaisante, en premier lieu la synthèse de nos protéines. En ce domaine, les besoins en acides aminés indispensables tels qu'ils ont été définis par la FAO et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) font toujours référence, même si le débat n'est pas clos : la digestibilité des protéines — elle est meilleure pour les protéines animales que pour les protéines végétales — est un autre paramètre à considérer.

Les aliments d'origine animale sont caractérisés par leur forte teneur en protéines de haute qualité nutritionnelle au contraire de la plupart des aliments d'origine végétale. Un végétarien mangeur de produits laitiers, d'œufs et de poissons ne rencontre donc pas de difficulté à trouver les protéines qui lui sont nécessaires. Son régime lui assure un apport protéique en quantité et en qualité satisfaisant, qu'il soit un enfant ou un adulte. Il en est autrement des végétaliens. Ceux-ci doivent en effet se tourner vers les seuls produits végétaux pour satisfaire leurs besoins quantitatifs et qualitatifs. Et c'est très difficile : les végétaux ne sont pas riches en protéines — à l'exception des plantes protéagineuses (pois, haricot, soja) — et leur qualité est bien inférieure à celle des protéines animales (les grains de céréales manquent de lysine et les graines de protéagineux de méthionine et de cystéine). On peut heureusement tenter de rétablir un équilibre à peu près satisfaisant en réunissant ces grains et ces graines dans la même assiette. C'est ce que nos ancêtres avaient empiriquement deviné en procédant à des mélanges harmonieux : le Mexique est la civilisation du maïs et du haricot, l'Afrique du Nord celle du couscous (semoule de blé dur) et du pois chiche, l'Asie du Sud-Est celle du riz et du soja, l'Afrique subsaharienne celle du mil et du niébé. Mais ils savaient aussi, quand ils en avaient les moyens, compléter cette alimentation de base avec des œufs, du lait, du poisson et de la viande. Les plus pauvres, malheureusement, n'étaient pas à l'abri de graves carences. Restent la vitamine B12 et le fer. La première intervient dans le métabolisme des lipides et des glucides et favorise la synthèse des protéines. Elle intervient également dans la maturation des globules rouges. Sa carence peut provoquer une anémie, des dépressions, des sautes d'humeurs, des troubles de la motricité. On la trouve principalement dans les abats et la viande, mais également dans le lait et en beaucoup

plus faible quantité dans les céréales. Aussi, pour les végétariens, les produits laitiers en sont-ils la seule source significative. Néanmoins, et sauf à en consommer de très grandes quantités, des carences les guettent. La solution est alors de faire appel à des compléments alimentaires (par exemple, des extraits de microalgues) ou à des aliments enrichis en vitamine B12. C'est la seule possibilité qui s'offre aux végétaliens, ce qui est pour le moins paradoxal pour des adeptes d'une « alimentation naturelle ».

Quant au fer, une déficience même modérée se répercute sur les activités physiques et intellectuelles, une déficience aggravée provoque une anémie (le fer est un composant de l'hémoglobine, une molécule qui assure le transport de l'oxygène dans le sang). Le boudin, le foie et la viande rouge sont les aliments qui en contiennent le plus de sorte que, dans le cadre d'une alimentation traditionnelle (non végétarienne), les produits carnés en demeurent les principales sources. Mais on en trouve également en abondance dans les poissons, les crustacés et les fruits de mer. On en trouve aussi dans les produits végétaux, le lait et les œufs, mais malheureusement sous une forme peu assimilable : il ne suffit pas de manger de grandes quantités de lentilles ou d'épinards pour satisfaire nos besoins. Les carences en fer, en particulier chez les adolescentes et les femmes (leurs besoins sont près de deux fois plus importants que ceux de l'homme adulte), ont donc une forte probabilité de se manifester dans des régimes végétariens, surtout si le poisson en est exclu. Dans ce cas extrême, les compléments alimentaires sont la solution.

Le végétalien se retrouve dans une situation beaucoup plus difficile. Il met sa santé en danger car son alimentation ne satisfait pas ses besoins en protéines, calcium, fer et vitamine B12. Le drame est que les effets de ces manques ne sont pas immédiatement visibles. Ce n'est qu'après de nombreuses années que son corps payera le tribut d'une alimentation déséquilibrée. Le végétalisme pose un grave problème de santé publique, même si le nombre de ses adeptes n'est pas important. De plus, le végétalien, qui pousse à l'extrême l'éthique végétarienne, en refusant d'ingérer des produits d'origine animale — et pas seulement les viandes —, envoie paradoxalement un message négatif contre le végétarisme en brouillant la vision de ceux qui ne le sont pas. Les mangeurs de viande sont alors portés à jeter un regard très négatif sur un comportement qu'ils jugent extrémiste.

Certes, des médecins reconnaissent des éléments positifs à l'alimentation végétarienne, tels que moins d'obésité et moins de diabète. Il n'en demeure pas moins que l'homme est un omnivore. La consommation de viande — point trop n'en faut — est bénéfique à la santé. Mieux vaut se battre pour que le « confort animal » soit davantage respecté dans les élevages et les abattoirs — et chacun sait qu'il y a encore des progrès à faire, même s'il ne faut pas se laisser impressionner par les images chocs que se plaisent à diffuser quelques médias (bien sûr, quand un animal est abattu, il y a du sang qui coule !) — que pour une humanité qui devrait devenir végétarienne.

Que conclure ? Qu'il est plus simple (et pour beaucoup, plus agréable et plus convivial) d'être omnivore que végétarien. Que le végétarisme est un choix personnel (qui doit être respecté) et exigeant car il n'est pas facile d'avoir une alimentation équilibrée en excluant les produits carnés de tous ses repas (attention aux carences en fer et en vitamine B12 !). Que le végétalisme est dangereux pour la santé et que des efforts d'éducation doivent être menés pour convaincre ses adeptes qu'ils hypothèquent gravement leur avenir. Ce message doit tout particulièrement toucher les adolescentes qui verraient dans le végétalisme une solution miracle pour ne pas grossir.

7 Y a-t-il encore des vitamines dans les conserves ?

Les fabricants de conserves l'écrivent : « les produits gardent leur goût et leurs qualités nutritionnelles intacts, à l'abri dans un emballage hermétique. » Pour ce qui est du goût, à chacun d'en juger. Mais peuvent-ils affirmer que les qualités nutritionnelles ne sont pas modifiées quand on connaît la nature

des traitements — des températures supérieures à 100 °C — auxquels les aliments sont soumis ? Les vitamines ne sont-elles pas des molécules très fragiles ? Avant de répondre à ces questions, quelques rappels ne sont pas inutiles.

L'histoire de la conserve commence en 1795. Après avoir gagné la prime promise par le Gouvernement révolutionnaire à celui qui trouvera « le meilleur procédé pour proposer



une alimentation saine et loyale lors des voyages au long cours » (à l'époque, faute de produits frais, beaucoup de marins souffraient du scorbut, une grave maladie provoquée par une déficience en vitamine C), Nicolas Appert (d'où le nom d'appertisation pour qualifier le traitement auquel les conserves sont soumises) publie quinze ans plus tard, en 1810, *Le livre de tous les ménages ou l'art de conserver pendant plusieurs années toutes les substances animales et végétales*. Il y explique que la « matière du feu » a la propriété, sinon de détruire, du moins d'arrêter « la tendance naturelle des parties constituantes des productions végétales et animales à la décomposition ».



Nicolas Appert,
l'inventeur
de la conserve

C'est sur la base de ces premiers travaux que se développe au cours du xx^e siècle une puissante industrie de la conserve. En France, où la consommation par habitant est de 50 kg par an, le marché des appertisés se maintient à un niveau élevé car les conserves restent attractives pour des consommateurs qui apprécient leur prix modéré, leur conservation en milieu ambiant et leur facilité de préparation. Les produits les plus vendus sont des préparations à base de fruits (confiture, compote, fruit au sirop), les poissons, les légumes et les plats cuisinés.

L'appertisation repose sur le conditionnement d'un aliment dans un récipient étanche à l'eau, aux gaz et aux micro-organismes (boîte en acier ou en aluminium, bocal de verre, barquette) et à un traitement par la chaleur. Les durées et les températures de traitement (souvent de l'ordre de 110 à 120 °C) sont adaptées à la nature des produits et à la dimension des récipients. On sait aujourd'hui que le chauffage auquel sont soumis les aliments détruit ou inhibe les micro-organismes, les enzymes et certaines toxines, plus ou moins selon la température et la durée de chauffage. Qu'en est-il des vitamines ?

Les vitamines sont des molécules indispensables à la vie. Comme l'homme n'est pas capable de les synthétiser, il doit les trouver en quantité suffisante dans les aliments qu'il consomme. Les fruits et les légumes en sont les principaux pourvoyeurs, à l'exception de la vitamine B12. Contrairement aux idées reçues, beaucoup de vitamines résistent à la chaleur : elles sont « thermorésistantes ». C'est notamment le cas de la famille des vitamines B (ces vitamines sont, par contre, sensibles

à la lumière). À l'opposé, la vitamine C est fragile, sensible à la chaleur et à l'oxydation. Si elle est bien protégée par la peau des fruits, notamment des agrumes, ce n'est pas le cas dans les légumes verts, en particulier les salades. Dans ces aliments, sa teneur diminue rapidement après récolte. La teneur en vitamine C des petits pois peut diminuer de moitié en 48 heures.

Que disent les tables de composition des aliments établies par les nutritionnistes et qui nous donnent les teneurs en protéines, lipides, glucides, minéraux et vitamines d'un grand nombre de produits ? En France, la plus connue et moins contestée d'entre elles est gérée par le Centre d'information sur la qualité des aliments (Ciqua). Elle va nous permettre de comparer la composition en vitamines des haricots verts et des petits pois, appertisés ou cuits dans l'eau bouillante.

Vitamines (µg dans 100 g)	Haricots verts		Petits pois	
	Conserve	Frais*	Conserve	Frais*
E	160	200	210	100
C	3 300	8 570	8 900	15 500
B1 ou thiamine	50	50	120	260
B2	60	80	60	130
B3 ou niacine	200	460	680	1 760
B5	100	70	120	240
B6 ou pyridoxine	140	60	50	140
B9 ou folates	22	39	70	60
B12	0	0	0	0

*Après cuisson dans l'eau.

D'après données Ciqua/Afssa.

Ces chiffres sont des moyennes difficiles à comparer car la table ne précise ni les variétés étudiées, ni les conditions de culture, ni le temps qui s'est écoulé entre la récolte et la cuisson des légumes frais, ni les conditions d'appertisation. Ils résultent de la moyenne de résultats dont les valeurs extrêmes peuvent varier du simple au double comme dans le cas de la vitamine C pour les haricots frais, voire de 1 à 5 pour les haricots appertisés. On peut néanmoins en tirer quelques leçons.

À l'exception de la teneur en niacine, il n'y guère de différences dans la composition en vitamines B des haricots verts, qu'ils soient en conserve ou cuits dans l'eau bouillante. Compte tenu de sa fragilité, il n'est pas surprenant que la vitamine C soit la plus touchée par l'appertisation. Il est cependant probable que si les haricots avaient traîné quelques jours dans un supermarché ou à la maison avant d'être consommés, leur teneur en vitamine C aurait été identique, voir inférieure (selon les conditions de conservation) aux légumes en conserve. L'un des éléments favorables à la conservation des vitamines dans les conserves est en effet le très court laps de temps, quelques heures au plus, qui s'écoule entre la récolte et l'appertisation.

Face à ces (relatives) incertitudes, laissons la conclusion au professeur Hercberg, responsable du Plan national nutrition santé : « L'appertisation maintient la qualité nutritionnelle des aliments, leur teneur en nutriments, vitamines et minéraux, dont la stabilisation fait qu'on a dans son assiette un produit fini de bonne qualité par rapport à des produits frais maintenus à l'air libre, à l'étal d'un marché, qui peuvent perdre beaucoup plus de vitamines que dans les conserves. La conserve trouve sa place pour suivre la recommandation de manger cinq fruits et légumes par jour ». Le professeur Bourre, membre de l'Académie de médecine, ne dit rien d'autre quand il rappelle que les poissons en conserve ont gardé toute leur valeur nutritionnelle.

Ceci dit, rien ne remplace les fruits et légumes de son jardin très fraîchement récoltés.

8 Faut-il boire de l'eau minérale ?

Pour boire, les consommateurs ont à leur disposition des « eaux conditionnées », appellation qui regroupe les eaux minérales naturelles, les eaux de source et les eaux du robinet rendues potables par traitement. Si l'on admet que chaque Français boit chaque jour 1,5 litre d'eau conditionnée, ce sont plus de 30 milliards de litres qui sont consommés chaque année en France. Aujourd'hui, les eaux minérales naturelles occupent une place importante dans ce marché, mais ce phénomène est relativement récent : si les premières grandes sociétés d'embouteillage sont apparues avant 1940, ce n'est qu'au tournant des années 1980 qu'elles ont connu un spectaculaire développement. Et ce n'est qu'en 2004 qu'une législation les concernant a vu le jour.

On entend par « eau minérale naturelle » une eau microbiologiquement pure ayant pour origine une nappe ou un gisement souterrain — ce qui les différencie des eaux de source — et provenant d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forées. Les eaux minérales naturelles ne doivent pas être confondues avec celles qui sont utilisées à des fins curatives dans les établissements thermaux. En raison de leur pureté originelle, de leur teneur en minéraux, oligo-éléments ou autres constituants, et le cas échéant des effets qu'elles peuvent exercer (diurèse, fonctionnement gastrique et intestinal, compensation de carence en substances minérales), elles se distinguent des eaux du robinet. Selon leur composition, les eaux minérales naturelles peuvent recevoir différents qualificatifs : faiblement ou très faiblement minéralisée, riche en minéraux, bicarbonatée, sulfatée, fluorée, convient pour un régime pauvre en sodium, diurétique, etc. (les eaux sulfurées sont uniquement utilisées à des fins thérapeutiques en établissement thermal). Les eaux minérales naturelles effervescentes,

qui dégagent du gaz carbonique à l'ouverture, forment une catégorie particulière au sein de laquelle on trouve les eaux naturellement gazeuses, les eaux renforcées au gaz de la source et les eaux enrichies en gaz carbonique ne provenant pas de la nappe dont elles sont issues.

De nombreux arguments sont avancés par la Chambre syndicale des eaux minérales naturelles pour affirmer « la supériorité et les bienfaits des eaux minérales naturelles ». Leur naturalité, les systèmes de protection mis en place pour conserver leur qualité, leur pureté, leur minéralité, la source de plaisir sont mis en avant :

– l'eau minérale naturelle est 100 % naturelle telle que la nature nous l'a donnée. Souterraine, elle s'est constituée à l'abri de tout risque de pollution liée aux activités humaines. Conditionnée à la source, sans adjonction de produits chimiques, notamment de chlore,

Publicité
des eaux minérales
Vittel, parue dans le
guide Joanne (1905)

Eaux Minérales
DE
VITTEL
(VOSGES)

Ah ! Ah !
la Goutte !
pincée !
enfoncée !!
noyée !!!

Grande Source
Goutte, Gravelle, Rhumatismes,
Diabète, Voies urinaires.

Source Salée
Coliques hépatiques à sable et calculs,
Constipation habituelle.

L'eau de la **GRANDE SOURCE** doit être l'eau
de table des **ARTHRITIQUES**.

elle arrive parfaitement préservée à la table du consommateur ;

- les sites naturels dont sont issues les sources sont soigneusement protégés. Une agriculture « exemplaire » y est pratiquée en supprimant les produits phytosanitaires et en utilisant des engrais naturels ;

- chaque eau minérale possède une composition unique et garantie, ce qui permet d'offrir au consommateur un choix couvrant des besoins physiologiques variés. Elles peuvent apporter du calcium, du magnésium, du fer ou très peu de minéraux (ce qui convient aux bébés). La plupart peuvent être consommées à volonté par la famille. Les eaux minérales contribuent à l'équilibre nutritionnel sans apport de sucre ni de calorie ;

- chaque eau minérale possède son propre goût, sa texture, sa densité, liés à son terroir d'origine. Les gourmets ne s'y trompent pas. Ils choisissent leur eau comme ils choisissent le vin qui accompagne leurs mets.

Tout cela n'est pas tout à fait vrai. Les eaux minérales sont soumises aux mêmes limites de concentration que l'eau du robinet pour une dizaine de substances toxiques (fluor, arsenic, métaux lourds, etc.). Pour respecter ces normes, les minéraliers sont autorisés à mettre en œuvre des traitements : séparation des éléments instables par décantation ou filtration, éventuellement précédée d'une oxygénation, élimination du gaz carbonique libre par des procédés physiques, incorporation ou réincorporation de gaz carbonique, séparation des composés du fer, du manganèse, du soufre et de l'arsenic à l'aide d'air enrichi en ozone, élimination des éléments indésirables (antimoine, arsenic, baryum, bore, cadmium, chrome, cuivre, fluorures, plomb, manganèse, mercure, nickel, nitrates, nitrites et silicium). Certes, selon la réglementation, ces traitements ne doivent pas modifier la composition des eaux minérales naturelles au niveau des composants qui font leur spécificité. De sorte que des traitements très fréquemment utilisés pour assurer la potabilité de l'eau du robinet, comme l'adjonction de réactifs chimiques, l'osmose inverse et l'échange d'ions, ne sont pas autorisés. Il en est de même pour les traitements de désinfection microbiologique qui sont interdits (une eau



**Captage
à la source
de Volvic**

minérale naturelle peut contenir des microorganismes, mais ceux-ci ne doivent pas être pathogènes ; elle doit être dépourvue de tout organisme parasite). En dépit de ces restrictions, on ne peut donc affirmer que les eaux minérales naturelles « sont telles que la nature nous les a données ». Heureusement d'ailleurs, car beaucoup d'entre elles ne seraient pas potables, au sens où la potabilité d'une eau est définie par la réglementation, si elles ne subissaient aucun traitement.

Le traitement des eaux minérales naturelles par l'ozone mérite un commentaire. L'ozone est un oxydant très puissant dont l'usage est autorisé pour éliminer les composés du fer, du manganèse, du soufre et de l'arsenic. La désinfection de l'eau est un effet secondaire du traitement de l'eau par l'ozone. Selon l'Afssa, « l'emploi de l'ozone pour réduire, voire éliminer certains éléments indésirables contenus naturellement dans l'eau, présente plus de risques que d'avantages ». Son mauvais usage peut provoquer la formation de produits dangereux.

On ajoutera que les eaux minérales ayant une origine souterraine

présentent souvent une radioactivité naturelle. Mais vus les niveaux de « contamination », il n'y a pas lieu de s'en inquiéter. Il fut même une époque, dans les années 1930, où cette radioactivité était revendiquée. Les eaux des sources de la société Charrier (source de La Bonne Fontaine), « la plus pure et la moins salée des eaux minérales de France » affichaient que l'eau contenait du radon, un gaz d'émanation du radium, à hauteur de 12,5 milli-microcuries par litre d'eau. Quant à la critique qui est faite aux eaux minérales



d'être conditionnées dans des bouteilles plastiques, et donc de porter atteinte à l'environnement, les « minéraliers » répondent qu'une bouteille sur deux est recyclée.

La spécificité des eaux minérales a-t-elle une incidence sur leur valeur santé et leur qualité sanitaire ? Telle est bien la question qui *in fine* est importante pour le buveur d'eau. Sans parler de leur qualité organoleptique (odeur, goût) et de leur prix. L'Académie nationale de médecine nous donne sa réponse en 2009 : « La qualité des eaux minérales consommées en France est globalement excellente. Toutefois, le consommateur doit être clairement informé de leur composition et des mises

en garde dont elles peuvent faire l'objet, ce qui est loin d'être toujours le cas [...]. Certaines comportent des concentrations d'ions trop élevées pour pouvoir être consommées sans restriction, ce qui parallèlement leur confère d'authentiques indications thérapeutiques [...]. » L'Académie de médecine conclut son étude en considérant « préférable, pour la consommation familiale courante, d'utiliser une eau minérale naturelle peu minéralisée ou une eau de source, si l'on souhaite remplacer l'eau de distribution ».

Voilà la vraie question qui surgit : est-il bien utile pour un individu en bonne santé de remplacer l'eau du robinet par de l'eau minérale ? Les enjeux financiers sont importants car l'eau minérale en bouteille est en moyenne 200 fois plus chère que l'eau du robinet. En 2004, la France produisait 6,5 milliards de litres d'eau minérale naturelle, générant un chiffre d'affaire de 3,5 milliards d'euros. Premier exportateur en 2009, elle détenait 40 % des parts du marché. Après les Italiens et les Espagnols, les Français sont les troisièmes plus grands buveurs d'eau minérale naturelle : en moyenne, nous en buvons chacun un peu plus de 140 litres par an. Cette consommation, en légère diminution depuis 2007 en raison d'une concurrence accrue de l'eau du robinet, est surtout le fait des Français du Nord et des personnes âgées.

Que dire de l'eau du robinet ? Elle provient d'eaux souterraines pour 67 % et d'eaux de surfaces (rivières, canaux, lacs, retenues d'eaux) pour 33 %. Presque toujours traitée pour éviter la présence de microorganismes (bactéries, virus, parasites), de polluants chimiques (résidus de pesticides, de médicaments, nitrates, plomb, fluor, etc.) et d'ions minéraux en excès, elle fait l'objet d'un suivi sanitaire permanent (inspection des installations de captage et de distribution, contrôle des mesures de sécurité sanitaire, analyse de la qualité de l'eau). En 2006, près de 8 millions d'analyses ont été effectuées sur 310 000 prélèvements. Quels sont les résultats de ces analyses ? 96 % des échantillons ont été trouvés conformes sur le plan microbiologique, 98 % pour la teneur en nitrate, 98 % pour la teneur en plomb, 99 % pour la teneur en fluor. Globalement, la qualité des eaux est considérée comme bonne. Ce sont les eaux provenant d'installations de petite taille, notamment de montagne (on aurait spontanément pensé l'inverse), qui présentent le plus d'anomalies. Au contraire, la quasi-totalité (99,9 %) des unités de distribution de plus de 50 000 habitants sont conformes aux critères de qualité.

Ne boire que de l'eau minérale, ne jamais boire l'eau du robinet, coûte pas loin de 300 euros par personne et par an. Sur le plan sanitaire, à l'exception de quelques communes où la qualité de l'eau serait parfois insuffisante, il n'y a rien à gagner (on fera exception pour les bébés pour qui l'usage d'eaux minérales peu minéralisées est recommandé). Sur le plan sensoriel — goût, odeur, sensation en bouche — à chacun d'en juger et d'estimer si ce supplément de dépenses est justifié au regard du plaisir qu'il trouve dans la consommation d'une eau minérale naturelle.

Que penser

des aliments biologiques ?



Comme le précise l'Agence Bio, porteuse de la marque AB, l'agriculture biologique constitue un mode de production qui trouve son originalité dans le recours à des pratiques culturales et d'élevage respectueuses des équilibres écologiques et de l'autonomie des agriculteurs. De leur côté, les fabricants d'aliments bio s'efforcent de conserver dans leurs produits les caractéristiques naturelles des matières premières qui en sont issues.

Les partisans de l'agriculture biologique estiment que les bénéfices que la société en retire sont multiples en termes de création d'activités et d'emplois, de préservation de la biodiversité et de la qualité des sols, de l'air et de l'eau. Pour eux, les aliments biologiques répondent à la demande des consommateurs pour des produits naturels, sans produits chimiques de synthèse, « à l'ancienne » et bons pour la santé. Ils reprochent à l'agriculture intensive des pratiques qui appauvrissent les sols : les microorganismes naturellement présents disparaissent, les sols sont carencés, l'assimilation du calcium est freinée, les métaux lourds s'accumulent. Ils lui reprochent également de dégrader la qualité de l'eau et de l'air : les ressources en eau s'épuisent, les concentrations en

nitrate des nappes phréatiques croissent au-delà de l'acceptable, les usines d'engrais et de produits phytosanitaires polluent l'air. Enfin, elle entraîne la disparition de races animales (poules, porcs, ovins), perdues pour toujours car inadaptées aux conditions modernes de l'élevage.

Si elle apparaît en France peu après la seconde guerre mondiale, la reconnaissance officielle de l'agriculture biologique doit attendre la loi d'orientation agricole de 1980. Mais ce n'est qu'en 1997 que les pouvoirs publics veillent à assurer son développement avec l'ambition de permettre aux opérateurs français de reconquérir le « marché du bio » et de répondre à la demande des consommateurs. Pour le ministère de l'Agriculture, il faut « placer l'agriculture biologique au cœur de l'agriculture française comme ferment et peut-être comme moteur du développement durable, lui reconnaissant ainsi son rôle dans l'aménagement du territoire et la tenue de l'espace ». En 2001, l'Agence française pour le développement et la promotion de l'agriculture biologique, dite « Agence Bio », est créée. En Europe, dès 1992, des aides sont mises en place pour accompagner les agriculteurs qui souhaitent se reconvertir à l'agriculture biologique. Ses aides trouvent leur justification dans le service rendu par ce type d'agriculture en termes de protection de l'environnement, d'emplois et de réponse aux attentes de nos concitoyens.

Au printemps 2007, une information erronée, rapidement démentie, court sur internet : selon la FAO, l'agriculture biologique peut garantir la sécurité alimentaire de la planète si les conditions de son développement sont assurées. Les aliments biologiques seraient donc le futur de notre alimentation. En France, des responsables politiques partagent cette vision, exigent que les cantines scolaires se mettent au « tout bio » et demandent que 20 % des surfaces agricoles cultivées en France soient converties à l'agriculture biologique à l'échéance de 2020, avant de progressivement couvrir la France entière. Les Français auraient plébiscité les aliments et les boissons issus de l'agriculture biologique et seraient de plus en plus nombreux à « manger bio » pour protéger l'environnement et leur santé tout en défendant un certain mode d'agriculture qui respecte les lois de la nature, à l'opposé d'une agriculture intensive qualifiée d'industrielle. Selon l'Agence Bio, leurs motivations d'achat sont la préservation de la santé pour 95 % d'entre eux, la préservation de l'environnement pour 94 %, la qualité des produits pour 87 % et des raisons éthiques pour 72 %. Chiffres

contredits par une enquête plus récente réalisée en janvier 2011 à la demande de l'Association nationale des industries alimentaires : seulement 11 % des Français attribueraient de l'importance à l'origine « bio », 10 % à la mention « naturel » et 7 % à l'impact environnemental de leur alimentation (enquête GfK ISL publiée en janvier 2011).

Quels sont les vrais bénéfices des aliments biologiques ? Sont-ils spécialement bons pour la santé ? L'agriculture biologique est-elle la seule agriculture respectueuse de l'environnement ? Peut-on généraliser à l'ensemble de l'agriculture européenne, voire mondiale, les pratiques de l'agriculture biologique ? Est-il justifié de payer les produits bio jusqu'à 80 % plus cher ? Autant de questions auxquelles nous allons tenter de répondre. Mais auparavant, expliquons plus en détail ce qu'est l'agriculture biologique.

9 L'agriculture biologique, c'est quoi ?

Visant à la préservation des sols, des ressources naturelles, de l'environnement et au maintien des agriculteurs, l'agriculture biologique est considérée comme un ferment de l'agriculture durable. Elle privilégie les relations « naturelles » qui s'établissent entre les plantes et leur milieu et garantit une qualité attachée à un mode de production respectueux de l'environnement et du bien-être animal. Sa mise en œuvre repose sur la maîtrise par les agriculteurs d'une technicité enrichie depuis une dizaine d'années par les travaux des grands organismes de recherche, comme, en France, l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) et confortée par les conseils de l'Institut technique de l'agriculture biologique.

Les produits de la chasse et de la pêche d'espèces sauvages ne peuvent être qualifiés de « biologique » car ils ne relèvent pas du mode de production biologique, pas davantage que l'eau et le sel qui ne sont pas des ingrédients agricoles. Quant aux modes de fabrication des « aliments biologiques », ils se distinguent des procédés traditionnels par l'usage exclusif de produits agricoles issus de l'agriculture biologique ainsi que par l'exclusion des radiations ionisantes pour conserver les produits et de nombreux additifs alimentaires. Pas tous ! Un grand nombre d'additifs et d'auxiliaires technologiques sont autorisés, variables selon les aliments ou les boissons : le nitrite de sodium, l'acide ascorbique et le lactate de sodium dans les produits à base de viande, les lécithines, les pectines

et les alginates dans les produits laitiers, le dioxyde de silicium dans les épices et les herbes, le phosphore mono-calcique dans les poudres à lever, des extraits de tocophérols dans les graisses et les huiles, le méta-bisulfite de potassium dans le cidre. Un agriculteur désirant devenir « producteur biologique » doit déclarer son activité auprès de la direction départementale de l'Agriculture dont dépend son exploitation. Tout produit commercialisé doit ensuite obtenir un certificat que seuls des organismes, privés et agréés par les pouvoirs publics, peuvent lui fournir. Une fois agréé, le produit se signale à l'attention des consommateurs par la marque « AB ». Seuls les aliments composés de plus de 95 % d'ingrédients agricoles biologiques peuvent comporter dans leur étiquetage les termes « agriculture biologique » ou « issu de l'agriculture biologique ».

L'agriculture biologique fait l'objet d'un cahier des charges très précis défini par un règlement européen adopté en 2008 et dont les prémices datent de 1991 pour les productions végétales et de 2000 pour les productions animales. C'est un mode de production sans engrais de synthèse qui utilise des déchets organiques pour apporter aux plantes les éléments minéraux dont elles ont besoin pour se développer (fumiers, fientes de volailles et excréments d'animaux liquides ou solides à la condition qu'ils ne proviennent pas d'élevages industriels, déchets ménagers, déjection de vers et d'insectes, guano, farines de poisson, de viande et de sang, poils et fourrures, produits laitiers, algues), sans produits phytosanitaires de synthèse (herbicides, pesticides, fongicides), faisant appel au minimum de produits vétérinaires et tendant à l'autonomie des agriculteurs vis-à-vis de leur approvisionnement. Les semences et plants utilisés doivent être issus de l'agriculture biologique. Les organismes génétiquement modifiés sont bannis. Elle se distingue également des autres agricultures par un mode de production s'appuyant sur le recyclage des matières organiques, la rotation des cultures et la lutte biologique. La terre ne doit pas avoir reçu d'intrants chimiques depuis au moins deux ans, parfois trois (les intrants sont les produits nécessaires au fonctionnement d'une exploitation agricole : semences, eau d'irrigation, engrais, herbicides, insecticides), l'épandage des boues résiduelles est interdit et les ravageurs sont combattus par lutte biologique. Les labours sont peu profonds, l'aération du sol et le maintien d'une flore active préconisés. Sans que cela soit une obligation, les agriculteurs biologiques utilisent parfois des mélanges de variétés appartenant à la même

espèce végétale pour assurer une meilleure stabilité des rendements — ce qui n'est que rarement vérifié — et choisissent des variétés adaptées à des désherbages limités et des apports réduits en intrants. Certains recherchent de vieilles variétés, rustiques, abandonnées depuis longtemps par l'agriculture conventionnelle. D'autres puisent dans le grand catalogue des variétés modernes avec d'aussi bons, voire de meilleurs, résultats.

Les plus connus des insecticides naturels sont des pyréthrinés extraits des fleurs de pyrèthre et de chrysanthème : elles sont utilisées pour lutter contre les pucerons, les cochenilles et d'autres insectes. Un autre bio-insecticide très répandu est une bactérie du sol (*Bacillus thuringiensis*) tueuse de chenilles de papillons. Elle doit son pouvoir insecticide à une protéine qui, une fois ingérée par l'insecte, détruit les cellules de son tube digestif (le gène codant pour cette protéine a été introduit dans des maïs OGM pour les rendre résistants à l'attaque de la pyrale). Dans la pratique, l'agriculteur pulvérise sur les plantes attaquées par les chenilles une poudre contenant les spores de la bactérie. La toute nouvelle star est le Spinosad, un insecticide obtenu par fermentation de la bactérie *Saccharopolyspora spinosa*, fabriqué par le chimiste Dow Agrosience, de plus en plus utilisé en arboriculture contre la mouche méditerranéenne des agrumes, la tordeuse de la vigne, la mouche de l'olive, le carpocapse du poirier et du pommier. Des substances minérales comme le soufre ou le sulfate de cuivre, en mélange avec de la chaux (la « bouillie bordelaise ») permettent de combattre les attaques des fruits et des pommes de terre par des champignons (des moisissures).

L'élevage biologique est de type extensif, respecte le bien-être des animaux et fait appel aux médecines douces, même si dans certains cas des produits vétérinaires de synthèse sont utilisés. L'élevage hors sol est interdit, les animaux doivent naître sur une exploitation homologuée « agriculture biologique » et être nourris avec des aliments issus à au moins 50 % de la ferme ou d'une ferme voisine. Le nombre d'animaux à l'hectare (2 vaches laitières, 13 brebis ou 230 poules pondeuses) est strictement réglementé.

Faisant principalement appel à des matières organiques pour assurer la fertilité des terres et à des substances « naturelles » pour protéger les plantes contre les maladies et les insectes, la principale difficulté à laquelle se heurte l'agriculture biologique est de trouver des substituts aux engrais et aux produits



Des éleveurs de porcs en agriculture bio conduisent leur lot charcutier en plein air, jusqu'à la montée dans le camion avant abattage, ce qui assure apparemment le bien-être des animaux tout au long de leur vie à la ferme (Isère).

phytosanitaires issus de l'industrie chimique tout en assurant des rendements suffisants. Il faut bien, en effet, que les plantes se nourrissent et se défendent, qu'elles soient ou non biologiques. L'interdiction d'utiliser des engrais minéraux rend difficile la gestion de la fertilisation des sols en phosphore (parfois) et en potassium (souvent). Par contre, l'utilisation « d'engrais verts » obtenus par le choix d'assolements judicieux au cours desquels se succèdent les cultures de légumineuses (des plantes qui trouvent dans l'air l'azote dont elles ont besoin pour se développer, comme le trèfle, la luzerne ou le soja) reconstitue les ressources des sols en azote sans apport de nitrates de synthèse. Si nécessaire, l'agriculteur a recours à des fertilisants organiques. Dans des exploitations associant polyculture et élevage de bovins ou d'ovins, les fumiers, joliment appelés « engrais de ferme », assurent des apports importants en azote organique. Dans le cas des élevages de porcs, le lisier est répandu sur le champ. Dans les exploitations sans élevage, il peut être fait appel à du fumier de bovin composté. Une bonne utilisation des « résidus » de culture, laissés sur les champs, est une autre clé de la fertilisation biologique. Néanmoins, les rendements des cultures exigeantes en azote, comme le blé, ne peuvent prétendre égaler ceux de l'agriculture conventionnelle : ils dépassent très rarement les 40 quintaux au lieu des 70 quintaux, voire davantage, de l'agriculture intensive.

Un autre obstacle au développement de l'agriculture biologique est qu'elle tend à se spécialiser — rejoignant en cela l'agriculture traditionnelle — et délaisse *de facto* son plaidoyer pour des polycultures associées à l'élevage des animaux. Ce mode d'agriculture se heurte également à la difficulté de découvrir de nouvelles molécules « naturelles » actives contre les « bio-agresseurs » et au retrait de substances utilisées autrefois — on pense à la roténone (un insecticide utilisé en pulvérisation qui a été classé dans les substances toxiques) retiré du marché après la nicotine —, mais qui n'ont pas franchi avec succès les procédures d'homologation, communes à tous les pesticides, qu'ils soient « naturels » ou « synthétiques ». Les agriculteurs biologiques espèrent que de nouvelles substances naturelles viendront prendre le relai des anciennes. Et de fait, en plus du Spinosad déjà mentionné, des autorisations de mise sur le marché ont été accordées à quelques fongicides (isolés de champignons, de bactéries, d'algues et de végétaux supérieurs) et à des insectes utilisés pour la lutte biologique. Cela suffira-t-il ? On peut se le demander, d'autant que d'autres inquiétudes se font jour : des formes résistantes aux substances naturelles chez les ravageurs et les parasites se manifestent tout autant que pour les produits de synthèse, les effets négatifs sur la faune auxiliaire également.

On peut donc craindre que la position de principe d'exclure toute molécule organique de synthèse dans la pharmacopée de l'agriculture biologique conduise à terme celle-ci dans une



Un petit troupeau de brebis Mourerous pâture chaque année des vignobles enherbés conduits en AB dans le comtat venaissin (Vaucluse).

impasse dont elle ne pourra se sortir qu'en abandonnant des comportements plus idéologiques que raisonnés et en glissant ainsi progressivement vers l'agriculture écologiquement intensive dont nous parlerons plus loin.

Pour nous résumer, on retiendra que les agriculteurs biologiques sont soumis à des obligations de moyens (des cahiers des charges doivent être respectés par les agriculteurs et les éleveurs), et non à des obligations de résultats (les règlements qui s'appliquent en matière sanitaire et nutritionnelle ne différencient pas les aliments biologiques des aliments conventionnels).

10 Quelle est la place de l'agriculture biologique en Europe ?

En Europe, les surfaces agricoles dédiées à l'agriculture biologique occupent 4,3 % de la surface agricole utile. Elles ont très sensiblement augmentées au cours des dix dernières années, avec un taux de croissance annuelle d'un peu plus de 7 %.

L'agriculture biologique en Europe

Les surfaces consacrées à l'agriculture biologique dans l'Europe des 15 sont passées de 2,4 % à 4,3 % de la surface agricole utile entre 2000 et 2008, soit de 4,3 à 7,6 millions d'hectares. En 1993, elles n'occupaient que 0,5 %. Il existe une grande diversité entre les États. Dans quelques pays, près de 10 % des surfaces agricoles sont « biologiques », voire davantage. Avec 15,5 %, l'Autriche est championne d'Europe, suivie par la Suède. En millions d'hectares, l'Espagne se classe première (1,1 million ha), suivie par l'Italie (1,0), l'Allemagne (0,9), le Royaume-Uni (0,7) et la France (cinquième avec 0,7 million ha ou dans le peloton de queue avec seulement 2,4 % des 30 millions d'hectares de la surface agricole utile). La taille moyenne des 200 000 exploitations agricoles (près de 40 hectares) qui se consacrent à l'agriculture biologique – 1,4 % du nombre total d'exploitations – est supérieure à celle des exploitations traditionnelles.

Source : Commission européenne.

Les productions les plus concernées sont les prairies permanentes (47 % des surfaces consacrées à l'agriculture biologique), suivies par les plantes de grande culture, non compris les fourrages verts, avec 23 % des surfaces (ces pourcentages sont respectivement 30 % et 49 % pour l'ensemble du secteur agricole). La part des prairies biologiques s'explique par la nature très extensive de leur exploitation. Pour ce qui est des céréales biologiques, elles sont cultivées sur 1,2 million d'hectares,

principalement en Italie et en Allemagne où elles représentent près de 20 % des surfaces consacrées à l'agriculture biologique. Les fruits et légumes biologiques couvrent à peine 100 000 hectares (ce chiffre s'explique par la grande sensibilité des fruits et légumes aux attaques parasitaires). En ce qui concerne les productions animales, 5 % des chèvres, 3,5 % des moutons, 2,7 % des bovins et 0,5 % des cochons sont biologiques. Le très faible pourcentage de porcs (et de volailles) élevés dans le respect des conditions fixées pour être qualifiés de biologiques est dû à leur alimentation à base de céréales et de protéagineux (rarement biologiques), contrairement aux ruminants qui paissent dans les pâturages et les prairies.

En France, selon l'Agence Bio, les surfaces certifiées bio se sont maintenues autour de 500 000 hectares entre 2004 et 2009, après une croissance régulière au cours des dix années précédentes. En revanche, on a observé une augmentation de 25 % entre 2009 et 2010. Fin 2009, 16 500 agriculteurs s'étaient mis à l'agriculture biologique et les surfaces bio (surfaces certifiées et surfaces en reconversion) se rapprochaient des 700 000 hectares, soit 2,5 % de la surface agricole utile.

Les places occupées par les différentes familles d'aliments biologiques sont, par ordre d'importance, les fruits et légumes, les produits laitiers, les boissons, les produits de boulangerie, les œufs, les viandes rouges, les volailles et les produits

En 2009, plus de la moitié des 700 000 hectares consacrés à l'agriculture biologique étaient des surfaces toujours en herbe ou couvertes de cultures fourragères, 20 % étaient occupées par des plantes de grandes cultures (céréales, oléo-protéagineux) et 10 % par des vignes, des vergers et du maraîchage. Avec 17 % des surfaces cultivées sous qualification biologique, les légumes secs sont les champions toutes catégories, avec 1 % les plantes de grandes cultures sont les derniers de la classe. Les fruits et les légumes frais comptent respectivement pour 6,5 et 2,5 %. Du côté de la production animale, ce sont les ruches (5,4 %) et les poules pondeuses (4,5 %) qui se classent les premières alors que les poulets de chair ne franchissent pas la barre des 1 % et les vaches allaitantes celle des 2 %. Un producteur bio sur deux vend totalement ou partiellement sa production directement aux consommateurs (dans 76 % des cas, la vente se fait à la ferme).

Près de 35 000 industriels fabriquent et commercialisent des aliments biologiques, soit moins de 0,5 % des entreprises consacrant leur activité à la fabrication des aliments.

**L'agriculture
biologique
en France**

Source : Agence Bio.

surgelés. Bien que la demande des consommateurs s'accroisse année après année, la consommation d'aliments biologiques ne dépasse pas 2 % des dépenses alimentaires des ménages européens.

À l'échéance de 2020, le Gouvernement souhaite que 20 % de la surface agricole utile du pays soient consacrés à l'agriculture biologique. Compte tenu de ce que ce pourcentage n'atteint toujours pas 3 % en 2010, on peut douter du réalisme d'un affichage qui n'est sans doute qu'un signal politique destiné aux écologistes. On en reparlera dans 10 ans, mais on ne prend guère de risque à parier que cet objectif ne sera pas atteint. D'autant qu'en Europe, en particulier en Allemagne et en Italie, une quantité non négligeable d'agriculteurs abandonne chaque année l'agriculture biologique. Bien que ces départs soient plus que remplacés dans d'autres pays par de nouveaux arrivants, ces fluctuations témoignent d'une certaine fragilité du secteur : de jeunes agriculteurs s'interrogent sur l'intérêt économique de l'agriculture biologique.

11 L'agriculture biologique a-t-elle de bons rendements ?

Comparée à d'autres modes d'agricultures, intensives ou raisonnées, l'agriculture biologique se caractérise par des rendements inférieurs (et par un moindre impact sur l'environnement, ainsi que nous le verrons dans le paragraphe suivant). Ce constat n'est guère discuté. Par contre, des divergences s'expriment quand on avance des chiffres. Les comparaisons n'ont en effet de sens que « toutes choses égales par ailleurs », ce qui est pratiquement impossible quand on compare une exploitation biologique et une exploitation conventionnelle. On doit donc se contenter de valeurs moyennes et savoir qu'on trouvera toujours des exceptions pour contredire la règle. Par ailleurs, il faut distinguer rendement et productivité : le rendement est la quantité de matière produite par unité de surface, généralement des quintaux par hectare ; la productivité intègre les coûts de production. De ce fait, la productivité optimale, celle qui intéresse l'agriculteur car les résultats nets de son exploitation en dépendent, ne correspond pas nécessairement à la production maximale. Par contre, c'est cette dernière qu'il faut viser, dans le cadre d'une agriculture durable, pour satisfaire au mieux la sécurité alimentaire de l'humanité.

Les plantes de grande culture (blé, maïs, protéagineux, oléagineux) et les cultures fruitières sont les plus touchées. Les valeurs avancées pour les légumes et les animaux sont plus difficiles à appréhender et donc sujettes à caution. Globalement, les rendements en blé et en maïs biologiques sont inférieurs à respectivement 50 % et 35 % de ceux obtenus en agriculture conventionnelle. On avance des baisses de rendements de l'ordre de 30 % en arboriculture, avec des valeurs extrêmes très élevées en raison des impacts aléatoires des attaques parasitaires. On estime également à 30 % la chute des rendements en lait des vaches de race normande. La valeur d'usage des cultures biologiques peut aussi diminuer. Ainsi, la teneur des blés en protéines, généralement inférieure au seuil permettant d'assurer une bonne qualité du pain, rend difficile leur commercialisation dans les circuits traditionnels (organismes de collecte, meunerie, boulangerie).

Pour ce qui est de leurs revenus, à écouter les agriculteurs bio, s'ils s'en tirent, c'est grâce à des prix attractifs, mais aussi aux aides gouvernementales et des collectivités territoriales. Qu'en serait-il si les soutiens publics continuaient à diminuer (la baisse du crédit d'impôt en 2011 est-il le début d'une tendance baissière ?) et si l'offre venait à dépasser la demande ? On peut penser que de nombreuses exploitations seraient alors en grande difficulté, mais les études manquent pour faire des prévisions.

12 L'agriculture biologique prend-elle soin de notre environnement ?

L'agriculture biologique est considérée comme particulièrement respectueuse de l'environnement car elle interdit l'usage de produits phytosanitaires et d'engrais de synthèse. Il est admis que son développement ne peut avoir qu'un impact positif sur les milieux naturels et sur les grands équilibres de la biosphère. Pourtant le bilan est plus mitigé qu'il n'y paraît. Les atteintes à l'environnement ne se limitent pas aux seules pollutions par des produits organiques de synthèse. Sommes-nous bien sûrs que les pratiques de l'agriculture biologique sont plus économes en énergie que celles de l'agriculture conventionnelle ? Que leurs impacts sur l'effet de serre sont réellement moins importants ? Que leur mise en œuvre protège mieux la biodiversité ? Qu'elles économisent davantage les ressources en eau ? Ces questions méritent un examen

attentif. Certes, nous n'allons pas établir que l'agriculture conventionnelle protège mieux l'environnement que l'agriculture biologique. Au contraire... mais tout n'est pas parfait dans le meilleur des mondes et il existe des zones d'ombre.

Du gris sûrement, du noir peut-être, on en trouve dans l'usage inconsidéré de la bouillie bordelaise. À base de sulfate de cuivre, son emploi est constant depuis 150 ans, particulièrement jusqu'aux années 1950. Très utilisée en viticulture pour lutter contre le mildiou, mais aussi pour protéger les cultures de pommes de terre, de tomates, d'oignons, de pêches et de pommes biologiques, elle contamine les sols à des concentrations parfois toxiques pour les microorganismes, les vers de terre et les poissons. La flore sauvage peut en souffrir. Et pourtant, les sels de cuivre sont des fongicides « naturels » incontournables pour la filière bio. Sans traitement avec du cuivre, plus de vignoble bio, plus de pommes de terre bio ! La dose d'emploi tolérable ne devrait pas dépasser 4 kg de cuivre par hectare, à la limite de ce qui est nécessaire pour traiter correctement les végétaux, à moins d'attaques particulièrement virulentes par le mildiou, situation où les doses utiles dépassent allègrement les 5 kg par hectare. Face au risque de perdre la récolte, la tentation est forte de dépasser les doses, d'autant que cela s'est toujours fait dans le passé.

Du gris encore, plus clair cette fois, assombrit le paysage de l'agriculture biologique quand on examine son impact sur l'effet de serre. Une comparaison générale, globale, montre que l'agriculture biologique et l'agriculture conventionnelle ne se différencient pas de ce point de vue, que ce soit pour produire des fruits, des légumes ou des produits animaux. Dans le détail, on note néanmoins des différences qui pourraient conduire le consommateur « écolo » qui souhaiterait en tenir compte à modifier ces comportements alimentaires. Quelques exemples : des comparaisons faites dans quatre pays d'Europe, il ressort que les émissions de gaz à effet de serre par kilogramme de viande de porc sont plus élevées en agriculture biologique, de près de 25 % (4,4 kg équivalent CO_2 en moyenne au lieu de 3,6 pour l'élevage conventionnel). Cette différence s'explique par la moins grande efficacité de la ration alimentaire en agriculture biologique et par le fait que l'élevage du porc en plein air, quand c'est le cas, libère davantage de gaz à effet de serre. À l'inverse, la culture de blé biologique libère moins de gaz à effet de serre que le blé conventionnel.

La balance penche très nettement en faveur de l'agriculture biologique pour la dissémination des molécules organiques de synthèse — les produits phytosanitaires fabriqués par l'industrie chimique — dans l'air, le sol et l'eau. Ce constat ne mérite que peu de commentaires puisque l'interdiction de les utiliser se traduit *de facto* par leur non-dissémination. On arrive à un même constat positif pour la contamination des eaux souterraines par les nitrates. La situation est également favorable à l'agriculture biologique en termes de dépenses énergétiques. Quant aux impacts sur la biodiversité, il est bien difficile de se prononcer faute de méthodes consensuelles pour les mesurer.

13 Se nourrir avec des aliments biologiques est-il meilleur pour la santé ?

Selon les travaux de plusieurs associations attachées au développement de l'agriculture biologique, les aliments biologiques sont meilleurs pour la santé que les aliments traditionnels. Parmi les études les plus médiatisées, on peut citer celles de l'Association britannique pour l'agriculture biologique (2007) et de l'Association américaine pour la commercialisation des produits biologiques (2008), cette dernière concluant que « les produits biologiques ont une valeur nutritive 25 % plus élevée que les produits conventionnels ».

Affirmations contredites en 1999 par l'Institut national de la consommation qui estime que « manger bio, c'est faire le choix de préserver l'environnement... et que rien ne permet de supposer que la consommation de ces produits est bénéfique pour la santé », même si compte tenu de l'utilisation réduite de produits chimiques de synthèse dans l'agriculture biologique, les aliments qui en sont issus contiennent moins de pesticides et de résidus de médicaments vétérinaires et, dans bien des cas, de nitrates. Contredites également par un rapport publié en 2003 par l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments selon lequel les différences de composition entre les aliments issus de l'agriculture biologique et de l'agriculture conventionnelle sont faibles et sans signification sur la santé des Français. Si l'on en croit l'Afssa, « les nombreux facteurs de variation intervenant dans la composition chimique et la valeur nutritionnelle des aliments (variété, race, saison, climat, stade de maturité ou de développement, stockage, conduite d'élevage, etc.) sont souvent plus importants que l'impact des

facteurs liés strictement au mode d'agriculture ». Une analyse de scientifiques britanniques datant de 2009 aboutit à des résultats similaires, même si ces derniers soulignent que les aliments biologiques seraient un peu plus riches en phosphore et un peu plus pauvre en azote que les aliments conventionnels.

Une étude plus récente, basée sur l'analyse d'une centaine de travaux parus dans des revues scientifiques internationales depuis 2003, a été publiée en 2010 par deux membres de l'Académie d'agriculture. Que nous apprend-elle ? Essentiellement, que les quelques différences observées entre les aliments conventionnels et les aliments biologiques n'ont pas de conséquences sur la valeur nutritionnelle des produits et sur la santé de ceux qui les consomment, ni en bien, ni en mal. Dans le détail, ces deux nutritionnistes font les constatations suivantes :

- les teneurs en glucides, minéraux et oligo-éléments sont identiques ;
- les céréales biologiques ont moins de protéines ;
- certains légumes conventionnels contiennent davantage de nitrates ;
- on trouve généralement davantage de vitamine C et de polyphénols et moins de caroténoïdes dans les fruits et légumes biologiques ;
- compte tenu des aliments consommés par les animaux, les produits biologiques d'origine animale sont souvent plus riches en acides gras polyinsaturés ;
- les résidus de pesticides sont plus présents dans les légumes conventionnels, à des teneurs qui sont, dans 95 % des cas, inférieures aux doses considérées comme potentiellement nuisibles pour la santé ;
- les viandes, laits et œufs issus d'animaux élevés en plein air sont davantage exposés à des contaminations chimiques, microbiennes et parasitaires.

Dans le cas des fruits, une autre approche éclaire ces comparaisons. Ce qui importe, c'est la quantité de nutriments dans un fruit et non pas dans 100 g, car la consommation se fait « à la pièce » et non pas « au poids ». Prenons l'exemple des pêches produites en Rhône-Alpes, le principal bassin de production français (le tiers des surfaces, la moitié de la production). Comparativement aux vergers traditionnels, on observe que les arbres biologiques sont moins vigoureux, les rendements plus faibles, les fruits plus petits, plus sucrés et plus riches en polyphénols. Au final, manger une pêche conventionnelle

apporte la même quantité de nutriments que manger une pêche bio.

Il a été avancé que les aliments biologiques étaient davantage contaminés par des mycotoxines, des toxines sécrétées par des champignons microscopiques — des moisissures — qui parasitent certaines espèces végétales, en particulier le maïs, la pomme et le raisin. Ces conclusions n'ont pas été confirmées et ne doivent pas être versées au dossier à charge contre les aliments biologiques.

Comment se fait-il que les conclusions des partisans des aliments biologiques sont à l'opposé de celles des comités officiels, des agences gouvernementales et des instances académiques ? Nous ne retiendrons pas les explications les plus simples et les plus polémiques qui reposent sur des affirmations le plus souvent sans fondement : les experts ont des liens étroits, personnellement ou leur laboratoire, avec les grands groupes industriels et les *lobbies* agricoles, et ont perdu la liberté de s'exprimer en toute objectivité ; les tenants de l'agriculture biologique sont prêts à vendre leur âme pour défendre une cause qui l'emporte sur toute autre considération : tout ce qui n'est pas « biologique » met en danger le développement durable et doit donc être rigoureusement combattu. Tenons-nous en au fond. La plupart du temps, les « pro bio » mettent en avant des avantages nutritionnels qui ont pu être décelés dans quelques aliments biologiques et en tirent une conclusion générale : se nourrir bio est meilleur pour la santé ! Ils raisonnent en terme d'aliments (et encore sélectionnent-ils ceux qui leur permettent de défendre au mieux leur point de vue), alors que ceux qui ne voient pas d'avantages dans une alimentation bio font remarquer que ce qui est important, c'est la diète globale : les « moins » et les « plus » se fondent dans les apports de toutes les composantes de la ration alimentaire. Ne se plaçant pas à la même échelle, ne parlant pas de la même chose, les deux parties ne sont pas nécessairement en désaccord sur les données brutes. Elles le sont, par contre, sur les interprétations que l'on peut en faire. Ce qui importe, c'est l'équilibre global de la ration, de sorte que les différences entre produits bio et produits traditionnels ne sont guère significatives en termes de santé publique. L'Agence Bio, qui ne peut être soupçonnée d'activisme « anti bio », l'a bien compris. Il suffit de se rendre sur son site pour noter que les deux seules caractéristiques portées au bénéfice de l'agriculture bio sont la protection de l'environnement et le

bien-être des animaux. Point n'est fait mention d'un plus nutritionnel ou sanitaire. Et si vous interrogez les responsables de l'agence, ils vous répondront qu'il ne s'agit pas d'un oubli, mais qu'ils doivent tenir compte de ce que rien n'est prouvé en la matière. Et qu'ils perdraient de leur crédibilité en mettant en ligne des allégations qui ne sont pas scientifiquement reconnues par la communauté des nutritionnistes.

14 Pourquoi les aliments biologiques sont-ils chers ?

Chacun le reconnaît, les aliments biologiques sont plus chers que les aliments conventionnels. Selon les filières et les modes de distribution, on observe des écarts de prix allant de 20 % à 80 %. L'association des familles rurales a enquêté au cours de l'été 2010. Ce qu'elle a trouvé est particulièrement frappant : le prix moyen des fruits bio est 68 % plus élevé (5,54 euros



Les produits bio
sont souvent
plus chers
que les produits
conventionnels

le kg au lieu de 3,29 euros) et celui des légumes bio 69 % plus élevé (3,23 euros le kg au lieu de 1,91 euros). Quelques mois auparavant, la revue *Que Choisir* avait déjà montré que les aliments bio étaient en moyenne 57 % plus chers que les produits des marques de distribution et que l'écart s'accroissait avec les produits de marques. Ces différences se retrouvent dans le prix d'un *cheeseburger* bio qui, à l'automne 2010, se vendait 2,50 euros au lieu de 1,75 euros pour un *cheeseburger* classique dans une chaîne de restauration rapide.

Les aliments biologiques ne sont donc pas à la portée de toutes les bourses. Ils le savent bien, ces maires qui ont décidé de nourrir les enfants des cantines scolaires avec des aliments bio et qui, voulant éviter des dépenses supplémentaires aux parents, ont provisionné des sommes importantes dans leur budget pour faire face aux suppléments de dépenses induits par ce choix.

Pourquoi ces prix plus élevés ? Il y a à cela de nombreuses raisons :

- les rendements de l'agriculture bio sont inférieurs à ceux de l'agriculture conventionnelle, en moyenne de 30 à 60 % ;
- les coûts de production sont plus élevés : des semences plus chères que les semences traditionnelles (elles doivent être produites en agriculture biologique ce qui a pour conséquence de diminuer le choix et d'accroître les coûts d'un facteur 1,5 à 3), davantage de passages de machines agricoles (labours, hersages), davantage de main-d'œuvre, des produits « naturels » de traitement coûteux à l'emploi (leur prix est plus élevé que les produits de synthèse, de même que le nombre de traitements) ;
- en raison de ce qui fait son essence (la polyculture), l'agriculture bio n'a pas la capacité de fournir suffisamment du même produit « standard » (légumes et fruits en particulier) pour abaisser les coûts d'approvisionnement des grandes centrales de distribution. Les hypermarchés et les chaînes de restauration ont de la peine à se fournir en produits bio de manière régulière et en quantité suffisante. D'où des surcoûts liés à des problèmes de logistique. De sorte que les aliments biologiques ont quitté les magasins spécialisés pour gagner les rayons des grandes surfaces sans que les prix aient baissé ;
- en Europe, et davantage encore en France, la demande en aliments biologiques croît plus vite que l'offre. La tension sur les marchés n'est pas favorable à une diminution des prix par le seul jeu de la concurrence ;

- les consommateurs sont prêts à dépenser plus pour satisfaire leur appétit pour les produits biologiques. En Europe, à l'exception du Royaume-Uni où les ventes ont chuté de 13 %, le marché du bio n'a pas souffert de la crise de 2009 : les populations de l'Europe des 15 déboursent chaque année près de 15 milliards d'euros pour s'approvisionner en aliments biologiques, dont 12 milliards dans seulement quatre pays : l'Allemagne, le Royaume-Uni, la France et l'Italie. C'est en Autriche et en Allemagne que la part des aliments biologiques est la plus importante (5 % en Autriche) ;
- les aides reçues par hectare d'agriculture biologique, mises en place par la Commission européenne dans le cadre de sa politique environnementale, très sensiblement supérieures aux aides reçues par l'agriculture conventionnelle, ne suffisent pas à combler l'ensemble des surcoûts.

On ne voit guère ce qui pourrait changer la donne dans l'avenir, sauf d'assister à un accroissement très significatif de la production d'où découlerait une meilleure organisation de la circulation des produits et donc des marchés. Mais même dans ce cas, en raison des surcoûts de production liés aux facteurs que nous venons d'évoquer, se nourrir bio continuera à coûter plus cher. Il reste donc aux consommateurs d'accepter cette situation et de se résigner à dépenser davantage pour contribuer, dans un geste citoyen, à la diminution de l'usage des produits chimiques de synthèse par l'agriculture, pour manger des aliments qu'ils jugent meilleurs pour leur santé ou à leur goût, ou encore pour des raisons d'éthique personnelle. Payer plus pour protéger sa santé n'a pas, comme on l'a vu, beaucoup de sens : de ce point de vue, les aliments biologiques ne présentent en effet guère d'avantages sur les aliments conventionnels. Payer plus pour protéger l'environnement mérite d'y réfléchir à deux fois puisqu'il n'est pas facile de faire la part entre une moindre dissémination de produits phytosanitaires et d'engrais azotés de synthèse dans le milieu environnant (un « plus » pour le bio) et l'impact sur l'effet de serre (souvent un « moins » pour le bio).

Nos aliments

sont-ils dangereux ?

Les grandes famines qui ont ravagé notre pays au cours de son histoire témoignent malheureusement trop bien que les Français n'ont pas toujours mangé à leur faim, loin s'en faut. À notre époque, sans oublier que l'aide alimentaire permet à nos compatriotes les plus démunis d'éviter une sous-nutrition chronique, la majorité des Français, et avec eux les habitants des pays riches, sont davantage menacés de pléthore que de manque. La révolution agricole qui a suivi la deuxième guerre mondiale, avec le triomphe d'une agriculture productiviste utilisatrice de machines agricoles et grande consommatrice d'engrais, de produits phytosanitaires et de semences améliorées est passée par là. Mais depuis une trentaine d'années,



Le secours
du potage à Paris,
pendant la famine de
1709 (dessin de Sellier,
d'après une estampe
du XVIII^e siècle)



une nouvelle préoccupation s'est fait jour, celle que notre nourriture nous rende malade. Les consommateurs européens se disent inquiets des risques associés à leur alimentation. Ils craignent les contaminations chimiques, en particulier par les pesticides, et les contaminations bactériennes, un peu moins. Un Européen sur dix seulement estime que se nourrir aujourd'hui ne présente aucun risque pour sa santé. Il y en a donc 90 % qui manifestent une certaine défiance vis-à-vis de ce qu'ils mangent. Les messages rassurants (« Jamais notre alimentation n'a été plus sûre qu'en ce début du XXI^e siècle ») que leur adressent les pouvoirs publics, les industriels, les scientifiques ne sont pas entendus, ce qui n'est pas surprenant quand on se souvient des crises que les Européens ont vécues

ces trente dernières années. Et pourtant ces messages sont conformes à la réalité.

Excepté le cas dramatique des huiles espagnoles dont la commercialisation a été responsable de 1 000 morts et de 5 000 handicapés en 1981, le nombre d'accidents mortels provoqués par des intoxications alimentaires est très faible, même insignifiants (quelques dizaines chaque année) au regard des centaines de milliers de morts recensés entre 1980 et 2010 sur les routes françaises. Mais les « accidents alimentaires » pèsent beaucoup

Les inquiétudes des Français

Les Français sont préoccupés par la présence de résidus de pesticides dans les fruits, les légumes et les céréales (80 %), de mercure dans le poisson ou de dioxine dans le porc (80 %), d'antibiotiques ou d'hormones dans la viande (77 %). Ils se disent soucieux de l'utilisation d'additifs par les industries alimentaires (66 %), des risques d'intoxications dues à des bactéries (65 %) et de la présence d'OGM (64 %) ou de nanoparticules (52 %) dans les aliments ou les boissons. Pour s'informer, ils font confiance à leur médecin (92 %), aux associations de consommateurs (85 %), à leur entourage (78 %), aux scientifiques (76 %), un peu moins aux agriculteurs (60 %) et assez peu aux pouvoirs publics (40 %), à internet (30 %), aux distributeurs (26 %) et aux industriels (25 %). D'une manière générale, ils ne croient pas en la parole des professionnels de la chaîne alimentaire qu'ils accusent de mentir pour sauvegarder leurs intérêts financiers.

- Huile de colza espagnole contaminée avec de l'aniline (1981).
- Vaches folles (1985 pour les bovins, 1996 pour l'homme).
- *Listéria* contaminant des vacherins suisses (1987), des charcuteries et des rillettes françaises (1992, 2000).
- Veaux belges élevés avec des hormones (1995).
- Lait français contenant de la dioxine (1998).
- Steaks hachés contenant la bactérie *E. coli* O157:H7 (2005, 2009).

Les grandes
crises
sanitaires

plus lourds dans l'imaginaire des Français. Notre société n'accepte pas que se nourrir puisse présenter le moindre danger. Les accidents d'origine alimentaire sont dus à la présence de microorganismes pathogènes, de substances toxiques (certaines mutagènes ou cancérigènes), de molécules allergisantes (de nombreuses protéines) ou mal tolérées (lactose du lait, gluten de blé) et de débris divers (verre, métal). Ces derniers peuvent se retrouver accidentellement dans un aliment ou une boisson (col de bouteille ébréché, détecteur de métaux en ligne défectueux), mais cela arrive très rarement. Le respect des bonnes pratiques de fabrication, de transport et de conservation permet d'éviter les intoxications sérieuses d'origine bactérienne (listériose, salmonellose, etc.) : les microorganismes qui en sont responsables sont connus, leur physiologie aussi, ce qui permet de déterminer les dates limites de consommation (DLC) obligatoirement portées sur les étiquettes. Au-delà de ces dates, il est très vivement recommandé de ne plus consommer les produits car le nombre de bactéries pathogènes — il y en a souvent — pourrait dépasser celui qui est considéré sans danger pour l'homme. Un étiquetage approprié informe les consommateurs de la présence de produits allergisants : les personnes sensibles n'ignorent pas qu'ils doivent lire les étiquettes avec soin pour éviter des accidents parfois dramatiques. Reste la présence de substances toxiques (résidus de pesticides, métaux lourds, dioxines, mycotoxines des moisissures) dont les effets sont plus difficiles à apprécier.

15 Comment mesurer l'absence de toxicité d'un aliment ?

C'est compliqué. Il faut distinguer le cas des additifs alimentaires, des contaminants accidentels et des nouveaux aliments. Avant d'être mis sur le marché, un additif alimentaire est soumis à une évaluation scientifique de son innocuité : la

quantité autorisée, variable avec les aliments, est limitée à la dose minimale nécessaire pour atteindre l'effet désiré (stabilité d'une mayonnaise, par exemple), sans dépasser celle qui ferait franchir la dose journalière qui mettrait en danger la santé des consommateurs les plus sensibles. En cas de contamination par une substance étrangère, comme un pesticide, un aliment ne peut être vendu que si la limite maximale de contaminant fixée par voie réglementaire n'est pas franchie.



Les additifs alimentaires sont testés sur des animaux de laboratoire pour évaluer leur innocuité, avant leur exploitation par l'industrie alimentaire

Enfin, un nouvel aliment — par exemple, celui issu d'une nouvelle technologie de production ou de fabrication — n'est commercialisé que si sa consommation est reconnue sans danger.

Trois questions sont posées aux toxicologues : un nouvel additif est-il exempt de toxicité et en quelle quantité peut-on l'utiliser sans effets nocifs pour la santé ?

Un aliment contaminé par son environnement (produits phytosanitaires, dioxines, métaux lourds, etc.)

reste-t-il consommable ? Un aliment

nouveau par son origine (nouvellement

importé), son mode de production (organismes génétiquement modifiés) ou ses conditions de fabrication (procédé innovant comme le fut l'irradiation des aliments) est-il sain ?

Les toxicologues s'appuient sur des analyses longues et coûteuses, chimiques et sur animaux, pour s'assurer que les aliments et les additifs ne sont pas nocifs, mais répondre à ces questions n'est pas facile. En effet, dire qu'un aliment est dangereux parce qu'il contient une substance toxique est une vision non seulement simpliste (ce qui ne serait pas grave), mais également fausse. Heureusement, car autrement il faudrait s'abstenir de manger et de boire. Tous les produits alimentaires, même les aliments biologiques, contiennent en effet des traces de substances toxiques. S'il était vrai que « présence » signifie « danger », la commercialisation des pommes de terre serait interdite car elles contiennent un alcaloïde toxique, la solanine (absorbée en grande quantité, la solanine, concentrée dans le germe et dans les parties vertes de la pomme de terre, irrite les muqueuses et provoque des maux de tête, parfois des diarrhées : il est recommandé

d'éliminer ces parties vertes). Ainsi que celle des haricots ou des pois avec leur hémagglutinine, ou des amandes avec leur précurseur d'acide cyanhydrique.

Les toxicologues le répètent souvent, « c'est la dose qui fait la toxicité ». Au début du ^{xvi}^e siècle, le médecin suisse Paracelse le disait déjà avec ses mots : « Toutes les choses sont poisons et rien n'est sans poison, seul le dosage fait le poison. » Il suffit de remplacer « poison » par « toxique » et tout est dit. Sur cette base, il faut donc affiner notre définition et préciser qu'un aliment ne présente de risques pour la santé que s'il contient une substance toxique *en quantité suffisante* pour le rendre nocif. Il faut donc déterminer « cette quantité suffisante ». Il faut rapprocher deux informations pour faire ce calcul : quelle dose d'une substance absorbée quotidiennement et pendant toute une vie est toxique ? Quelle est la consommation journalière maximale en aliments qui pourraient contenir cette substance toxique ? Manger de temps à autre un aliment qui contient une substance toxique en faible quantité est probablement sans conséquence, alors qu'en manger très régulièrement risque de mettre la santé, voire la vie, en péril. Il est très différent de fumer une cigarette après son café ou de brûler un ou deux paquets par jours. Ou encore de boire un verre de vin pour accompagner son déjeuner ou de dépasser le litre quotidien.

Pour y voir plus clair, les toxicologues ont défini deux indices : la « dose journalière admissible » (DJA) pour les additifs et son équivalent — la « dose journalière tolérable » (DJT) — pour les substances contaminantes. La DJA est la quantité d'un additif alimentaire, exprimée sur la base du poids corporel, qui peut être ingérée quotidiennement une vie entière sans risque appréciable pour la santé. Ce n'est pas un seuil de toxicité, c'est un niveau de consommation sans danger.

La DJA est un concept inventé par le professeur René Truhaut et utilisé pour la première fois en 1961 par la FAO et l'OMS.

Voici la DJA pour quelques additifs :

- 40 mg/kg de poids corporel/jour pour l'aspartame (édulcorant E951) ;
- 25 mg/kg/jour pour l'acide sorbique (conservateur E200) ;
- 200 mg/kg/jour pour le caramel ammoniacal (colorant E150c) ;
- 6 mg/kg/jour pour l'acide fumarique (acidifiant correcteur d'acidité-exhausteur de goût E297) ;
- 0,5 mg/kg/jour pour le BHA (butylhydroxyanisol : anti-oxydant E320) ;
- 12,5 mg/kg/jour pour la gomme Karaya (agent de texture E416).

La dose
journalière
admissible
(DJA)

La définition de la DJT est identique, si ce n'est qu'elle s'applique aux contaminants. Pourquoi deux définitions ? Simple-ment parce qu'on ne peut pas considérer de la même manière des substances qui sont volontairement introduites dans les aliments pour « améliorer » leurs propriétés (additifs) et celles qui s'y retrouvent « accidentellement » : la présence de contaminants est subie et ne peut qu'être tolérée, l'ajout d'additifs est volontaire. Parler de dose admissible pour un contaminant sous-entendrait que son addition volontaire est acceptable, ce qui est bien sûr... inacceptable !

Ceci dit, les méthodes utilisées pour fixer ces seuils — essais de toxicité sur animaux et sur cellules en culture — sont les mêmes. Ces essais permettent de déterminer la dose sans effet nocif démontrable (DSE) sur l'animal le plus sensible, puis d'en déduire la DJA et la DJT en appliquant un facteur de sécurité. La valeur de la DSE est généralement divisée par 100 pour tenir compte des différences de sensibilité entre les hommes et les animaux, entre les hommes eux-mêmes (il existe des groupes plus sensibles comme les personnes malades, dénutries, âgées et les femmes enceintes) et des éventuelles synergies entre plusieurs substances.

On peut maintenant passer des DJA et des DJT aux quantités de substances autorisées (additifs) ou tolérées (contaminants) dans les aliments qui ne rendent pas ces derniers impropres à la consommation. Pour ce calcul, les quantités ingérées de toutes les catégories d'aliments sont calculées en se basant sur des études de consommation. Un simple calcul prenant en compte la consommation et les doses journalières à ne pas dépasser permet alors de déterminer les doses autorisées d'additifs alimentaires et les limites maximales de résidus (LMR). Ces doses et ces limites sont spécifiques à chaque famille d'aliments car les niveaux de consommation, et donc d'exposition à la substance, ne sont pas tous les mêmes. Dans l'Union européenne, les aliments destinés à la consommation humaine ou animale ne peuvent être commercialisés que si la barrière de la LMR n'est pas franchie. Dans le cas des additifs, des conditions d'emploi sont fixées de manière à ce que la DJA ne soit pas dépassée : c'est la quantité d'utilisation maximale autorisée. On notera que compte tenu des niveaux de sécurité, il n'y a pas grand risque à manger de temps à autre un aliment qui serait un peu plus contaminé qu'autorisé (c'est parfois le cas, rarement, avec les fruits et légumes). Un dépassement occasionnel de la DJA ou de la DJT n'est pas problématique car, on l'aura

compris, c'est l'effet cumulé d'un dépassement régulier qui l'est. De plus, il arrive qu'aucune limite réglementaire ne soit fixée pour l'utilisation d'un additif : dans ce cas, celui-ci doit être utilisé « selon les bonnes pratiques de fabrication », sans dépasser la dose nécessaire pour obtenir l'effet recherché.

Restent les nouveaux aliments. Dans ce cas, les méthodes traditionnelles de la toxicologie ne sont pas utilisables car l'application des protocoles expérimentaux retenus pour évaluer la toxicité d'une substance bien définie conduirait à faire manger aux animaux d'énormes quantités d'aliments, incompatibles avec leur capacité d'assimilation, des kilogrammes par jour pour un rat ! L'évaluation de l'innocuité est alors fondée sur une comparaison entre le « nouvel » aliment et un aliment déjà connu qui lui est « équivalent ». Certes, ce dernier n'a jamais été soumis à des tests toxicologiques, mais comme il est consommé depuis très longtemps, on peut considérer que sa salubrité est garantie. C'est en comparant la composition chimique des deux aliments que les experts concluent, ou non, à une « substantielle équivalence ». En cas de réponse positive, le nouvel aliment est autorisé. Si une ou plusieurs molécules nouvelles sont identifiées, les tests de toxicité classiques sont effectués sur ces molécules.

La mise en œuvre de ces méthodes n'est pas la panacée, mais est néanmoins jugée par les toxicologues comme un puissant garde-corps (elles ne semblent pas adaptées à l'évaluation des perturbateurs endocriniens comme le bisphénol). Les outils d'analyse toxicologique répondent de manière satisfaisante à des expositions à un composé unique et dans des gammes de concentration provoquant des effets mesurables, mais ne permettent pas d'apprécier avec certitude les conséquences de la présence de molécules toxiques à faible dose, pendant de longues périodes et en mélange avec d'autres substances également en faible quantité (on parle d'« effet cocktail »). On y verra plus clair une fois qu'auront été développés des protocoles d'analyse capable de déceler des effets peu visibles, dont certains pourraient même se transmettre d'une génération à l'autre. Pour bien comprendre les dangers que court notre organisme, les chercheurs doivent identifier les organes et tissus qui sont les cibles des contaminants (elles sont différentes selon l'espèce chimique) et comprendre les mécanismes d'action au niveau moléculaire et cellulaire sur le fonctionnement des gènes, la synthèse des protéines, et donc le métabolisme des cellules.

16 Comment notre corps se défend-il contre les substances toxiques ?

On a vu que des substances présentes dans nos aliments, formées lors de leur préparation ou issues de l'industrie chimique via les pratiques agricoles et l'environnement, sont toxiques pour l'homme, sans parler de celles qui préexistent dans les plantes. Il faut vivre avec elles, ce que fait fort bien notre corps car il dispose des « outils » nécessaires à leur élimination, à condition toutefois qu'elles ne soient pas hautement toxiques ou présentes en trop grande quantité. C'est la raison pour laquelle c'est la dose qui fait le poison et qu'une très faible quantité de contaminant est généralement sans effet.

Le foie est au cœur du système de défense contre les « xénobiotiques », ces substances étrangères à notre organisme qui porteraient atteinte à notre santé si on les laissait faire. C'est un puissant agent de détoxification capable de transformer les substances toxiques pour que les reins puissent les éliminer. Par son activité, il s'oppose à leur accumulation. En cela, le foie est un organe indispensable à notre survie. Mais avant qu'il puisse remplir son rôle, il aura fallu que les contaminants franchissent les barrières intestinales et soient véhiculés par le système circulatoire.

Les premiers contacts entre les substances toxiques d'un aliment et l'organisme ont lieu au sein du tube digestif, depuis l'œsophage jusqu'à l'extrémité du gros intestin en passant par l'estomac et l'intestin grêle. Ces organes ont en commun d'être tapissés d'une muqueuse irriguée par un important réseau de capillaires, mais c'est presque exclusivement au niveau de l'intestin que les xénobiotiques passent dans le sang. Auparavant, il aura fallu que ceux-ci soient libérés de la matrice alimentaire dans laquelle ils se trouvaient enfermés car la paroi intestinale est infranchissable par les aliments, mêmes réduits à l'état de très petites particules. Ce sont la dilacération mécanique, dans la bouche et l'estomac, et les enzymes digestives qui vont assurer cette libération en transformant notre nourriture en molécules plus ou moins rapidement assimilables. Les xénobiotiques peuvent alors s'attaquer aux muqueuses et les altérer (il existe heureusement un puissant mécanisme naturel de réparation des lésions). Ils peuvent également être entraînés par le bol alimentaire et être éliminés avec les

selles, à moins que les bactéries présentes dans le colon, et leurs nombreuses enzymes, n'aient joué un premier rôle épurateur. Enfin, beaucoup d'entre eux, se joignant à tous les nutriments, vont franchir la barrière intestinale et se retrouver dans le système capillaire avant de rejoindre le foie par la veine porte. À l'exception de quelques xénobiotiques, comme l'arsenic, le césium ou le plomb, qui se fixent sur les globules rouges, la majorité d'entre eux est transportée par le plasma et les protéines plasmatiques. À ce stade, les sels biliaires facilitent le transfert des substances peu solubles dans l'eau. Le foie se protège et protège le reste de l'organisme contre les molécules chimiques indésirables en les empêchant d'atteindre la circulation générale et les autres organes. Dans la majorité des cas, les xénobiotiques sont modifiés pour qu'ils puissent s'associer à des molécules endogènes (déjà présentes dans le foie) afin d'être excrétés : les xénobiotiques liposolubles (solubles dans les graisses) sont transformés en métabolites hydrosolubles (solubles dans l'eau). Cette conversion se fait en deux étapes :

- au cours de la première étape, en procédant à des oxydations, mais pas uniquement, les enzymes des cellules hépatiques transforment la structure des xénobiotiques en les rendant plus réactifs : ainsi, le benzène est transformé en phénol. À chaque famille de xénobiotiques correspond une famille particulière d'enzymes pour les modifier. C'est souvent l'arrivée d'une molécule étrangère qui provoque leur fabrication dans les cellules hépatiques. Les xénobiotiques sont ainsi à l'origine de leur propre élimination ;

- lors de la seconde étape, des conjugaisons avec des molécules endogènes (glutathion, acides aminés, acide glucuronique, etc.) et hydrophiles (qui ont une forte affinité pour l'eau) forment des complexes hydrosolubles, rendant ainsi possible leur entrée dans la voie urinaire et donc leur élimination. Dans quelques rares cas, il arrive que cette « biotransformation » accroisse la toxicité de la molécule, notamment quand la conjugaison ne s'opère pas : les molécules intermédiaires peuvent alors se lier aux structures cellulaires et les endommager. Certains xénobiotiques peuvent être également exportés par la bile dont l'une des propriétés est de faciliter la solubilisation des substances lipophiles (qui ont de l'affinité pour les graisses).

L'efficacité de ce processus varie avec l'âge, le sexe et l'état sanitaire des individus. Et, bien sûr, aussi selon la nature des

substances toxiques : certaines résistent au processus naturel de détoxification et s'accumulent dans nos tissus. Qualifiés de « polluants persistants », ils s'accumulent souvent dans les tissus adipeux qui les captent et les stockent car ils ont beaucoup d'affinités pour les matières grasses. De sorte que les personnes obèses ont 2 à 3 fois plus de contaminants dans leur corps que les personnes minces. D'autres xénobiotiques se retrouvent dans le lait maternel, ce qui peut présenter un danger pour les enfants lors de l'allaitement, ou dans les cheveux, ce qui tire moins à conséquence (mais permet de détecter des empoisonnements à l'arsenic).

Dans le cas où le foie est dépassé par l'importance de la contamination et ne peut tenir son rôle d'épurateur, on peut assister à des modifications du matériel génétique (ADN), à une destruction de protéines essentielles à la vie et à une dégradation des membranes cellulaires. La toxicité s'installe, pouvant aller progressivement jusqu'à la mort.

17 Les aliments sont-ils cancérigènes ?

Comment ne pas s'inquiéter si l'alimentation est devenue tellement nocive qu'elle serait responsable de 30, 50 voire 80 % des cancers, ainsi que certains n'hésitent pas à l'affirmer ? Mais, à l'inverse, pourquoi ne pas relativiser ces déclarations alors que la Ligue nationale contre le cancer affirmait en 2003 que « quelles que soient les pratiques alimentaires, elles ont, en France, une influence relativement faible sur le développement des cancers par rapport à des cancérigènes puissants tels que le tabac ou la consommation élevée d'alcool ? ». Il y a plusieurs raisons à cela : l'inquiétude que suscite une maladie qui a provoqué 150 000 décès en 2009 (première cause de mortalité chez l'homme et deuxième chez la femme) et dont 350 000 cas nouveaux sont diagnostiqués tous les ans ; le regard porté sur notre nourriture dont nous ne tolérons pas qu'elle puisse nous rendre malade, alors qu'il est tout pardonné aux cigarettes et aux boissons alcoolisées ; le fait qu'en raison des difficultés d'évaluation, la communauté médicale et scientifique avance à petit pas pour évaluer les effets des habitudes alimentaires sur le cancer.

Personne ne nie qu'il existe une relation entre alimentation et cancer, en bien ou en mal. Ce sont des études comparant la manière de manger dans différents pays, partout dans le monde, au nombre de cancers au sein d'une population — ce

sont des études épidémiologiques — qui l'ont montré. Dans certains pays, les cancers du sein, de la prostate ou du colon sont jusqu'à trente fois moins nombreux et ces différences sont attribués au mode de vie, en particulier à l'alimentation. Une série de questions vient à l'esprit : peut-on réduire les risques de développer un cancer avec une alimentation bien choisie ? Les conditions de fabrication ou de cuisson des aliments peuvent-ils générer des substances cancérigènes ? Les aliments contaminés par des produits chimiques de synthèse sont-ils cancérigènes ?

La première constatation est qu'une consommation élevée de fruits et de légumes, crus et cuits, diminuent les risques de cancers des voies digestives (bouche, œsophage, estomac, colon). Leur effet protecteur — on ne dit pas curatif — est aujourd'hui une certitude. Par exemple, manger 400 g de légumes tous les jours, au lieu de 40 g seulement, divise par trois ou quatre les risques de cancer de l'estomac. Tous les fruits et légumes sont bons à prendre, il n'y a pas de plantes miracles. C'est un cocktail de molécules qui protège nos cellules : minéraux, antioxydants et vitamines. Si on y regarde de plus près, on observe qu'une

L'avis
de la majorité
des oncologues
et des
nutritionnistes

Il n'y a pas d'aliment ou de complément alimentaire qui soignent le cancer.

Un régime équilibré, accompagné d'un peu d'exercice tous les jours (marche), sans inutiles compléments alimentaires, réduit les risques de cancer de 20 à 50 %.

Un régime déséquilibré, riche en calories, provoquant l'obésité, accroît les risques de cancer.

La consommation de volailles et de poissons est sans effet.

Les risques de cancer diminuent en consommant des fruits et légumes (crus ou cuits).

La consommation de fibres pourrait protéger contre le cancer du colon, de même la consommation de lait contre les cancers du sein (avant la ménopause) et du colon.

Il est possible qu'une consommation excessive de produits laitiers (au moins 5 fois par jour tous les jours) puisse augmenter le risque de cancer de la prostate.

Une forte consommation de viandes rouges (plus de 500 g par semaine) et de charcuteries augmente les risques de cancer colorectal.

Il faut boire de l'alcool avec grande modération.



consommation élevée — tous les jours matin et soir — de charcuterie et de viande rouge est corrélée aux risques de cancer du colon. À l'inverse, la consommation de viandes blanches (poulet, veau) et de poissons n'est pas un facteur de risque. Enfin, on a longtemps pensé que la consommation de fibres — on en trouve dans les fruits, les légumes et les produits céréaliers, le pain complet, par exemple — protégeait des cancers et que celle de graisses les favorisait. Les études récentes, menées à grande échelle, n'ont pas confirmé ce diagnostic bien qu'un effet préventif des fibres sur le cancer du colon soit possible.

Des auteurs médiatiques vont plus loin et donnent des conseils précis pour prévenir les cancers, sinon pour les soigner (ils ont inventé la « nutrithérapie ») ou du moins pour accroître l'efficacité des chimiothérapies. La liste cumulée des aliments bénéfiques, à entendre ces thérapeutes, s'allonge régulièrement : manger des tomates, du soja, des brocolis, du raisin, des algues, du chocolat noir, de l'ail, du curcuma, du thym, du romarin, du gingembre, des airelles, des bleuets (sic), le tout accompagner d'une tasse de thé vert est recommandé. Face à des maladies qui les laissent très démunis, les patients sont prêts à croire au miracle. Malheureusement, ces indications reposent le plus souvent sur des expériences personnelles sans bases scientifiques solides soumises à évaluation collective. Il faut donc, pour le moins, rester très circonspect. De même que vis-à-vis de compléments alimentaires réputés réduire les risques. Ainsi, on peut lire qu'une consommation régulière et élevée de bêta-carotène protégerait du cancer du poumon : ce n'est malheureusement pas le cas. Au contraire, les fumeurs prenant des pilules de bêta-carotène sont davantage menacés par un cancer du poumon. La Ligue contre le cancer le rappelle : « Les vitamines que contiennent les fruits et légumes (qu'ils soient crus, cuits, frais ou congelés) sont mieux adaptées aux besoins de l'organisme et moins coûteuses que les compléments vitaminiques du commerce. »

La manière dont les aliments sont préparés a aussi son importance. Lorsque des aliments riches en amidon (céréales, tubercules) sont soumis à des températures supérieures à 120 °C (friture, cuisson sur le grill et dans un four), il se forme une molécule cancérigène : l'acrylamide. Ce n'est qu'en 2002 que des chercheurs suédois ont fait cette découverte. Depuis, et bien qu'un risque lié à la consommation de produits aussi anciens que les pommes de terre frites, les beignets et le pain

n'ait jamais été décelé, les industriels, notamment les fabricants de chips, ont modifié leurs procédures de fabrication pour diminuer les teneurs en acrylamide. Chez soi, il est recommandé d'éviter de trop chauffer les huiles de fritures. Les grillades posent aussi problème : des précurseurs de substances cancérigènes (des amines hétérocycliques issues de la transformation des acides aminés) apparaissent pendant la cuisson des viandes à haute température. Si la grillade est faite au barbecue, la formation de benzopyrènes provenant de la combustion du bois aggrave le tableau. Ceci dit, une bonne grillade avec des frites de temps en temps ne fait pas de mal ! Toujours parce que c'est la dose qui fait le poison. Le risque de surexposition à des molécules cancérigènes est en effet très limité. Surtout en prenant quelques précautions : placer la grille à au moins 10 cm des braises pour main-



tenir la température de cuisson en dessous de 220 °C, ne pas utiliser un charbon de bois ordinaire (non épuré), ne pas raviver le feu avec des allume-feu, retirer le gras apparent des viandes, nettoyer régulièrement les grilles de cuisson.

En fait, la première cause de cancer liée à l'alimentation est l'obésité, indirectement : les risques de cancer du colon et de l'œsophage chez l'homme, du colon, de l'endomètre (la muqueuse de l'utérus), des reins et des seins chez la femme (surtout ménopausée) augmentent avec elle (maigre consolation, la prévalence des maladies cardio-vasculaires et du diabète de type 2 augmente encore davantage !). Un excès de graisse accroîtrait la quantité d'hormones dans le sang : davantage d'insuline ou d'œstrogènes pourrait favoriser la multiplication des cellules cancéreuses.

D'autres causes sont possibles : la contamination des aliments par les mycotoxines (voir plus loin, question 20) et une teneur élevée en nitrosamines. Ces dernières, présentes en grande quantité dans des poissons salés (comme en Chine), peuvent être la cause de cancers du pharynx. Un excès de sel pourrait être à l'origine d'une lésion des cellules des parois de l'estomac, ce qui favoriserait l'apparition de cellules cancéreuses. Par contre, la consommation d'acides gras *trans* industriels serait accusée à tort de favoriser différents types de cancer.

Mais ce qui inquiète le plus les Français, ce sont les résidus de pesticides. Cette question est si importante que nous y consacrons, plus loin, un chapitre entier.

Pour l'essentiel et en résumé, on retiendra avec le Fond mondial de recherche sur le cancer que « les individus ayant une alimentation équilibrée, à base de produits végétaux, pratiquant une activité physique et maintenant un poids corporel optimal ont un risque de cancer significativement moins élevé ». C'est plus un comportement alimentaire que des aliments spécifiques qui a une incidence sur la réduction ou l'accroissement des risques de cancer. Cependant, modérer sa consommation de viande, de graisses et de sel ne peut être que bénéfique.

18 Les fruits et légumes nous protègent-ils contre le cancer ?

Dire que manger des fruits et légumes protège contre le cancer est abusif. Il faut être plus clair et préciser que « manger 400 g de fruits et légumes tous les jours diminuent les risques de cancer des voies digestives ». Le Français moyen qui en consomme 350 g a encore un effort à faire. À quoi attribuer cet effet protecteur ? Au-delà des études épidémiologiques qui ont

mis en évidence des relations très « robustes » entre santé et consommation de fruits et légumes, il faut rechercher les bases biologiques des effets observés pour éventuellement les amplifier.

La première explication est simple. Les études de consommation ont montré que les individus qui mangent davantage de fruits et légumes sont également ceux dont le mode de vie est globalement le plus sain : fumant moins, buvant moins d'alcool, faisant moins d'excès, ils se portent mieux. C'est

donc une certaine manière de vivre, dont la consommation de fruits et légumes est un marqueur, qui assurerait le principal effet protecteur, de même que la sieste après déjeuner pourrait expliquer les vertus des habitudes alimentaires des Crétois. L'absence d'effets concluants de la consommation de fruits et



légumes lors de quatre essais de prévention nutritionnelle vient soutenir cette thèse.

Une deuxième explication avancée par les nutritionnistes est qu'en raison de leur teneur limitée en matières grasses et de leur richesse en eau, la consommation des fruits et légumes apporte moins de calories que la plupart des autres aliments tout en « coupant la faim » et donc en limitant les prises alimentaires. Dans un objectif assumé de perte de poids, les fruits et légumes pourraient donc aider les consommateurs à réduire les apports en calories de leur alimentation. Ils seraient donc un facteur de lutte contre l'obésité dont on a vu précédemment qu'elle favorisait la cancérogénèse.

Une troisième explication est que les fruits et légumes sont une source importante de micronutriments, tous indispensables au bon fonctionnement de notre corps : vitamines, minéraux, fibres et autres molécules variées. Ils participent de ce fait de manière significative à la couverture de nos besoins nutritionnels. Bien qu'il faille rester très prudent avec des chiffres qui ne tiennent pas compte des différences de composition entre les produits et des importantes fluctuations de consommation entre les individus, on peut estimer que les fruits et légumes apportent plus des deux tiers de nos besoins en vitamine C et les deux cinquièmes de ceux en fibres et en vitamines A et B9. Les apports en potassium (près de 30 %) et en magnésium (plus de 20 %) sont également très significatifs. Est-ce suffisant pour expliquer les effets protecteurs ? Probablement pas car on trouve ces micronutriments dans d'autres aliments.

On en vient donc à se demander si quelques molécules particulières, propres aux fruits et légumes, ou du moins à certains d'entre eux, n'auraient pas des effets particulièrement bénéfiques. De très nombreuses études s'appuyant sur des modèles animaux et cellulaires ont été entreprises dans le but de les identifier. Il n'est pas lieu ici d'entrer dans le détail, mais l'exemple des polyphénols illustre bien la complexité du sujet. En raison de leur réactivité et de leurs effets antioxydants, liés à leur structure chimique, les polyphénols des fruits et légumes — il en existe un très grand nombre — peuvent « piéger » les radicaux libres dont on sait qu'ils exercent des effets délétères



sur la vie des cellules. De plus, leur consommation active des gènes codant pour des enzymes de désintoxication, augmentant ainsi la capacité de notre organisme à neutraliser les substances cancérigènes auxquelles nous sommes exposés. Enfin, ces polyphénols peuvent inhiber des processus inflammatoires. Beaucoup d'autres molécules actives contre l'initiation, la promotion et la progression tumorales ont été identifiées : vitamines (B6, B9, B12, C, E), caroténoïdes, lycopène, sulfures d'allyle. Mais dans de nombreux cas, ces effets sont observés à des doses supérieures aux apports nutritionnels. On peut donc se demander si la consommation de 400 g de fruits et légumes apporte suffisamment de ces molécules à l'organisme pour exercer une action protectrice. En particulier, les effets attribués à l'ail, l'oignon, le chou ou la chicorée restent à démontrer.

Au final, on donnera la parole aux experts de l'Institut national de la recherche agronomique : « Notre connaissance sur les effets des fruits et des légumes sur la survenue des principales pathologies chroniques est incomplète. À l'heure actuelle, il n'y a pas de preuve expérimentale directe que la consommation de fruits et légumes soit responsable, *per se*, d'une diminution des principales pathologies chroniques, mais il n'y a pas non plus de preuve que ces effets n'existent pas. » Autrement dit, les fondements scientifiques des observations faites par les épidémiologistes restent mal connus. Ce n'est pas une raison pour réfuter le fait qu'une prise régulière de fruits et légumes a un effet protecteur contre les cancers des voies digestives. Même s'il n'y a pas de preuves formelles, les indices sont suffisamment convergents et nombreux pour y croire.

19 Quelles sont les conséquences sur notre santé de l'usage des antibiotiques dans les élevages ?

Dans le monde, les éleveurs utilisent des antibiotiques pour prévenir ou guérir les maladies infectieuses de leurs animaux et pour améliorer leurs performances, ce qui permet de réduire les coûts de production. Leur usage présente deux dangers pour la santé humaine : principalement, l'émergence et la diffusion de bactéries résistantes à un nombre croissant d'antibiotiques (si une bactérie résistante infecte un animal ou un humain, ces antibiotiques n'auront plus d'effet pour soigner la

maladie), mais aussi la présence de produits de dégradation de ces antibiotiques — des résidus — dans les aliments. L'apparition de bactéries antibiorésistantes est considérée comme un problème majeur de santé publique.

L'action curative peut concerner un animal, contribuant à limiter ses souffrances et à lui redonner santé et performances (par exemple, un retour à la production habituelle de lait). Elle peut également viser la totalité des animaux d'un élevage au sein duquel est apparue une infection particulièrement contagieuse. Des antibiotiques sont également administrés à des animaux soumis à de fortes pressions de contamination, par exemple après une opération. En Europe, l'utilisation d'antibiotiques comme additifs en vue d'améliorer la croissance des animaux en régulant leur flore intestinale est interdite depuis 2006. Bien qu'étant l'objet de nombreuses controverses, ces « régulateurs » restent cependant utilisés ailleurs qu'en Europe, notamment aux États-Unis. Comme dans toutes professions, il y a des escrocs qui ne respectent pas la réglementation et ajoutent des antibiotiques aux rations de leurs animaux. Ils sont heureusement l'exception.

Les pouvoirs publics ont édicté des règles d'homologation et d'utilisation, par exemple le respect d'un temps d'attente entre le traitement et la commercialisation des aliments de manière à ce que la présence de résidus ne comporte pas de risques. Un antibiotique ne peut être prescrit que s'il a obtenu une « autorisation de mise sur le marché » (AMM), comme pour les médicaments destinés à la santé humaine. L'éleveur ne peut se procurer ces antibiotiques que sur ordonnance d'un vétérinaire.

Il n'est pas facile d'assurer la traçabilité des antibiotiques en raison de la multiplicité des utilisateurs, ni d'exprimer les données recueillies de manière synthétique faute d'une unité commune de mesure. Il est cependant admis que le tonnage total vendu en médecine vétérinaire est au moins 70 % plus élevé qu'en médecine humaine, que la France est le deuxième plus gros utilisateur européen, que les quantités utilisées auraient diminué de 12 % en dix ans (à population animale constante), que l'élevage de porcs est le principal consommateur (50 % de la totalité de la consommation) et que, ramené à la quantité de viande produite, le lapin est l'animal le plus « gourmand » en antibiotiques.

Le risque d'un usage immodéré de ces molécules est l'apparition de souches résistantes. Comme il n'y a pas de barrière

entre le monde bactérien des hommes et des animaux, on peut craindre le transfert de ces gènes de résistance à des souches pathogènes pour l'homme. D'autant plus que les bactéries d'origine animale et les bactéries d'origine humaine possèdent un même pool de résistance. Il faut donc s'interroger sur la réalité de ces transferts. Cette question est d'autant plus sérieuse que le tiers des maladies nosocomiales — des infections contractées en milieu médical — est associé à des bactéries multirésistantes. Les informations manquent. Le cas de la résistance des entérocoques — des bactéries pathogènes — à l'antibiotique vancomycine est le plus documenté : il apparaît dans ce cas que les phénomènes de transfert restent mineurs. Une autre question se pose : les résidus d'antibiotiques présents dans les aliments d'origine animale sont-ils un danger pour ceux qui les consomment ? Les méthodes traditionnelles de la toxicologie ont été appliquées pour y répondre. Elles ont permis de déterminer les teneurs en résidus au-dessous desquelles la santé des consommateurs n'est pas mise en danger. Si des analyses montraient que ces teneurs étaient dépassées, l'application de la réglementation rendrait les aliments impropres à la commercialisation.

L'utilisation d'antibiotiques dans les élevages intensifs de porcs est la cible de critiques violentes, parfois fondées, mais pas toujours. Au cours des quarante dernières années, les unités de production sont devenues de plus en plus importantes, ce qui pose des risques sanitaires majeurs, en particulier des troubles respiratoires chroniques, et explique une tendance à utiliser davantage d'antibiotiques. On observe une très grande disparité entre les élevages : en Bretagne, 10 à 30 % des éleveurs sont redevables de plus de 50 % de la consommation totale. Il y a des « hyperprescripteurs » dont on ne peut que souhaiter qu'ils modifient leurs pratiques. Ces usages inconsidérés sont pour eux des solutions de facilité : il est plus simple, et moins coûteux, d'avoir recours à des antibiotiques que de mettre en cause les conduites d'élevage, en particulier la conception des bâtiments.

En pisciculture, les antibiotiques sont le plus souvent administrés par voie orale, parfois intégrés aux aliments lors de leur fabrication. Pour préserver la santé des consommateurs, un temps d'attente entre l'administration du médicament et la commercialisation doit être respecté. Il dépend de la température de l'eau, de l'espèce, de la taille des poissons et de leur alimentation.

On ne peut que souhaiter une diminution de la consommation des antibiotiques vétérinaires, comme en santé humaine, mais il est difficile d'imaginer qu'il soit possible de s'en passer. Leur emploi n'est pas seulement utile, il est indispensable. Leur usage est même autorisé en élevage biologique (les maladies infectieuses ne sont pas différentes de celles des élevages conventionnels). Il existe cependant des approches alternatives qui mériteraient d'être mieux utilisées, la première étant de prévenir plutôt que guérir en respectant impérativement d'excellentes conditions d'hygiène. Il est également possible de mettre en œuvre des pratiques d'élevage qui renforcent les défenses immunitaires des animaux, par exemple en permettant l'accès des animaux à des espaces de plein air. En pisciculture, la vaccination est également une alternative. À long terme, les travaux des généticiens destinés à créer des animaux plus résistants et néanmoins performants pourraient être payés d'effort. Mais ce n'est pas pour demain.

Et les hormones ? Des pays autorisent leur usage pour stimuler la croissance des animaux. Ce n'est pas le cas en Europe où les traitements sont strictement interdits, de même que l'importation de produits provenant d'animaux traités. Les Français ne courent donc pas de risque de se nourrir aux hormones, à moins de voyager, notamment aux États-Unis où ces pratiques sont le lot commun. Comme avec des antibiotiques, il existe des éleveurs malhonnêtes et peu scrupuleux qui ne respectent pas la réglementation. Ce sont des « fraudeurs » passibles des tribunaux qui ternissent l'image d'une profession qui, dans sa grande majorité, n'a rien à se reprocher.

20 Doit-on avoir peur des mycotoxines ?

Peu nombreux sont ceux qui ont entendu parler des mycotoxines, et pourtant elles ont provoqué bien des drames. Le mal des ardents (ou maladie de Saint-Antoine) qui « s'alluma chez les Limousins en 997 et fit un nombre incalculable de victimes chez les hommes et les femmes dont les corps furent consumés par un feu invisible » leur est imputable. Dû à la consommation d'une toxine présente en forte concentration dans un champignon parasite du seigle (l'ergot), le mal provoqua des milliers de morts au Moyen Âge. Les symptômes étaient nombreux : muscles raides, plaies purulentes et nauséabondes, gangrènes, douleurs violentes, prostration, démence. La dernière très



Ergot
du seigle

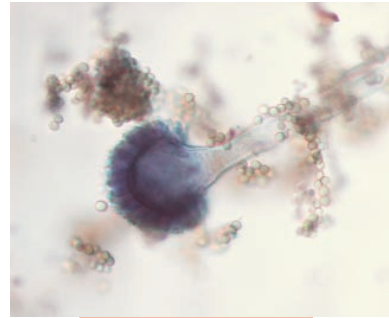
grande épidémie s'est manifestée en Union soviétique au cours de la seconde guerre mondiale après la commercialisation de céréales avariées qui avaient été conservées dans de mauvaises conditions : des villages entiers de Sibérie auraient été décimés. Mais plus récemment, en France, un matin d'août 1951, la maladie a frappé le village de Pont-Saint-Esprit, dans le Gard. Plus de deux cents villageois, tous ayant mangé du « pain maudit », ont été atteints. L'ergot de seigle avait encore sévi !

Les mycotoxines sont des molécules toxiques produites par des moisissures susceptibles de se développer sur des produits végétaux dans les champs ou au cours du stockage. Leur présence dans les aliments est un danger pour la santé des hommes et des animaux. Leur ingestion à dose élevée provoque des intoxications aiguës se manifestant par l'altération de nombreux organes tandis que l'ingestion régulière et à faibles doses de certaines d'entre elles est cancérigène. Elles sont toxiques pour les organes reproducteurs, le foie, le sang, le système immunitaire et le système nerveux. Consommer des aliments fortement contaminés peut être très dangereux.

Les mycotoxines sont des contaminants particulièrement « pervers » car leur présence est difficile à prévoir : une même moisissure peut sécréter plusieurs mycotoxines, une même mycotoxine est produite par différentes moisissures, des champignons mycotoxinogènes peuvent se développer sur une denrée alimentaire sans produire de mycotoxines. Leur détection passe donc obligatoirement par des analyses complexes et coûteuses. Elles entrent dans la chaîne alimentaire par les plantes, notamment les fourrages et les céréales dont elles sont des contaminants naturels : il n'est pas rare d'en détecter dans les blés et les maïs. On en trouve également dans les cacahuètes, le manioc, les pistaches, les noix, les amandes, les figues sèches, les piments, le café, la poudre de cacao, les épices aromatiques, les fruits ainsi que dans des produits provenant d'animaux nourris avec des végétaux contaminés : viandes, charcuteries, abats, lait, fromages et œufs. Comme les mycotoxines résistent à l'oxydation, à la cuisson, à la stérilisation, à la congélation et conservent leur activité bien après la disparition des moisissures, elles se retrouvent dans les aliments : pain, biscuit, pâte alimentaire, jus de fruits, vin. Rien ne sert de faire cuire les aliments pour s'en débarrasser.

L'existence des mycotoxines a été mise en évidence au début des années 1960 après la mort brutale de plus de 100 000

dindons dans des élevages anglais. Une relation fut assez vite établie entre les aliments donnés à ces volailles, des tourteaux d'arachide colonisés par la moisissure *Aspergillus flavus*, et les symptômes observés : hépatite aiguë, perte d'appétit et asthénie précédant la mort. Depuis, on a identifié plus de 300 mycotoxines, dont une trentaine sont suffisamment fréquentes pour poser des problèmes de santé. Les plus dangereuses sont les aflatoxines. Consommées par les vaches laitières, elles passent souvent inaperçues et se retrouvent dans le lait sous forme de substances cancérigènes pour l'homme. L'une d'entre elles, l'aflatoxine B1, est le plus puissant des agents d'origine naturelle hépatocancérigènes chez l'homme. Heureusement, les moisissures qui les produisent — *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus* — ne se développent pas sous les climats tempérés et n'ont donc été isolées que très exceptionnellement sur des végétaux cultivés en France. La présence d'aflatoxines dans les produits d'importation est, par contre, soigneusement contrôlée : des mesures très strictes sont prises pour éviter la mise sur le marché de produits contaminés par des aflatoxines en provenance des pays tropicaux (arachide, graines de coton, pistaches, coprah, tourteaux).



***Aspergillus flavus*,
moisissure produisant
l'aflatoxine B1**

De tous les végétaux cultivés en France, les produits céréaliers sont la principale source de mycotoxines. Le risque de consommer des produits céréaliers contaminés à des niveaux qui seraient dangereux pour la santé est néanmoins très faible dans la mesure où les bonnes pratiques de production, de stockage et de fabrication sont respectées, d'autant que les modes de fabrication des farines et des semoules éliminent les parties périphériques des grains (les sons ou enveloppes) qui sont les plus contaminés. On peut également détecter des mycotoxines associées à la pourriture brune des pommes. Leur présence dans des cidres artisanaux a été mise en cause, au moins comme facteur aggravant, pour expliquer un nombre de cancers de l'œsophage plus élevé dans l'Ouest de la France que dans les autres régions.

Faut-il craindre de s'empoisonner avec des aliments contaminés avec des mycotoxines ? La réponse est non. Comme les mycotoxines sont des contaminants accidentels des aliments et vu que la grande diversification de notre alimentation

s'oppose à leur absorption régulière en doses suffisantes pour qu'elles soient dangereuses, les risques d'intoxication des consommateurs français sont très faibles, sauf contamination exceptionnellement élevée d'un produit. D'autant que contrairement à d'autres substances toxiques comme les métaux lourds, la dioxine et les résidus de pesticides, la majorité des mycotoxines est rapidement éliminée, en quelques jours, par les animaux et l'homme. Elles ne se concentrent pas au sein de la chaîne alimentaire, en particulier dans les tissus musculaires des animaux. Les éleveurs doivent néanmoins veiller à l'absence d'aflatoxine dans les aliments destinés à leur troupeau. Une attention toute particulière doit aussi être portée à la qualité du lait donné aux jeunes enfants. Des normes très strictes ont donc été fixées pour éviter la présence d'aflatoxines dans les aliments des vaches laitières.

21 Que sont devenues les vaches folles ?

Les vaches folles ont été les stars des années 1990. C'est en 1985 qu'on les avait découvertes en Angleterre mais, à part quelques rares spécialistes, personne n'y avait prêté attention. L'événement déclencheur se situe en 1990, quand une transmission naturelle de la maladie des bovins vers le chat fait



Vache atteinte d'ESB

craindre le pire : l'espèce humaine ne risque-t-elle pas d'être à son tour contaminée ? Et c'est bien ce qui arrive. Le diagnostic tombe en 1996 : dix Britanniques sont atteints d'une variante de la maladie de Creutzfeldt-Jakob (vMCJ) pour avoir mangé de la viande provenant d'animaux malades. C'est une maladie qui conduit inéluctablement à la mort après destruction des tissus du

cerveau. Des épidémiologistes imaginent le pire : des centaines de milliers de Britanniques seraient en sursis. Les chercheurs se mobilisent et aboutissent à trois conclusions :

- l'agent de l'infection est un nouveau prion, une variante d'une protéine inoffensive normalement présente chez les bovins et les humains, dont la structure dans l'espace est différente de la protéine naturelle. Sous cette forme, le prion devient pathogène, gagne le cerveau et provoque les dégâts que l'on connaît ;

- tous les tissus d'un bovin atteint d'encéphalite spongiforme bovine (ESB) ne sont pas infectés par le prion pathologique. C'est le cas des muscles comme le rôti, la bavette et le rums-teck. Par contre, le cerveau, la moelle épinière, la rate et les parois de l'iléon (une région de l'intestin) le sont de manière certaine ;

- le foyer originel du prion pathologique se situe dans les farines de viandes et d'os entrant dans la fabrication d'aliments pour bovins qui ont été soumises à des traitements inadéquats (suppression d'une extraction par des solvants organiques et modification des barèmes de température).

Le cheptel britannique est très touché. Entre 1987 et 2010, on aura décompté 185 000 cas d'ESB avec un pic en 1992 et 1993 (près de 40 000 cas nouveaux chacune de ces deux années). Dans l'ensemble des autres pays européens, le cap du millier de cas d'ESB sera atteint en 2002 et jamais franchi. En 2009, on ne décompte plus dans toute l'Europe que quelques très rares vaches malades. Suite à l'interdiction d'introduire des farines animales dans les aliments pour animaux et aux mesures prises pour contrôler la circulation des produits carnés, la maladie est éradiquée, ou presque. L'ESB est devenue une maladie locale et très rare. On n'en parle plus.

En 1990, l'ESB inquiétait les éleveurs et les vétérinaires, elle ne préoccupait pas les médecins, les Français ne se sentaient pas concernés. Fin 2011, le nombre de cas cumulé de personnes décédées de la vMCJ atteint 175 au Royaume-Uni (4 personnes atteintes sont vivantes), 25 en France, 22 dans le reste du monde. Soit un total de 222 morts. Ce qui est très peu en termes de santé publique. Si quelques familles n'avaient été si dramatiquement touchées, on pourrait même écrire négligeable. Depuis quelques années, le nombre de décès se compte sur les doigts d'une main. Est-on cependant à l'abri d'une mauvaise surprise ? Ne risque-t-on pas de voir se manifester de nouveaux cas d'encéphalite spongiforme chez les hommes qui ont consommé des produits carnés contaminés par le prion pathologique au cours des 20 dernières années ? On a en effet montré que les personnes décédées de la vMCJ étaient prédisposées à être atteintes d'une encéphalite après un temps modéré d'incubation (une quinzaine d'années). Aussi Jeanne Brugère-Picoux, spécialiste de l'ESB, professeure à l'École nationale vétérinaire d'Alfort, n'exclut-elle pas « une seconde vague de vMJC chez les sujets plus résistants ». Chez ces derniers, la maladie pourrait se manifester après une plus longue période

d'incubation. D'autres chercheurs estiment que celle-ci pourrait durer près de trente ans. Un autre sujet d'inquiétude est la découverte récente que la transmission du prion peut se faire chez l'homme par les transfusions sanguines.

En 2011, dans un autre registre, on se demande s'il faut continuer à interdire l'utilisation des farines de viandes et d'os en alimentation animale, en particulier pour nourrir les porcs et les volailles, alors que les traitements destinés à les sécuriser sont bien au point. Ne faut-il pas revenir sur des mesures coûteuses qui nécessitent d'importer encore davantage de soja pour satisfaire les besoins des animaux en protéines. Est-il bien légitime de continuer à faire appel au principe de précaution pour prolonger des pratiques qui ne semblent guère justifiées au regard des connaissances engrangées depuis vingt ans ?

Le coût de la crise entre 1996 et 2001 est estimé à six milliards d'euros pour le budget européen. Il a fallu financer l'abattage des troupeaux (plus de sept millions de bêtes), l'incinération des animaux, l'indemnisation des éleveurs et tenir compte de l'effondrement des marchés lié à la fermeture des frontières et des tensions sur les prix des aliments pour animaux. Au pic de la crise, le coût annuel des mesures prises par le Gouvernement français atteignait 850 millions d'euros, soit 75 euros par bovin contrôlé et 2 millions par cas positif. On a pu reprocher aux pouvoirs publics ces dépenses jugées excessives. Mais que ce serait-il passé si les mesures drastiques qui ont été prises n'avaient pas été décidées ? Il est à craindre que le bilan humain eut été beaucoup plus dramatique.

Les microbes

*font-ils
bon ménage
avec nos
aliments ?*



Les bactéries lactiques sont de précieux auxiliaires de l'industrie laitière.

Les microorganismes sont présents partout dans la nature : dans l'air, dans l'eau, dans le sol, dans notre bouche, dans notre intestin et aussi dans nos aliments. Nombre d'entre eux sont à l'origine des arômes, des goûts et des textures qui confèrent aux aliments les caractéristiques sensorielles recherchées par les consommateurs. Mais ils peuvent également provoquer des altérations et des toxi-infections, rendant les produits qui les hébergent impropres à la consommation. On les considère donc comme utiles (on parle alors de flore « technologique »), gênants (la flore « d'altération ») ou dangereux (la flore « pathogène »).

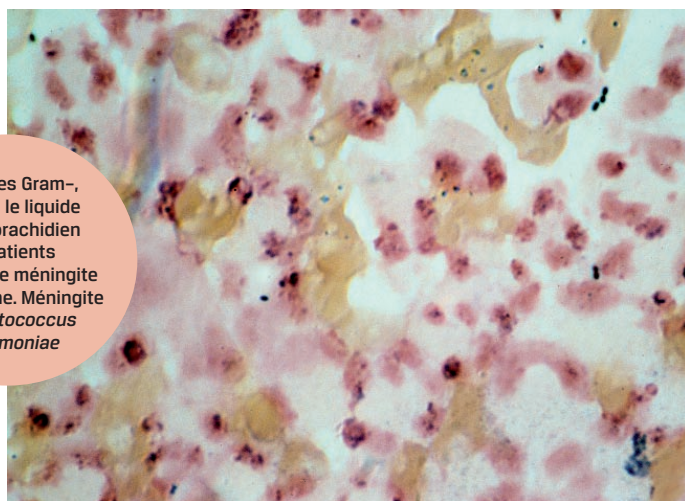
22 Une bactérie, un virus, c'est quoi ?

Les bactéries sont des organismes unicellulaires, parfois munis d'un flagelle, dont le diamètre moyen est inférieur à 0,002 millimètres. Elles se présentent sous une forme sphérique (les cocci), cylindrique (les bacilles), en virgule (les vibrions) ou hélicoïdale (les spirochètes). Il fallut attendre la fin du XIX^e siècle et les

travaux de Pasteur pour découvrir leur incidence, positive ou négative, sur notre vie quotidienne. Elles sont constituées d'un noyau et d'un cytoplasme protégés par une membrane cytoplasmique (qui contribue à la régulation des échanges entre le cytoplasme et le milieu) et par une paroi (qui, par sa rigidité, confère sa forme à la cellule). On les classe en deux familles : les bactéries Gram⁺ colorées en violet par le colorant de Gram et les bactéries Gram⁻ qui se colorent en rose dans les mêmes conditions. Cette coloration dépend de la structure des parois. Le cytoplasme est une substance colloïdale riche en eau au sein de laquelle sont disséminés des ribosomes (petits organismes cellulaires où s'effectue la synthèse des protéines) et des substances de réserves stockées dans des granules insolubles. Le noyau est formé d'un unique et long filament d'ADN (acide désoxyribonucléique) enroulé sur lui-même ; il n'est pas séparé du cytoplasme par une membrane comme chez les eucaryotes (du grec « vrai noyau ») : ne possédant pas de véritable noyau, les bactéries sont des procaryotes.

Leur croissance se caractérise par une phase de latence, une phase de croissance exponentielle (très rapide), une phase stationnaire (la population bactérienne demeure constante) et une phase de décroissance. Leur vitesse de multiplication est remarquable. Dans des conditions optimales de température et d'humidité (celles du lait tiède, par exemple), leur nombre peut doubler toutes les 20 à 30 minutes, passant de une à deux, puis à quatre, huit, seize cellules... et atteindre le milliard

Bactéries Gram⁻,
ici dans le liquide
céphalorachidien
de patients
atteints de méningite
bactérienne. Méningite
à *streptococcus*
pneumoniae



en une douzaine d'heures ! On comprend donc les dégâts que peuvent provoquer quelques bactéries pathogènes dans un aliment si on ne freine pas leur multiplication.

Lorsque les conditions extérieures leur sont défavorables, certaines bactéries possèdent l'aptitude à former des spores. Celles-ci sont dotées d'une très grande résistance aux agressions extérieures (températures élevées, rayonnements, désinfectants, antibiotiques...) et représentent une forme de survie pour les bactéries. Lorsque les conditions redeviennent favorables, les spores redonnent vie à des bactéries aptes à la croissance et à la multiplication.

Les virus ne sont pas des bactéries. Ce sont des « systèmes biologiques organisés », pas tout à fait des organismes vivants, beaucoup plus simples que les bactéries. Ils ne possèdent qu'un seul type d'acide nucléique, ADN ou ARN (acide ribonucléique), protégé par une coque protéique. Ils sont incapables de se multiplier en dehors de la cellule hôte dont ils mobilisent à leur profit les outils biochimiques et l'énergie dont ils ont besoin pour assurer leur reproduction. Leur mode de « vie » est donc celui d'un parasite installé à l'intérieur d'une cellule. Les virus sont responsables de nombreuses maladies : poliomyélite (éradiquée), hépatites ou Sida, par exemple. Mais on les retrouve également dans les aliments et certains d'entre eux, pathogènes, sont à l'origine de gastro-entérites. Le virus de l'hépatite A peut contaminer certains aliments au sein desquels il est difficile de le détecter.

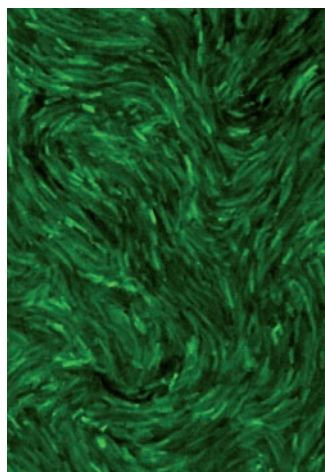
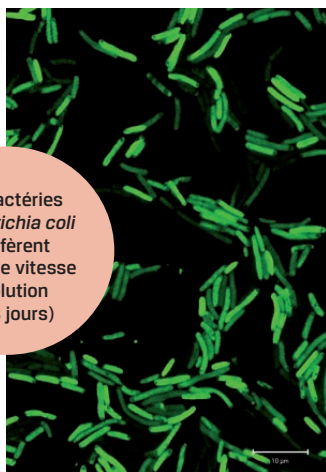
23 Faut-il avoir peur des bactéries qui contaminent les aliments ?

La réponse est oui car certaines sont très dangereuses, parfois mortelles, mais pas de panique : quand elles sont correctement appliquées, les bonnes pratiques des professionnels et les règles d'hygiène nous protègent. Les problèmes surviennent seulement quand elles ne sont pas respectées.

Les toxi-infections provoquées par la consommation de denrées alimentaires ont deux origines possibles :

- dans la majorité des cas (listériose, salmonellose...), c'est la prolifération de microorganismes pathogènes sur les muqueuses intestinales du consommateur qui provoquent les troubles observés ;
- dans d'autres cas, plus rares, les microorganismes sécrètent une toxine qui reste active et dangereuse, même après la

Les bactéries
Escherichia coli
prolifèrent
à grande vitesse
(évolution
sur 3 jours)



mort des bactéries. C'est le cas du botulisme, provoqué par la sécrétion d'une neurotoxine par *Clostridium botulinum*, et des toxi-infections dues à *Escherichia coli* O157:H7 ou à *Staphylococcus aureus*.

Bénignes et le plus souvent sans réelles incidences sur la santé, les toxi-infections sont, dans la majorité des cas, de simples accidents de confort. Maux de ventre, diarrhées, vomissements, maux de tête, vertiges, nausées en sont les symptômes les plus fréquents qui disparaissent généralement d'eux-mêmes en quelques jours. Elles peuvent néanmoins nécessiter une hospitalisation et même entraîner le décès du patient. Il faut donc toujours suivre avec soin leur évolution et consulter un médecin si les symptômes durent ou s'aggravent.

Les hommes, qui se défendent avec leur système immunitaire, sont plus ou moins sensibles aux contaminations microbiennes. En raison d'un système de protection moins efficace, les jeunes enfants, les femmes enceintes, les personnes âgées et les malades atteints de cancers, de diabète ou du Sida sont les plus sensibles et doivent prendre davantage de précautions.

Le nombre de toxi-infections provoquées par la consommation d'aliments contaminés (il ne faut pas les confondre avec les gastro-entérites qui sont des maladies très contagieuses d'origine virale et dont le quart seulement pourrait être d'origine alimentaire) est difficile à évaluer car une faible partie seulement fait l'objet de déclaration. En France, on estime à quelques centaines de milliers le nombre minimal de personnes

touchées par une toxi-infection chaque année. En 2009, selon l'Institut de veille sanitaire, 255 foyers de toxi-infections alimentaires collectives (Tiac) ont été déclarés en France, affectant 13 905 personnes, dont 9 sont décédées. L'agent responsable le plus fréquemment incriminé ou suspecté était l'entérotoxine staphylococcique (31 % des foyers pour lesquels un agent a été identifié ou suspecté) et les salmonelles (20 % des foyers). La part des Tiac survenues en restauration commerciale augmente depuis 2003 : le facteur contributif le plus fréquemment identifié est l'utilisation d'équipement mal entretenu ou inadéquat ; en restauration familiale, c'est la rupture de la chaîne du froid. La majorité des accidents est due à la consommation de produits d'origine animale : viandes, charcuteries, produits laitiers (lait, fromages, glaces) et œufs (mayonnaise, crèmes, pâtisseries).

Les microorganismes responsables des toxi-infections alimentaires sont généralement des bactéries, plus rarement des virus. Dans le monde, cinq espèces de bactéries sont principalement impliquées dans les toxi-infections alimentaires :

- les *Campylobacter jejuni* sont responsables de fièvre, nausées, maux de tête, douleurs abdominales et parfois de fortes diarrhées. Les symptômes se manifestent 3 à 5 jours après ingestion de l'aliment contaminé, peuvent persister une dizaine de jours et sont parfois assez proches de ceux d'une appendicite. On peut observer de graves déshydratations, notamment chez les enfants, et dans de très rares cas, le décès des malades faisant suite à des complications neurologiques. Les volailles, les viandes, le lait cru et les crustacés sont les produits les plus contaminés. Les aliments ayant subi des transformations industrielles sont rarement infectés car les températures généralement atteintes par les produits, supérieures à 65 °C, suffisent à détruire la bactérie. Pour les volailles, une bonne cuisson est recommandée ;

- les *Escherichia coli* (*E. coli*) sont des colibacilles présents de manière habituelle dans le tube digestif des hommes et des animaux. Ce sont des bactéries le plus souvent inoffensives. Cependant, des souches pathogènes apparaissent régulièrement et sont la cause de troubles plus ou moins graves (diarrhées, infection urinaire, septicémie, méningite). Parmi celles-ci, *E. coli* O157:H7, identifié pour la première fois en 1982 aux États-Unis dans des hamburgers, est particulièrement dangereux : cette souche est responsable de violentes diarrhées sanguinolentes et parfois d'atteintes rénales pouvant

provoquer le décès de personnes en bonne santé. Au contact de la muqueuse intestinale, *E. coli* O157:H7 produit une toxine qui détruit les vaisseaux sanguins du rein. Une hygiène irréprochable dans les abattoirs de bovins et une cuisson suffisante des viandes constituent la meilleure des préventions ;

- les *Listeria* sont les plus « populaires » des microorganismes pathogènes, car les plus dangereux et les mieux médiatisés. C'est à leur « découverte » par les consommateurs français au début des années 1990 que l'on doit la très grande sensibilité de ces derniers aux questions touchant à la sécurité sanitaire des aliments. Des six espèces connues, *Listeria monocytogenes* est la seule qui soit pathogène pour l'homme. Elle se multiplie dans des aliments placés dans un réfrigérateur (dont la température est, dans le meilleur des cas, proche de 4 °C), ce qui la rend particulièrement « sournoise ». Heureusement, sensible à la chaleur, elle ne supporte pas des températures supérieures à 60-65 °C. Chez les patients les plus sensibles, elle provoque de graves complications : la mortalité globale est estimée à 25-30 % et les séquelles neurologiques sont fréquentes. Les personnes à risque doivent donc éviter de consommer des fromages au lait cru et des charcuteries car ce sont les aliments les plus fréquemment contaminés. Par contre, le pouvoir immunitaire des sujets en bonne santé leur permet de résister à une infection sans manifester de symptômes. L'acidité de fromages frais, de fromages à pâtes molles (fromage de chèvre) et des yaourts inhibe la croissance des *Listeria* ;

- en France, les *Salmonella* sont à l'origine de nombreuses toxi-infections. Les premiers symptômes (diarrhées, crampes abdominales, vomissements, légère fièvre) apparaissent habituellement moins de 24 heures après ingestion. L'intoxication dure 1 à 5 jours. Dans les cas les plus sévères, l'infection peut provoquer une importante déshydratation. Les cas de mortalité sont exceptionnels (excepté quand l'eau est contaminée par *Salmonella typhi*, une bactérie responsable de la fièvre typhoïde). Leur croissance est très retardée au-dessous de 10 °C tandis qu'une pasteurisation à 72 °C pendant 15 secondes assure leur destruction : la conservation au froid des aliments évite leur prolifération, la cuisson les tue. Les principales sources de contaminations sont les aliments à base d'œufs (mayonnaise) et de lait cru. D'autres aliments peuvent être contaminés, mais moins fréquemment : viandes hachées, charcuteries (saucisses, pâtés), poissons et coquillages ;

– les staphylocoques dorés sont des bactéries qui produisent une neurotoxine résistante à la chaleur (celle-ci n'est détruite qu'après avoir été maintenue pendant 90 minutes à 100 °C). Les symptômes sont généralement les suivants : nausées, vomissements, douleurs abdominales, prostration. Ils apparaissent 2 ou 3 heures après le repas et disparaissent en 48 heures. La principale source de contamination est la manipulation des aliments par des personnes infectées (on trouve des staphylocoques dans le nez et la gorge) ou ayant des abcès (lésions purulentes, anthrax, furoncle). Les aliments les plus touchés sont les charcuteries, les ovoproduits, les crèmes pâtisseries, les salades composées, les fromages et les poissons.

24 Les risques sanitaires sont-ils maîtrisés par les industriels ?

La quasi-totalité des aliments contaminés par des agents pathogènes ne subissent aucune modification d'aspect, de texture, de goût ou d'odeur. C'est l'une des principales difficultés rencontrées par les consommateurs pour gérer les risques de toxi-infections : l'agresseur est invisible et attend la moindre occasion favorable — en particulier un léger accroissement de la température de son « habitat » — pour proliférer. Il faut donc faire confiance aux agriculteurs, aux industriels et aux distributeurs pour qu'ils produisent et vendent des aliments de qualité irréprochable. Heureusement, il est bien loin le temps, au début du siècle dernier, quand un journaliste décrivait ce qu'il avait découvert en visitant une fabrique de saucisses à Chicago : « dans les saucisses, on mettait la viande traînée dans la poussière et la sciure, là où les ouvriers avaient sué et craché des milliards de bacilles de la tuberculose. On y incluait aussi la viande stockée dans les chambres froides où l'eau tombait du toit et où courraient des centaines de rats. Ces rats étaient une calamité. Les fabricants mettaient du pain empoisonné à leur disposition. Les rats mourraient. Le tout — rats, pain et viande — était expédié dans les broyeurs. »

La difficulté, on l'a assez répété, est que le risque zéro n'existe pas. On peut néanmoins s'efforcer de le réduire au minimum. Les professionnels s'y emploient. Bien gérer la qualité sanitaire des aliments n'est pas facile : à moins qu'ils ne soient parfaitement stériles, ce qui est rarement le cas (les conserves, par exemple), les aliments sont un milieu de choix — à l'exception des produits secs (pâtes alimentaires, biscuits, poudre de lait),

sucrés (confiture), acidifiés (yaourt, choucroute, saucisson) et salés (morue) — pour que prospèrent les microorganismes. Tout l'art des professionnels est de maintenir en activité le « bon vivant » (par exemple, les ferments lactiques dans un yaourt) et d'empêcher le développement de microbes et de moisissures qui dégradent les propriétés sensorielles (goût, arôme) ou dont la présence nuit à la santé, voire à la vie.

Les industriels ont le souci de définir et d'appliquer de bonnes pratiques de production, de stockage et de transport des produits : gestion de la chaîne du froid, procédés de fabrication garantissant le mieux possible la qualité hygiénique des produits. Mais ils savent que la maîtrise et l'amélioration de leurs technologies sont insuffisantes pour garantir les caractéristiques des aliments qu'ils commercialisent. Ils prêtent donc une grande attention à la qualité des matières premières agricoles. Les meuniers, les fromagers ou les fabricants de crème pâtissière exigent que le blé, le lait ou les œufs qui pénètrent dans leurs usines soient irréprochables. Aussi sont-ils nombreux à avoir défini un « partenariat actif » avec leurs fournisseurs agriculteurs sur la base d'un cahier des charges élaboré en commun et qui prend en compte les caractéristiques des produits animaux et végétaux, le respect de normes hygiéniques et les impacts environnementaux. Le désir commun est de satisfaire les aspirations des consommateurs, mangeurs et citoyens.

La gestion de la qualité sanitaire ne peut, en effet, se dispenser d'une approche globale et systémique : toute rupture, à quelque

Les pâtes alimentaires, produit sec, se conservent très longtemps à température ambiante



niveau que ce soit, de la chaîne de la qualité peut réduire à néant les efforts réalisés sur les autres maillons. La mise en œuvre de procédures de traçabilité contribue également à l'amélioration de la qualité sanitaire de notre alimentation. En cas d'accident, elle permet de reconstituer l'histoire d'un produit (étape par étape, de la ferme à la maison), d'identifier très précisément le point d'entrée d'une contamination et de rappeler tous les produits douteux.

Il y a malheureusement toujours des bactéries indésirables qui traînent ! Il faut donc s'opposer à leur prolifération. Pour cela, les industriels disposent de plusieurs angles d'attaque : réduire au minimum les contaminations, les combattre, les prévoir.

Pour prévenir la contamination des denrées au cours de leur manutention et de leur fabrication, les efforts portent de manière prioritaire sur le respect des règles d'hygiène par le personnel, sur une bonne gestion de la propreté de l'air et des matériaux en contact avec les aliments et sur la qualité sanitaire de l'eau entrant dans la fabrication des produits. Chaque usine possède un « plan d'hygiène » qui décrit la succession et la fréquence des opérations à effectuer pour garantir la meilleure qualité sanitaire.

En dépit des précautions qui sont prises dans les champs, les étables ou les usines, les aliments, on l'a vu, ne sont pas à l'abri de contaminations par des microorganismes pathogènes. Il faut donc soit éviter leur prolifération (de manière à garantir des durées de conservation de quelques semaines au plus), soit les éradiquer dans le cas des produits « très longue conservation » (lait, soupes, conserves de viande et de légumes, compotes).

Le conditionnement joue un rôle essentiel pour améliorer la durée de vie des aliments fragiles (tranche de jambon, saumon). Les emballages doivent être physiquement et chimiquement stables, s'opposer à la migration de l'eau de l'aliment vers le milieu ambiant, être si possible imperméables à l'oxygène afin d'éviter des réactions d'oxydation (rancissement, formation de goûts désagréables) et être opaques à la lumière. De nombreux matériaux répondant à une ou plusieurs de ces spécifications ont été mis au point par les polyméristes (polyéthylène basse densité, polystyrène, chlorure de polyvinyle). Dans leurs laboratoires, des chercheurs mettent au point des emballages intelligents qui réagissent à l'évolution de l'état des aliments et de leur environnement (en particulier aux développements microbiens).

Aujourd'hui, la stérilisation est très utilisée dans le monde par les industriels de la conserverie. Elle repose sur les travaux de Nicolas Appert, un « cuisinier » qui, avant même les travaux de Pasteur, avait découvert « le moyen de conserver les fruits et les légumes en les traitant par la chaleur et de mettre à la vente des légumes en plein hiver » (1782). C'est le procédé le plus efficace, avec la surgélation, pour assurer la conservation des aliments sur de très longues durées. D'énormes progrès ont été réalisés dans l'optimisation et l'automatisation des traitements pour conserver au mieux les propriétés nutritionnelles et sensorielles des aliments : des améliorations remarquables résultent de l'application de températures très élevées pendant des temps très courts (traitements « ultra-haute température », ou UHT, appliqués par l'industrie laitière).

Le traitement des aliments par radiations ionisantes (rayons gamma, rayons X, électrons accélérés) est un autre procédé autorisé (sous certaines conditions et pour un nombre limité de produits) pour assurer la qualité microbiologique des denrées alimentaires. Compte tenu de son innocuité, de son efficacité et du nombre de décès dans le monde provoqués par des toxi-infections, l'Organisation mondiale de la santé a souhaité à plusieurs reprises une plus large utilisation des radiations ionisantes. Pourtant, en dépit de son intérêt, ce procédé ne s'est pas développé car les consommateurs marquent une forte réticence vis-à-vis d'une technologie dont le nom — ionisation ou irradiation — leur fait peur.

Le maintien et le contrôle des températures de collecte (cellules de conservation du lait à la ferme), de fabrication (atelier de transformation et de conditionnement dans les usines), d'entreposage (chambres froides et entrepôts frigorifiques), de transport (camions frigorifiques), de commercialisation (linéaires et meubles de vente des magasins) et de conservation à domicile (réfrigérateur et congélateur) des denrées alimentaires à des valeurs inférieures à la température ambiante sont l'une des méthodes les plus efficaces pour conserver aux aliments leurs qualités hygiéniques et organoleptiques. Mais contrairement à la stérilisation, le froid, même intense, ne tue pas les microorganismes. Son action se limite à en inhiber partiellement ou totalement le développement (au-dessous de -10°C). De sorte que, dès qu'un aliment est laissé à la température ambiante, les microorganismes retrouvent leur activité et se multiplient rapidement : une rupture de la chaîne du

froid — elle se produit le plus souvent au cours des achats et dans les cuisines — est dangereuse.

C'est en ralentissant les réactions biologiques et chimiques au sein des aliments que la réfrigération permet de conserver efficacement ces derniers pendant des durées limitées, quelques jours à quelques semaines au plus. Néanmoins, des précautions drastiques sont prises pour éviter des contaminations par des microorganismes pathogènes en cours de fabrication (notamment *Listeria monocytogenes* dont on a mentionné précédemment la capacité de se multiplier à des températures voisine de 0 °C) : les industriels doivent en effet anticiper d'éventuelles ruptures de la chaîne du froid au cours du transport ou chez les distributeurs et les particuliers.

Lorsque les aliments n'ont pas été stérilisés, il faut prévoir à quelle vitesse vont se multiplier les microorganismes présents dans les aliments à la sortie des usines. Les fabricants doivent en effet informer les consommateurs du jour au-delà duquel la prolifération des microbes risque d'atteindre un niveau dangereux pour la santé : c'est la DLC (date limite de consommation) obligatoirement mentionnée sur les emballages (à ne pas confondre avec la DLUO — date limite de consommation optimale — qui informe le consommateur sur l'évolution des caractéristiques sensorielles d'un aliment, et non pas sur sa qualité sanitaire). Pour calculer la DLC, les industriels disposent d'un arsenal très sophistiqué de méthodes de prévision basées sur une très bonne connaissance de la physiologie des microbes et sur l'élaboration de modèles mathématiques de leur prolifération.

Garantir la sécurité des aliments et des boissons, en réduisant les dangers et en optimisant l'évaluation et la gestion des risques, est l'objectif dont les industriels ont fait leur priorité, en liaison étroite avec les pouvoirs publics. D'autant qu'aux yeux de la loi, ils sont responsables des conditions d'hygiène dans lesquelles sont élaborés leurs produits et de la qualité sanitaire de ces derniers lors de leur mise sur le marché.

25 N'est-il pas dangereux d'utiliser des microorganismes pour fabriquer des aliments ?

C'est vrai, des microorganismes (ou microbes) sont utilisés pour fabriquer des aliments. Ils sont même nécessaires. Sans

eux, pas de pain, pas de yaourt, pas de fromage, pas de saucisson, pas de vin, pas de vinaigre, pas de bière, pas de whisky, pas de chocolat, pas de thé, pas de café ! Les gourmands doivent beaucoup aux bactéries, aux levures et à toutes sortes de moisissures : *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Penicillium roqueforti* et beaucoup d'autres sont des auxiliaires incontournables de la gastronomie. Mais quand on sait que les microbes sont la cause d'un grand nombre de maladies (tuberculose, méningite, diarrhée, angine, infections nosocomiales, etc.), il est normal que l'on puisse s'inquiéter de les voir proliférer dans nos assiettes et se demander si l'industrie alimentaire ne joue pas avec le feu.

Observation
de levures
au microscope



Les microorganismes n'ont pas la cote et, pourtant, beaucoup sont non seulement utiles, mais même indispensables à l'homme. De très nombreuses espèces vivent en parfaite harmonie avec chacun d'entre nous, en particulier dans le gros intestin où leur nombre est dix à cent fois plus élevé que les cellules de

notre corps. De même, des aliments contiennent de grandes quantités de microorganismes utiles, toujours bien vivants quand nous les mangeons. C'est le cas des yaourts, des laits fermentés et de nombreux fromages.

À quoi servent les bactéries lactiques utilisées pour fabriquer les yaourts ? Additionnées à du lait traité par la chaleur, elles se multiplient et transforment le lactose — le principal sucre du lait — en acide lactique. Cette acidification provoque la gélification (une prise en masse) des protéines du lait tout en emprisonnant le lactosérum (partie liquide issue de la coagulation du lait) au sein du gel qui s'est formé. En plus de l'acide lactique, la fermentation libère des molécules odorantes et sapides. Chaque industriel utilise des souches qu'il a choisies pour leurs aptitudes à générer des arômes et des textures particulières et, depuis quelques années, pour les effets positifs qu'elles pourraient avoir sur la santé. Sur le plan sanitaire, un effet indirect de cette acidification est d'empêcher le développement de bactéries pathogènes : les yaourts sont des aliments particulièrement sûrs et, avec eux, tous ceux dont l'acidité est élevée. Ces bactéries lactiques se multiplient si

rapidement qu'une cuillère de yaourt peut en contenir plusieurs milliards. Le pain est également le produit d'une fermentation (par des levures, toujours, et des bactéries lactiques, parfois), mais contrairement aux yaourts, les microorganismes ajoutés à la farine, à l'eau et au sel pour le fabriquer, fidèles et indispensables auxiliaires de la panification, ne survivent pas à l'enfournement des pâtons dans des fours réglés à 250 °C.

Heureusement, les microbes utilisés pour fabriquer les aliments sont dénués de tout pouvoir pathogène, l'innocuité des souches est garantie. Comment en être si sûr ? Cela dépend. La majorité des microbes est utilisée depuis des temps immémoriaux (comme des levures pour faire du pain ou des bactéries lactiques pour fabriquer des laits fermentés). L'histoire a montré que leur incorporation est sans danger pour la santé et il n'est pas nécessaire de les soumettre à des analyses particulières : c'est la tradition qui parle, inutile de la remplacer par des travaux de laboratoire. D'autres microbes, d'usages plus récents, ne bénéficient pas de ce « retour d'expérience ». Ils sont donc l'objet d'une évaluation approfondie avant que leur emploi ne soit autorisé.

Les consommateurs sont davantage préoccupés par le recours de l'industrie alimentaire à des microorganismes génétiquement modifiés. Pourquoi en effet ne pas améliorer les performances des microbes en faisant appel à la transgénèse pour diminuer les coûts de fabrication ou générer des sensations nouvelles ? Ces microbes transformés existent dans les laboratoires, qu'ils soient académiques ou privés. Ils ont été conçus pour éliminer des goûts indésirables dans la bière, diminuer l'acidité du vin, accélérer l'affinage des fromages ou

Penicillium roqueforti, en culture dans une boîte de Petri et « en situation » dans un morceau de Roquefort



favoriser la fermentation panaire. Mais aucun d'entre eux n'est autorisé à une utilisation directe pour fabriquer des aliments. Par contre, des microorganismes génétiquement modifiés sont utilisés pour fabriquer des enzymes alimentaires et des vitamines en milieu confiné dans des fermenteurs (comme pour fabriquer des médicaments, l'insuline ou l'hormone de croissance, par exemple). C'est le cas d'enzymes utilisées en boulangerie, brasserie, fromagerie et amidonnerie. Avant d'être autorisées, pour s'assurer de leur « alimentarité », ces enzymes sont soumises aux mêmes évaluations que les autres enzymes. En plus, l'absence d'ADN est vérifiée afin de s'assurer que la préparation enzymatique ne contient pas de traces du microorganisme génétiquement modifié. Il en est de même pour des vitamines destinées à l'alimentation humaine.

Des microbes, nous en mangeons d'énormes quantités tous les jours. Ils colonisent la surface de nos légumes et de nos fruits, on en trouve même dans des eaux minérales, mais ce sont les aliments dans lesquels ils ont été volontairement ajoutés qui en sont les plus grands pourvoyeurs. Au cours des trente dernières années, de nouvelles souches ont été sélectionnées pour modifier les sensations en bouche des aliments, plus particulièrement le goût et la texture. Plus récemment, c'est l'amélioration de la « valeur santé » des produits laitiers qui a été recherchée en introduisant des microorganismes susceptibles de réguler les fonctions digestives. Ces nouveaux microbes, appelés « probiotiques », ont encore à faire leur preuve.

La présence de tous ces microbes, à moins qu'elle ne résulte d'une contamination accidentelle par des microorganismes pathogènes, ne présente aucun danger. Au contraire ! Non seulement ils contribuent aux plaisirs de la table — sans eux, pas de bonne choucroute accompagnée d'un « demi » — mais en acidifiant les produits, ils s'opposent à des contaminations. De plus, il est probable qu'ils participent à la formation dans l'intestin d'une flore barrière régulièrement renouvelée pour s'opposer à la multiplication de flores pathogènes. Il est cependant des pays qui voudraient que les aliments soient stérilisés avant commercialisation. Pour ceux-là, les bons aliments sont des objets inanimés. C'est le cas des États-Unis qui combattent la présence sur leur territoire du Roquefort et de ses moisissures et des yaourts riches de leurs bactéries lactiques. À l'opposé, les industriels français sont les promoteurs d'aliments bien vivants au sein desquels les activités biologiques et

biochimiques qui s'y développent s'opposent à la prolifération de microorganismes pathogènes tout en générant des arômes et des textures les plus diverses. Les microbes dans nos aliments, c'est le « bon vivant », c'est la revanche d'une alimentation sûre et conviviale contre la malbouffe.

26 Comment éviter les toxi-infections ?

Pour réduire au minimum les possibilités de toxi-infections, il faut connaître les risques que présentent les aliments (notamment pour les personnes fragiles : femmes enceintes, jeunes enfants, personnes âgées et malades immunodéprimés) et respecter des règles d'hygiène.

Ce sont les produits d'origine animale qui présentent le plus de risques (risques très limités dans notre pays où la qualité microbiologique des aliments est le plus souvent excellente) :
 – les laits UHT, stérilisés, sont sans problème. Ainsi que les yaourts et autres produits frais fermentés : l'acidité du milieu (due aux bactéries lactiques) est suffisante pour s'opposer au développement des microorganismes pathogènes. Le beurre est également à l'abri de contamination car l'activité de l'eau (un paramètre dérivé de la teneur en eau) y est très faible. Il faut par contre se méfier des fromages au lait cru où la présence de *Listeria monocytogenes* n'est pas exclue : les personnes à risques ne doivent pas en consommer. Qu'elles se rattrapent sur d'autres fromages, il n'en manque pas en France !

– avec les progrès enregistrés dans la conduite des abattages, des chambres froides, des ateliers industriels de découpe et de conditionnement, la qualité microbiologique des viandes est bien maîtrisée. Il faut néanmoins faire attention à la viande de bœuf hachée consommée crue (steak tartare) ou juste « à point ». Si la contamination de surface des viandes — qui peut se produire à partir du contenu intestinal lors de l'abattage des animaux — ne pose pas de problème avec les morceaux entiers car leur cuisson sur un grill, même superficielle

Le steak tartare, un plat qu'il faut préparer avec de la viande de très bonne qualité



(steak saignant), tue les microorganismes, il en va différemment pour les steaks hachés au sein desquelles les contaminations de surface se redistribuent : des steaks hachés qui ne sont pas cuits « à cœur » risquent d'être la cause de graves intoxications ;

- les poulets sont le principal réservoir de *Campylobacter jejuni*. Pour éviter les risques de toxi-infections, il est recommandé de bien cuire à cœur les volailles et de laver soigneusement les instruments de cuisine entrés en contact avec les animaux crus pour empêcher des contaminations croisées (transfert par contact, d'un aliment à l'autre, des bactéries infectieuses). Si on tue soi-même une volaille, un soin particulier doit être porté à son éviscération ;

- les sujets bien portants et à faible risque n'ont pas de précautions particulières à prendre avec les œufs si ce n'est de s'approvisionner auprès d'un circuit de commercialisation apportant le maximum de garantie, d'éliminer ceux dont la coquille n'est pas intacte et de bien nettoyer ceux qui sont sales. Néanmoins, la présence de salmonelles n'est pas exclue : par prudence, les œufs à la coque sont déconseillés aux personnes à risque (préférer les omelettes bien cuites et les œufs durs) ;

- avec les conserves, le principal risque est le botulisme : c'est un accident extrêmement rare avec des produits industriels. Il est plus fréquent avec les conserves maison : les accidents proviennent presque exclusivement de préparations familiales, parfois artisanales. La multiplication de *Clostridium botulinum* dans une boîte de conserve produit des gaz dont la présence se manifeste par un gonflement du couvercle ou une émission de gaz, le plus souvent malodorante, au moment de l'ouverture. Il est impératif de jeter une boîte de conserve bombée, même légèrement ;

- dans les plats cuisinés, certaines formes sporulées de bactéries peuvent survivre : il faut veiller très soigneusement à respecter les températures de conservation et les modes de préparation recommandés par les fabricants ;

- la contamination des coquillages peut être à l'origine de gastro-entérites ou de maladies plus graves comme l'hépatite A. Elle est d'autant plus pernicieuse qu'elle ne modifie pas toujours l'aspect, le goût et l'odeur des produits et qu'elle peut donc passer inaperçue des consommateurs ;

- la première qualité d'un poisson frais est qu'il soit frais ! Une odeur désagréable, due à des flores d'altérations, est un

signal impératif d'alarme. Avec les poissons fumés, on respectera scrupuleusement les dates limites de consommation (les femmes enceintes doivent s'en abstenir).

Suivre ces conseils n'est pas suffisant. Les « bonnes pratiques » d'hygiène ménagère doivent être également respectées :

- d'abord et toujours, se laver les mains avant de manipuler des aliments, préparer les repas et se mettre à table. Surtout quand il fait chaud et humide car les risques de toxi-infections augmentent ;

- dans la cuisine, l'usage des torchons « tous usages » est à proscrire (les torchons en tissu sont interdits dans les cuisines collectives afin d'éviter les contaminations croisées) ;

- toujours jeter un aliment dont la qualité semble douteuse (aspect, odeur ou goût inhabituel). Mieux vaut perdre quelques euros que de s'intoxiquer ;

- réfrigérateur et congélateur doivent être régulièrement nettoyés, au moins une fois par mois pour le premier et deux fois par an pour le second, et leur température soigneusement contrôlée ; ranger poissons et viandes dans les compartiments les plus froids du réfrigérateur et les légumes dans les plus tempérés. Ne pas introduire d'aliments encore chauds ;

- il est préférable de décongeler les aliments dans le réfrigérateur (dont la zone la plus froide doit être à 4 °C) ; il faut toujours consommer les viandes le jour de leur décongélation ;

- placer en évidence dans le réfrigérateur les produits dont la date limite de consommation (DLC) est la plus proche et les



Les coquillages peuvent être porteurs de bactéries et de virus dangereux et indétectables par les consommateurs

consommer en premier (les jeter si la DLC est dépassée). Par contre, dépasser la date limite d'utilisation optimale (DLUO) n'est pas interdit. Le seul risque est que le produit ait perdu ses propriétés gustatives ;

- manipuler avec un soin particulier des produits sensibles, tels que mayonnaises, crèmes, mousses et autres entremets aux œufs. Ne pas les conserver plus de deux jours dans son réfrigérateur ;
- garder propre les surfaces de travail (comme on le voit faire dans les bonnes boucheries) ;
- ne pas laisser manipuler les aliments destinés à la famille par une personne malade ;
- ne pas intervertir les écuelles de Minou et de Médor avec la vaisselle familiale.

Si vous attrapez une bonne diarrhée malgré ces précautions, attention aux risques de déshydratation, surtout les jeunes enfants et les personnes âgées. En cas de fièvre, consulter rapidement votre médecin.

Faut-il interdire



Un carpocapse adulte sort de sa chrysalide.

les pesticides et les herbicides ?

Pour se protéger des mauvaises herbes, des attaques des ravageurs, notamment les insectes, et des dégâts provoqués par les maladies dues aux champignons, aux bactéries et aux virus, la majorité des agriculteurs utilise des produits phytosanitaires (herbicides, insecticides, fongicides) fabriqués dans de grands complexes agro-chimiques. Ces pratiques inquiètent les Français qui y voient des risques pour l'environnement et leur



Quand un ravageur s'attaque à notre nourriture...

Dégâts de la chenille du carpocapse dans une pomme : une galerie aboutit directement aux pépins qui seront dévorés par la larve.

santé : des sondages réalisés en 2006 et 2008 montrent que 75 % des Européens et 80 % des Français s'inquiètent de la présence de pesticides dans leur nourriture. Pour éviter le moindre risque sanitaire ou environnemental, le plus simple ne serait-il pas d'interdire leur usage ? Ou sans vouloir être aussi excessif, s'en tenir aux objectifs fixés par le Grenelle de l'environnement de diminuer de moitié leur utilisation en France d'ici une dizaine d'années.

Tous les produits phytosanitaires ne sont pas mis au ban de l'agriculture : seulement les produits de synthèse fabriqués par l'industrie chimique (y compris les engrais), notamment des molécules complexes contenant du chlore ou du phosphore. Il leur est reproché de laisser dans l'environnement (l'air qui nous entoure, l'eau, les sols et la nourriture) des « résidus » constitués des substances actives, de leurs produits de dégradation et de toutes les molécules qui entrent dans la fabrication des produits commerciaux pour stabiliser et faciliter l'application des molécules actives. Les produits « naturels », en revanche, trouvent grâce aux yeux de ceux qui se battent pour une agriculture respectueuse de l'environnement. Et pourtant, ce n'est pas parce qu'un pesticide est naturel qu'il est sans effet. Si c'était le cas, il ne servirait à rien !

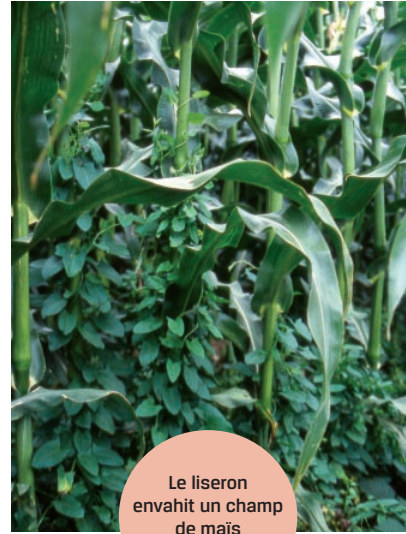
Si tous les produits de synthèse étaient interdits, quel serait l'avenir d'une agriculture qui se verrait privée de l'un des principaux moteurs de ses performances ? Pour répondre à cette question, on doit commencer par s'interroger sur l'utilité des pesticides et des herbicides.

27 À quoi servent les produits phytosanitaires ?

Faisons abstraction, du moins pour l'instant, des impacts sanitaires et environnementaux des produits phytosanitaires et mettons l'accent sur leurs seuls effets bénéfiques. Semons un champ de blé et laissons faire la nature. Que va-t-il se passer ? Au fil des mois et des saisons, le grain va germer, le blé pousser et l'épi mûrir. En même temps, des mauvaises herbes vont spontanément apparaître dans le champ, prélever une partie de l'eau et des substances nutritives présentes dans le sol aux dépens du blé cultivé, faire de l'ombre à ce dernier et ralentir sa croissance (le rayonnement solaire est un facteur limitant de la photosynthèse), voire étouffer les jeunes pousses de blé. D'autres dangers guettent la future récolte : des animaux

(insectes, nématodes, acariens, rongeurs), des champignons et des bactéries viendront prélever leur nourriture sur les feuilles, la tige et les grains de blé ou transmettre des maladies. Si rien n'est fait, la récolte sera perdue et si elle ne l'est que partiellement, les farines extraites des grains seront de mauvaise qualité, parfois inutilisables pour faire du pain. De même, promenons-nous au milieu de vergers ou de potagers traités et non traités. Le constat est sans appel : d'un côté, nous voyons des plantes en « bonne santé » et productives ; de l'autre, des fruits ou des végétaux produits en plus faible quantité, attaqués par les maladies et les insectes, de piètre état sanitaire, de vilain aspect.

C'est pour pallier à ces désordres que les agriculteurs ont toujours voulu protéger leurs cultures. Avant les progrès de la chimie, leurs moyens étaient peu nombreux et les rendements s'en ressentaient : ils se limitaient à labourer et à sarcler les sols pour éliminer les mauvaises herbes, à ramasser manuellement les insectes et leurs larves (hannetons, charançons), à chasser les oiseaux avec des épouvantails, à conserver les céréales dans des greniers à grain afin de les protéger contre les attaques des rongeurs. De tout temps, les agriculteurs ont tenté, sans grand succès, de chasser les essaims de criquets en faisant du bruit et de la fumée. Une première révolution s'est produite au cours du XVIII^e siècle avec la généralisation du chaulage des semences et du traitement des pucerons par la nicotine, suivi au XIX^e siècle par l'utilisation de molécules plus actives contre l'oïdium, le mildiou et de nouveaux insectes arrivés des Amériques. L'usage de la bouillie bordelaise se généralise pour protéger les vignobles, les pommes de terre et les tomates (on prendra conscience le siècle suivant que le cuivre déversé contamine dangereusement les sols). Pour lutter contre le phylloxéra, il fallait inonder les vignes ; dorénavant, les vignerons utilisent les porte-greffes résistants qu'ils ont trouvés aux États-Unis,



Le liseron envahit un champ de maïs dans la Sarthe



Chenilles attaquant un chou

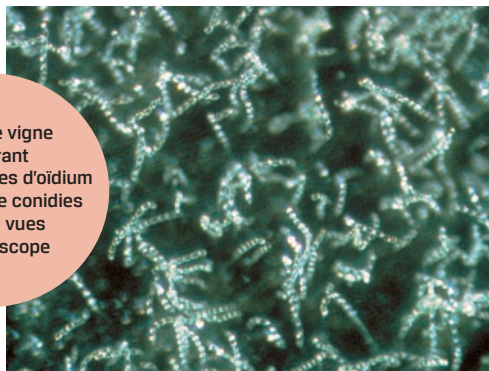
sauvant le vignoble français. Héritiers de ces pratiques, les agriculteurs biologiques continuent à utiliser des produits naturels pour protéger leurs récoltes, produits qui préexistent dans des organismes vivants (des végétaux mais aussi des microorganismes) et dont ils sont isolés.

La deuxième révolution date du xx^e siècle. Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, en Europe, après les États-Unis qui avaient ouvert ce nouveau chapitre de l'agriculture vers les années 1920, le relais est pris par des molécules mises au point dans les laboratoires de grandes entreprises. Ces molécules forment un groupe très hétérogène de produits chimiques. On les classe en pesticides (insecticides, bactéricides, fongicides, acaricides, nématicides, rodenticides selon qu'ils protègent les plantes contre les insectes, les bactéries, les champignons, les acariens, les nématodes et les rongeurs) et en herbicides. Leur mise sur le marché est strictement réglementée.

La généralisation des pesticides de synthèse permet de stabiliser les rendements à des niveaux élevés en dépit des attaques des plantes par les parasites et les maladies, elles-mêmes dépendantes des aléas climatiques. Simultanément, les organes comestibles (grains, fruits, feuilles, racines) sont beaucoup moins altérés. Les blés « cariés », impropres à la panification, ont disparu, de même que l'ergot dont on a déjà mentionné les ravages sur les habitants de Pont-Saint-Esprit dans les années 1950. Tous les chaînons de la filière alimentaire en profitent : les agriculteurs qui peuvent compter sur des récoltes relativement stables et donc des revenus assurés, les industries alimentaires dont l'approvisionnement est garanti en quantité et en qualité, les consommateurs qui n'ont plus à craindre des ruptures de stocks dans les magasins et ont accès à des



Feuille de vigne montrant des symptômes d'oidium et chaînes de conidies d'oidium vues au microscope





Traitement
d'un champ
de pomme
de terre

aliments dont les caractéristiques sanitaires sont préservées (on sait que cette dernière affirmation est objet de débat : nous y reviendrons).

Avec les progrès de la chimie, de la physiologie végétale et de la biologie des parasites, les substances actives entrant dans la composition des pesticides sont de plus en plus efficaces et de mieux en mieux ciblées. Les doses moyennes requises pour traiter un hectare ont été divisées par neuf au cours des cinquante dernières années et les doses journalières tolérables multipliées par cinq en raison d'une diminution de la toxicité. En 2010, les produits phytopharmaceutiques protègent les plantes contre la quasi-totalité des atteintes qu'elles subissent et jouent un rôle important pour garantir la sécurité alimentaire de l'humanité : la FAO a calculé que les pertes cumulées tout au long de la chaîne alimentaire frisaient les 50 % de ce qu'il est possible de produire sur les terres cultivées et qu'une grande partie de ces pertes était due à la destruction des récoltes par les maladies et les insectes, faute d'un bon emploi de la pharmacopée dont disposent les agriculteurs en ce début du troisième millénaire. Revers de la médaille, les traitements peuvent être lourds et coûteux : plus de vingt pulvérisations espacées dans le temps sont nécessaires pour protéger un verger.

Que se passerait-il si tous les produits de synthèse utilisés comme pesticides et herbicides étaient brutalement interdits ? Si cette règle était appliquée à l'ensemble de la planète, la famine gagnerait le monde. Généralisée aux pays européens,

les revenus des agriculteurs diminueraient et les importations exploseraient. Limitée à la France, les cultures fruitières et maraîchères disparaîtraient de notre paysage.

28 L'usage des pesticides est-il réglementé ?

Oui, l'utilisation des pesticides est réglementée, et même très strictement. Depuis 1991, une directive européenne soumet tous les produits à une évaluation des dangers et des risques de leur utilisation pour l'environnement et la santé. La législation vise deux objectifs : garantir l'innocuité des denrées alimentaires et protéger efficacement les cultures sans porter atteinte aux animaux domestiques et à l'environnement. Une substance ne peut être utilisée que si elle est autorisée, mais il est admis que des dérogations temporaires peuvent être accordées en cas de menace nouvelle et grave pour les cultures.

Cette évaluation repose sur une caractérisation chimique, physique et biologique (effets sur les oiseaux, les mammifères, les poissons, les insectes, les microorganismes et les algues) des molécules actives et des adjuvants qui les accompagnent. Les conditions de fabrication sont soigneusement expertisées. Le devenir des produits dans l'air, le sol et l'eau (souterraine et de surface) est évalué. Sur ces bases, les risques sont jugés acceptables ou inacceptables. Par ailleurs, les organismes de contrôle veillent à ce que l'efficacité et la sélectivité des pesticides correspondent bien aux revendications avancées par les fabricants. Ce n'est qu'à l'issue de ces épreuves qu'une décision est prise concernant la mise sur le marché d'un pesticide, accompagnée des conditions de distribution et des protocoles d'utilisation. Une fois l'autorisation donnée, les pouvoirs publics exercent une surveillance du territoire afin d'identifier des effets qui n'auraient pas été anticipés. On gardera à l'esprit que l'évaluation des risques relève de la responsabilité des agences sanitaires et environnementales, françaises et européennes, alors que leur gestion revient aux gouvernements et à la Commission européenne.

Compte tenu de toutes ces évaluations réalisées dans les laboratoires des fabricants et dans des laboratoires agréés par l'État, l'homologation d'une nouvelle molécule revient très cher. On estime en effet à 150 000 le nombre de molécules qu'il est nécessaire de tester — la majorité à des stades préliminaires — pour mettre une nouvelle substance active sur le marché.

29 Quelle quantité de pesticides consomme-t-on ?

C'est à partir des années 1950 que l'usage des pesticides s'est répandu. Dans le monde, entre 1945 et 1985, la consommation de pesticides a doublé tous les dix ans. En France, cet accroissement s'explique par la demande faite aux agriculteurs à la sortie de la seconde guerre mondiale de nourrir l'ensemble des Français et par l'agriculture intensive, forte consommatrice d'intrants, qui s'en est suivie. Depuis, on observe une tendance à la baisse.

Aujourd'hui, notre pays est le quatrième utilisateur mondial de ces produits, derrière les États-Unis, le Brésil et le Japon, le premier en Europe, ce que beaucoup reprochent à nos agriculteurs, oubliant que la France est également le premier producteur européen de produits végétaux. Ce sont les producteurs de céréales à paille (blé, orge, seigle), de maïs, de colza et de vigne qui sont les premiers utilisateurs (80 % du total, dont 20 % pour la vigne) alors qu'ils occupent 40 % des surfaces cultivées. Les viticulteurs, sont de grands consommateurs de produits à base de cuivre ou de soufre, peu actifs et donc épanchés en grande quantité. Par contre, ce sont les producteurs de fruits et de légumes qui sont les plus dépendants de l'utilisation des pesticides. Les cultures maraîchères et les vergers sont en effet particulièrement sensibles aux attaques par les insectes et les champignons.



Traitement
des vignes

Si les pesticides sont très majoritairement à usage agricole (95 %), des quantités non négligeables (5 %) sont utilisées par les particuliers pour se protéger des parasites (poux) et des insectes (fourmis, guêpes, cafards, etc.) et par les professionnels du bâtiment pour traiter les charpentes. Sans oublier les jardins familiaux.

Utilisation des pesticides en France

Selon l'Union professionnelle des fabricants de produits phytosanitaires (UIPP), les quantités de substances actives commercialisées en France sont passées de 120 000 tonnes en 2000 à 77 000 tonnes en 2008 : de 63 000 à 39 000 tonnes pour les insecticides et fongicides, de 42 000 à 27 000 tonnes pour les herbicides, et de 15 000 à 11 000 tonnes pour les autres produits. La France utilise 500 molécules actives. Si l'on considère le nombre d'hectares cultivés, elle se classe troisième utilisateur avec le Portugal, derrière les Pays-Bas et la Belgique.

Il n'est cependant pas facile de comparer les chiffres. Parle-t-on de tonnes de produits phytosanitaires ou de tonnes de substances actives ? Prend-on en compte l'efficacité du pouvoir traitant des substances actives ? Quel sens y a-t-il en effet à comparer des produits — les plus récents — actifs à très faible dose et des produits dont les doses d'emploi recommandées sont beaucoup plus élevées ? On le voit, il est difficile de faire des comparaisons et de tirer des bilans sur la base de données brutes. La tendance générale est cependant très clairement à une diminution de l'usage des produits phytosanitaires par l'agriculture française et il est à peu près certain que cette tendance se poursuivra au cours des prochaines décennies.

30 Les pesticides dégradent-ils notre environnement ?

Lorsque qu'un agriculteur pulvérise des pesticides dans les champs (le plus souvent avec des rampes de pulvérisation montées sur des tracteurs, et aussi par voie aérienne pour 2 à 3 % des traitements), une partie tombe sur les plantes cultivées, une autre sur les plantes adventices (les mauvaises herbes), une troisième sur le sol. Le reste se disperse dans l'air, très localement en risquant d'intoxiquer les agriculteurs qui ne se plient pas aux précautions d'emploi préconisées par les fabricants (port de masque, protection des mains et de la tête) ou sur de grands territoires emporté par le vent. Certaines



molécules sont dégradées par la lumière ou par des micro-organismes du sol : on les retrouve alors partiellement sous forme de « résidus » dont les effets peuvent être similaires à ceux des pesticides non transformés.

Il revient à l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afset) de surveiller comment ces substances se dispersent dans l'environnement, de déterminer leur devenir dans le temps et dans l'espace et d'analyser comment leur présence dans la biosphère peut nuire aux hommes (directement ou indirectement via les aliments et l'eau), à la faune et à la flore. En bref, de prévoir leurs concentrations et leurs effets prévisibles dans et sur l'environnement. Un indicateur calculé à partir du rapport entre la toxicité de la substance et l'exposition à laquelle un organisme est soumis permet de synthétiser les données rassemblées.

Au niveau des milieux aquatiques, le bilan de contamination n'est pas bon. En 2006, des pesticides ont été détectés dans 90 % des prélèvements réalisés dans les cours d'eau et dans 55 % d'entre eux pour les eaux souterraines. Heureusement, la plupart du temps, les teneurs mesurées sont si faibles qu'elles n'ont aucune incidence sur la qualité de l'eau. Si on y regarde de plus près, seulement un peu moins de 20 % des eaux superficielles sont qualifiées de « très bonnes » pour la production d'eau potable tandis que les 10 % les plus pollués sont jugés impropres à cet usage. Le glyphosate — la matière active du désherbant Round Up bien connu des jardiniers amateurs —

Le jardinier amateur participe aussi à la pollution par les produits phytosanitaires



est le principal contaminant. Heureusement, si les ressources en eau sont polluées, ce n'est pas le cas des eaux de consommation : en 2008, elles étaient conformes aux normes dans 92 % des cas ; des restrictions ont dû être imposées à un peu plus de 60 000 personnes seulement. Il y a d'autres bonnes nouvelles : la diminution de la teneur en atrazine (un herbicide interdit en France depuis 2001) des eaux de l'estuaire de la Seine en est une.

La contamination de l'air est moins bien connue. On ne sait pas grand-chose, si ce n'est que les molécules détectées diffèrent de celles présentes dans les eaux. La présence de pesticides et de leurs résidus dépend de leur volatilité et de leur stabilité ainsi que des conditions atmosphériques (température, humidité, vitesse du vent). La nature et la quantité des molécules détectées varient rapidement d'un jour à l'autre, ce qui rend difficile des présentations synthétiques. De plus, les informations disponibles proviennent d'enquêtes disparates réalisées localement. Compte tenu de la sensibilité des méthodes d'analyse, les traces infimes qui sont trouvées n'ont pas grande signification sanitaire ou environnementale. Pour éviter des contaminations importantes, les produits les plus récents de l'industrie chimique sont moins volatils.

Les sols sont également contaminés. La majeure partie des pesticides s'y retrouvent. Leur devenir est très variable selon leur structure chimique et avec la nature des sols, du climat et des pratiques agricoles : certains, solubles dans l'eau, sont

dégradés par des microorganismes, parfois en à peine deux semaines ; d'autres se fixent sur les matières organiques du sol dont ils peuvent être très progressivement libérés, ce qui explique les phénomènes de pollution chroniques qui sont parfois constatés. On y trouve des résidus de pesticides interdits depuis plusieurs années comme l'atrazine, le lindane (un produit organique chloré insecticide à large spectre, interdit depuis plus de dix ans) et le fameux DDT. Les organochlorés sont en effet très longs à se dégrader. Pour les éliminer, les chercheurs parient sur la capacité des végétaux à les absorber par leurs racines (on parle de phytomédiation). On est malheureusement loin des résultats espérés. Beaucoup reste à faire avant de généraliser une technique qui demeure du domaine de l'expérimentation. N'y comptons donc pas trop pour l'instant.

31 Les pesticides tuent-ils nos abeilles ?

Voilà plusieurs années que les apiculteurs observent une surmortalité des colonies d'abeilles. Quand on sait que la floraison du plus du tiers des espèces végétales entrant dans l'alimentation mondiale est due à la pollinisation par les insectes, en particulier les abeilles, on comprend qu'il y a lieu de s'inquiéter.

Les études entreprises pour en comprendre les raisons montrent que cette mortalité dépend de la conjonction de plusieurs facteurs : des agents biologiques (des prédateurs comme les frelons, des parasites, des champignons, des bactéries, des virus), des produits phytosanitaires mal utilisés ou utilisés bien qu'interdits, la perte de la biodiversité florale (et donc des ressources nutritives) générée par les monocultures, la mauvaise tenue des ruches et la dégradation de l'état sanitaire des abeilles qui en découle.

Pour les apiculteurs, la dispersion des pesticides dans l'environnement est l'une des premières causes de cette mortalité. L'utilisation d'insecticides comme le Gaucho et le Régent dont les semenciers enrobent les semences est plus particulièrement pointée du doigt. Ce sont en effet des insecticides



« systémiques » qui ont pour propriété de diffuser dans tous les organes de la plante. Le Gaucho est fabriqué par le groupe chimique Bayer. Sa substance active protège les plantes contre les insectes et les pucerons. Autorisé en France en 1992, il est définitivement interdit en 2004. Quant au Régent du groupe BASF, il a été provisoirement interdit en 2004. Mais, en 2007, il a été à nouveau inscrit sur la liste des molécules autorisées par la Commission européenne pour traiter les semences. De manière assez paradoxale, simultanément à cette autorisation, la Commission a demandé que des études complémentaires évaluent les risques que l'usage de cette molécule pourrait faire courir aux abeilles, notamment au couvain (l'ensemble des œufs, des larves et des nymphes).

Saisie de ce dossier, l'Afssa a conclu après trois ans d'études qu'il n'existait pas de relation statistique entre la présence de résidus de pesticides et la mortalité des colonies. Une étude plus récente entreprise après l'interdiction de traiter les semences avec des insecticides systémiques aboutit aux mêmes conclusions : la mortalité des colonies d'abeilles est principalement provoquée par des maladies et par des attaques parasitaires (le plus dangereux est l'acarien *Varroa destructor*) ; les mortalités dues à des molécules toxiques d'origine agricole — les pesticides — ne portent guère de responsabilité dans les hécatombes observées. Aujourd'hui, les scientifiques considèrent que le *Varroa*, contre lequel les méthodes de lutte sont peu efficaces, représente un risque majeur pour la survie des colonies. Certes, des erreurs dans l'application des pesticides peuvent provoquer des dégâts dans les ruches. Mais elles sont limitées dans le temps et l'espace et ne peuvent être considérées comme responsables des surmortalités observées depuis des années dans de nombreuses régions du monde, aussi bien en Europe qu'aux États-Unis.

Il n'est donc probablement pas faux de considérer que si les pesticides contribuent à la surmortalité des abeilles, c'est plus dans leur mauvais usage que dans leur nature qu'il faut en rechercher la cause. Ces conclusions sont réfutées par de nombreuses associations d'apiculteurs qui mettent en avant la responsabilité première des pesticides. En février 2011, le Conseil d'État a estimé que l'Afssa n'avait pas suffisamment évalué l'ampleur des risques à court et à long terme d'un autre pesticide dont l'autorisation de mise sur le marché avait été accordée par le Gouvernement français, l'insecticide Cruiser. La polémique est loin d'être terminée.

32 Quel est l'impact des pesticides sur notre santé ?

Voilà encore une question à laquelle il n'est pas facile de répondre sans soulever des polémiques, pour deux raisons : d'abord parce que les personnes qui souffrent d'un cancer rendent souvent responsables les résidus de pesticides présents dans les aliments, ensuite parce que c'est une question techniquement très complexe. La notion de dose journalière tolérable, à la base des travaux des toxicologues, est en effet difficile à comprendre, de sorte que la moindre trace de pesticide dans un aliment est considérée comme dangereuse par nos concitoyens alors qu'il n'existe pas de bases toxicologiques sérieuses pour l'affirmer.

La contamination des agriculteurs (et de leur famille) par inhalation ou contact cutané lors de la préparation et de la pulvérisation des produits est bien plus dangereuse et, malheureusement, plus fréquente. Elle est la conséquence d'une mauvaise mise en œuvre des traitements et peut s'apparenter de ce fait à un accident du travail. Ce sont les agriculteurs qui courent les plus grands risques : dans le monde, l'Organisation mondiale de la santé estimait en 1989 à un million le nombre d'intoxications graves liées à l'usage des pesticides, provoquant 200 000 décès ; en France, 20 % de ceux qui utilisent des pesticides de synthèse aurait été victimes de malaises imputés aux pesticides (problèmes dermatologiques, troubles digestifs, vomissements et gênes respiratoires pour les trois-quarts d'entre eux). Les effets à long terme (déséquilibres neurologiques, troubles de la reproduction, perturbations endocriniennes, dérèglements immunologiques, cancers) sont plus difficiles à identifier et donc à certifier. Il semble néanmoins que le risque d'atteinte aux ganglions lymphatiques et de cancer de la prostate et des lymphocytes soit un peu plus élevé chez les paysans qui utilisent des pesticides. Plus inquiétant, certains travaux signalent une augmentation des risques de leucémie et de tumeurs cérébrales chez les enfants dont les parents utilisent des pesticides. S'il n'y a pas consensus sur tous ces effets, les spécialistes estiment que ces conséquences délétères d'utilisation des pesticides n'auraient pas lieu si les agriculteurs respectaient les conditions d'usage préconisées par les industriels (l'existence de ces précautions d'usage confirme la dangerosité de ces produits).

La contamination des consommateurs est invisible, plus sournoise. Elle intervient assez régulièrement en mangeant des végétaux et leurs dérivés, notamment les fruits et légumes, objets de fréquents traitements. Le vin n'est pas épargné. Ils sont nombreux en effet à contenir des résidus de pesticides, au moins à l'état de traces, même ceux issus de l'agriculture biologique puisque les pesticides « naturels » y sont autorisés et que des contaminations en provenance des cultures traditionnelles situées à proximité ne peuvent être évitées. Il ne faut pas non plus oublier que nous consommons tous très régulièrement les pesticides naturels que fabriquent les plantes pour se défendre contre leurs agresseurs : moisissures, insectes et autres animaux. Nous en avalerions chaque jour 1,5 g, bien plus que de produits phytosanitaires. Les végétaux sont les plus exposés.

L'inquiétude des Français est d'autant plus grande qu'ils craignent que la présence de plusieurs pesticides dans le même aliment soit plus nocive que la somme des effets de chacun d'entre eux (on parle de synergie). Les fruits et légumes issus de l'agriculture intensive soumis à des traitements répétés les inquiètent tout spécialement (de toutes les denrées alimentaires, les fruits et les légumes, sont les plus exposés à des contaminations résiduelles). C'est l'une des principales raisons de la bonne image des produits biologiques.

Mais revenons aux faits. Le dernier contrôle de la direction de la qualité et des fraudes repose sur des données collectées entre 2006 et 2008. Plus de 3 500 fruits et légumes ont été analysés. Le constat est que près de la moitié (48 %) des échantillons ne contiennent pas de résidus de pesticides, que 45 % en contiennent des traces, à des niveaux inférieurs à la limite maximale autorisée (LMR) et que donc 8 % ne respectent pas la réglementation. Dans le cas des céréales, 8 % des produits issus de l'agriculture conventionnelle et 3 % de ceux issus de l'agriculture biologique sont contaminés. Ces résultats pourraient inquiéter si, en même temps, et compte tenu des consommations journalières de ces produits, la dose journalière tolérable n'était que rarement et provisoirement dépassée. Si on en croit la majorité des toxicologues, les Français ne mettent pas leur santé en danger en consommant des fruits et des légumes, même si pour des considérations plus environnementales que sanitaires on ne peut que souhaiter une diminution des quantités de substances actives répandues dans nos campagnes. Il est néanmoins des cas qui suscitent

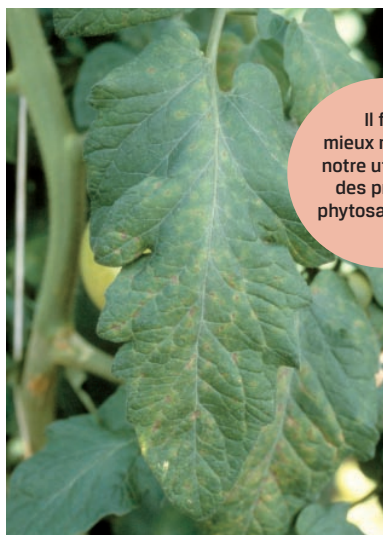
des inquiétudes. Par exemple, celui de l'usage intensif de la chlordécone aux Antilles pour traiter les bananeraies. Une étude publiée en 2007 a montré que la dose journalière tolérable de ce pesticide avait été franchie chez les grands consommateurs de « légumes racines » (igname, patate douce) dans les zones les plus contaminées.

Les travaux des épidémiologistes permettent de porter un autre regard sur l'impact des pesticides sur la santé. Si on en croit les conclusions d'une étude de l'Académie de médecine et de l'Académie d'agriculture, les effets des produits phytosanitaires sur la santé sont largement surestimés. S'il est donc démontré que l'utilisation des pesticides par les agriculteurs augmente significativement les risques de cancer au sein de cette population très exposée, aucune étude sérieuse ne permet de généraliser cette conclusion à l'ensemble des populations qui « avalent » des doses inférieures à la dose journalière tolérable, comme c'est le cas de la plupart des Français.

On empruntera notre conclusion au rapport commun de l'Académie de médecine, de l'Académie des sciences, du Centre international de recherche sur le cancer et de la Fédération nationale des centres de lutte contre le cancer *Les causes du cancer en France* paru en 2009 : « Le lien putatif entre pesticides et cancer ne repose sur aucune donnée solide. »

33 Quelles sont les solutions alternatives aux pesticides de synthèse ?

Chacun voudrait bien que les agriculteurs utilisent moins de pesticides, voire s'en passent, oubliant que c'est pour partie à leur usage depuis les années 1950 que l'on doit l'augmentation spectaculaire de la production agricole dans notre pays, conjointement avec le développement du machinisme agricole, de l'industrie des engrais, de nouvelles semences et de l'élévation du niveau technique des agriculteurs. Oubliant aussi que les pesticides se retrouvent davantage à l'intérieur des logements que dans la nature car ils sont exagérément utilisés par les particuliers (bombes anti-insectes, raticides, entretien des plantes d'intérieur) et les métiers du bâtiment (traitement du bois par le lindane notamment). Et donc que les agriculteurs ne doivent pas être systématiquement montrés du doigt.



Il faut mieux maîtriser notre utilisation des produits phytosanitaires !

Symptômes de phytotoxicités provenant d'un surdosage de pesticides et provoquant de petites tâches nécrotiques sur des feuilles de tomate.

Il n'en reste pas moins qu'il est normal et nécessaire de chercher à réduire l'usage des produits phytosanitaires. Dans la loi du 3 août 2009, le Gouvernement français a fixé comme objectif une réduction de moitié des produits phytopharmaceutiques et des biocides, à l'horizon 2018, en accélérant la diffusion de méthodes alternatives, sous réserve de leur mise au point. On notera que celles-ci se font attendre et que les objectifs avancés seront difficilement tenus.

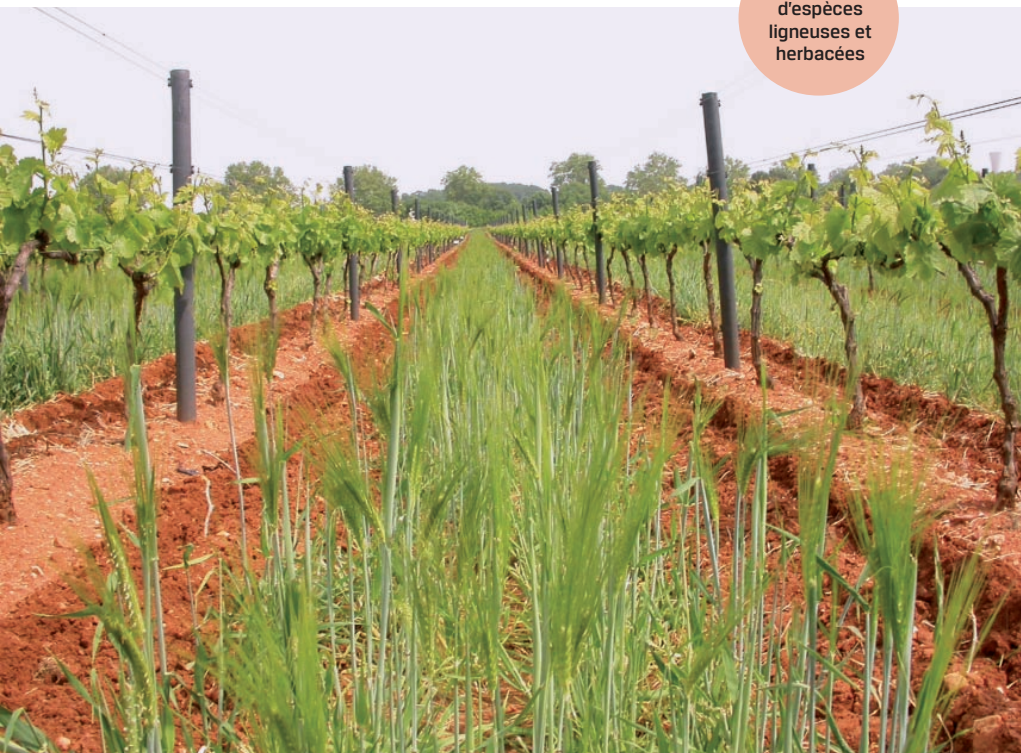
En attendant, les pouvoirs publics encouragent un mode d'agriculture qualifiée de « raisonnée ». Celle-ci, issue de l'agriculture intensive, repose sur l'optimisa-

tion des moyens de production de manière à assurer une productivité élevée tout en maîtrisant l'usage des intrants agricoles et le traitement des déchets produits par l'exploitation. Elle fait appel à des « moyens appropriés de protection des cultures et de la santé des animaux ainsi qu'à un équilibre de la fertilisation des cultures et à une gestion équilibrée des ressources en eau ». Elle se distingue fondamentalement de l'agriculture biologique en cela qu'elle utilise « sans complexe » les produits phytosanitaires et les engrais de synthèse issus de l'industrie chimique. Malheureusement, en dépit des progrès qu'elle représente, et même si ce mode d'agriculture permet de supprimer quelques traitements et de réduire les doses des substances actives répandues dans les champs, et même si elle représente un progrès par rapport aux pratiques antérieures, l'agriculture raisonnée ne permet pas de réduire le recours aux pesticides dès lors que les cultures concernées présentent des risques phytosanitaires importants comme l'arboriculture et le maraîchage.

La tentation est forte d'aller beaucoup plus loin et de prôner la généralisation de l'agriculture biologique qui récuse l'emploi de produits chimiques de synthèse dans la conduite des cultures. Mais vouloir que 20 % de la production agricole soit issue

de l'agriculture biologique, comme l'a décidé le Gouvernement, est un objectif qui se heurtera aux murs des réalités. « Faux ! », répondent les partisans de l'agriculture biologique. Des agronomes préconisent le « tout bio » à échéance des années 2050. Pour eux, il est possible de se passer des pesticides en revenant à de « bonnes pratiques » agricoles et en gérant son exploitation en « bon père de famille », c'est-à-dire en laissant à ses enfants des terres aussi productives que celles qu'il a lui-même reçues de son père. Il suffirait d'utiliser des semences parfaitement adaptées aux terroirs auxquels elles sont destinées. Pas question donc de mettre en terre des semences standard, fabriquées en masse, et qui seraient sensées convenir à toutes les régions. Il faut retrouver la très grande biodiversité des plantes cultivées, telles que la connaissent les paysans d'antan. Les plantes inadaptées à leur environnement culturel sont beaucoup plus fragiles et doivent être protégées chimiquement contre leurs parasites et autres maladies.

Association
d'espèces
ligneuses et
herbacées



Culture d'orge intercalée entre des rangs de vigne. Rotation en avril (domaine du Chapitre).

Selon la formule du professeur d'agriculture Marc Dufumier, « autrefois l'agriculteur adaptait les variétés à l'écosystème, aujourd'hui c'est l'écosystème qu'il faut adapter aux variétés ». Il faut donc repenser l'agriculture mondiale. Toute tentative de conciliation entre l'agriculture intensive (conventionnelle) et l'agriculture bio est vouée à l'échec.

Ce point de vue est loin d'être partagé par tous les agronomes. Ceux-ci rappellent que les fongicides à base de soufre et cuivre pour traiter les vignes, les vergers et parfois les maraîchages, tels qu'ils sont utilisés en agriculture biologique, représentent des quantités très importantes répandues dans les champs et sont bien loin d'être inoffensifs sur l'environnement. Et ajoutent que le seul recours à l'agriculture biologique ne permettra pas de nourrir le monde. Si cette option était retenue, il faudrait s'attendre à une baisse de production de respectivement 25 %, 35 % et 50 % pour la vigne, les fruits et les plantes des grandes cultures. De plus, on ne voit pas comment des plantes comme le colza et les pommes de terre pourraient être correctement cultivées car elles sont particulièrement sensibles aux maladies et ne peuvent se passer, dans l'état actuel des connaissances, de traitement par des produits phytosanitaires.

Une agriculture intensive (celle des « Trente Glorieuses ») exagérément utilisatrice de pesticides, une agriculture raisonnée qui présente des améliorations par rapport à la précédente mais qui est loin de répondre à toutes les inquiétudes, une agriculture biologique qui pollue moins, mais qui en contrepartie produit moins, n'y a-t-il donc pas de bonnes solutions pour éviter la dispersion des pesticides dans l'environnement ? Doit-on baisser les bras et devenir fataliste en se résignant à « vivre avec » ? Sûrement pas. Les scientifiques et les agriculteurs ne restent pas inactifs et se sont mis au travail, tous reconnaissant qu'il existe des solutions pour demain ? Quelles sont-elles ?

Pour les chercheurs de l'Institut national de la recherche agronomique, la généralisation des méthodes de production s'appuyant sur les interventions phytosanitaires limitées aux besoins dans le temps, dans l'espace et en quantité en fonction des attaques prévisibles de la plante par les maladies et les insectes permettrait déjà de réduire l'usage des pesticides en moyenne de 30 %. Ces experts préconisent de « revisiter » d'anciennes pratiques agricoles qui reposaient sur l'alternance des cultures (rotation) et sur des cultures en association, et d'explorer plus en profondeur comment mieux adapter les

cultures aux sols et aux climats. En contrepartie, des baisses de rendement sont à craindre.

À long terme, la priorité est moins de porter à 20 % ou plus les surfaces consacrées à l'agriculture biologique que de faire de l'agriculture française le fer de lance d'une agriculture capable de produire intensivement tout en respectant l'environnement. Cette agriculture « écologiquement intensive », n'est pas un mauvais compromis entre l'agriculture biologique et l'agriculture intensive dont les priorités — protéger l'environnement pour la première, produire plus pour la seconde — semblent antinomiques. C'est une agriculture qui met au même niveau de priorité des rendements élevés et une nature protégée. Elle reste à inventer. Elle repose sur l'espoir qu'une meilleure connaissance des relations entre les plantes et leurs écosystèmes permettra d'accroître les capacités naturelles des plantes à se développer dans des milieux qui leur seraient hostiles, en particulier à mieux se défendre contre les attaques des insectes et des maladies. Un important travail de recherche fondamentale mobilisant agronomes, physiologistes des végétaux, généticiens et biologistes moléculaires précédera encore pendant de longues années des résultats visibles dans les champs.

L'agriculture française doit faire face à deux défis : proposer des solutions à court terme qui permettent de limiter le recours aux pesticides et travailler sur des solutions alternatives basées sur une meilleure connaissance des relations que les plantes établissent avec leur milieu. Ces deux défis doivent être abordés simultanément.

Dans ce cadre, les plantes génétiquement modifiées (OGM) pourraient être l'un des atouts dans les mains des agriculteurs. On est conscient du caractère provoquant de cette suggestion face au refus massif



Dans les champs cultivés, le coquelicot est considéré comme une mauvaise herbe à traiter.

de ces nouvelles semences par les Français. La question mérite néanmoins d'être posée et qu'il y soit apporté une réponse. À long terme, la création de nouvelles variétés plus résistantes aux maladies et aux insectes permettrait en effet de diminuer le nombre et la nature des traitements. Les partisans des OGM estiment que cette carte mérite d'être jouée (point de vue que l'auteur partage). Ceux qui s'y opposent considèrent que les méthodes de sélection traditionnelle aboutiront à des résultats identiques sans mettre en danger les grands équilibres environnementaux. Ce débat est si important que nous allons y consacrer le chapitre suivant.

Les OGM alimentaires

***sont-ils
un espoir
ou une menace
pour
l'humanité ?***



La question des OGM — prise dans le sens restreint des plantes génétiquement modifiées — n'est pas facile à aborder. Et cela pour trois raisons. Fabriquer des OGM, c'est mettre en œuvre des procédés dont les différentes composantes ne sont pas aisément accessibles à ceux qui n'ont pas une bonne culture biologique : il n'est pas simple de s'y retrouver dans le langage des généticiens et des biologistes moléculaires, et de comprendre comment fonctionne la machinerie cellulaire et s'opère un « transfert de gène ». La deuxième raison est que l'impact de la culture des OGM doit être regardé sous de multiples angles : agronomiques, environnementaux, sanitaires, industriels, financiers, réglementaires, politiques. Enfin, l'idée que chacun se fait de la société à laquelle il aspire modifie son regard sur ce que peuvent apporter les OGM à la satisfaction des besoins alimentaires du monde et sur les risques que leur culture fait courir à la planète. Les prises de position idéologiques brouillent le débat. S'il est bien en effet un sujet qui fait controverse, ce sont les OGM.

L'acte de naissance des OGM en 1983, un plan de tabac résistant à un antibiotique, fait suite à de nombreuses découvertes marquées, au cours du xx^e siècle, par l'identification de l'ADN (acide désoxyribonucléique) comme support moléculaire de l'information génétique (1944), la mise en évidence de la structure en double hélice de cette molécule (1953), le décryptage du code génétique, clé de lecture du génome (1960), la mise au point d'outils moléculaires permettant d'isoler et d'insérer des gènes (1970) et la fabrication du premier organisme génétiquement modifié, un microorganisme (1973). Il faut attendre 1994 avant que soit commercialisée la première plante OGM destinée à l'alimentation, une tomate « longue conservation » — elle devait rapidement disparaître des étals californiens en raison de ses qualités sensorielles insuffisantes — et 1996 pour que commencent aux États-Unis les cultures d'un soja tolérant à un herbicide et d'un coton résistant à l'attaque d'un insecte.

En France, les OGM se sont installés dans le débat public le jour où José Bové, accompagné d'une centaine de ses amis de la Confédération paysanne, « démontait » le Mac Donald de Millau, dans le Sud de la France, pour protester contre les restrictions mises par les autorités américaines à l'importation de Roquefort. C'était le 12 août 1999. La France entière découvrait un militant qui avait « neutralisé » les maïs transgéniques du semencier Novartis à Nérac, l'année précédente. Et avec lui, son combat contre les OGM. Depuis, ce combat n'a cessé de s'amplifier, ralliant à sa cause de nombreux Français.

Dix années plus tard (2010), dans le monde, les surfaces cultivées avec des OGM — maïs, coton, soja et colza principalement — couvrent 145 millions d'hectares, soit près de 10 % des terres cultivées (4,7 fois les surfaces agricoles utiles françaises). La quasi-totalité de la production (95 %) provient de six pays (États-Unis, Brésil, Argentine, Canada, Inde et Chine) et de deux continents (Amérique, Asie). La part de l'Europe se cantonne à 0,1 %. En France, suite à un moratoire décidé par le Gouvernement début 2008, il n'y a plus de culture d'OGM.

34 Une plante génétiquement modifiée, c'est quoi ?

Depuis la naissance de l'agriculture et de l'élevage, il y a 10 000 ans, les hommes se sont employés à améliorer les espèces végétales et les races animales dont l'exploitation leur permet-

taient de pourvoir à leurs besoins alimentaires. Au cours des millénaires, ils ont observé, puis choisi dans leur environnement les plantes et les animaux les plus performants, avant de faire se reproduire entre eux — au sein d'une même espèce — ceux qui possédaient des qualités complémentaires. Siècles après siècles, les paysans, fins observateurs de la nature, ont pu ainsi « sélectionner » des variétés de plantes et des races animales plus productives, adaptées à leur milieu, davantage résistantes aux maladies, pourvoyeuses d'aliments de meilleure qualité (laits, viandes, œufs, farines, fruits). Les découvertes du moine tchèque Gregor Mendel, au ^{xix}^e siècle, ont jeté les bases scientifiques de ce processus, contribuant à l'amélioration des méthodes de sélection. Progressivement, dans la poursuite des travaux du français Louis de Vilmorin, de très nombreuses sociétés de sélection se créent, se développent, fusionnent, jusqu'à former de très grands groupes : les américains Monsanto et Dupont/Pioneer, le suisse Syngenta et le français Limagrain (la maison mère de ce groupe — premier semencier européen, chiffre d'affaires : 1,1 milliard d'euros — est une coopérative agricole du Centre de la France dont les actionnaires sont des agriculteurs). Les ressources de ces entreprises leur permettent de financer des recherches coûteuses et de créer et commercialiser les premières semences OGM.

En 2010, la quasi-totalité des plantes cultivées dans le monde a été « améliorée » par les généticiens. Ce qui conduit les puristes à considérer que, *stricto sensu*, toute notre nourriture est « génétiquement modifiée ». Et à nier qu'il faut différencier les plantes OGM et les plantes traditionnelles. Et pourtant, si les semences traditionnelles et les semences OGM résultent les unes et les autres d'une modification de leur génome (ensemble des gènes présents à l'identique dans chaque cellule d'un même organisme), elles se différencient par la méthode utilisée pour cette transformation. Dans le cas des OGM, la méthode mise en œuvre — on l'appelle « transgénèse » — permet d'aller chercher de nouveaux gènes dans le grand répertoire du monde vivant, de les introduire artificiellement (en laboratoire) dans une cellule et de contrôler leur expression. En cela, la transgénèse permet de franchir la barrière des espèces, barrière quasi-infranchissable dans la nature (seules



Gregor Mendel :
on lui attribue
la paternité
de la génétique

se croisent des plantes apparentées : un pollen de blé ne peut pas féconder un ovule de maïs). Une plante OGM peut donc contenir des gènes de microorganismes, d'animaux ou de végétaux n'appartenant pas à son espèce. Ce n'est pas le cas d'une semence traditionnelle.

Le législateur a tenu compte de ces différences pour définir un OGM. Ainsi, pour le droit européen, c'est un organisme — pas seulement une plante — dont « le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas naturellement par multiplication ou recombinaison naturelle ». Ce que Greenpeace exprime à sa manière : « Un OGM, c'est un organisme dont on a manipulé en laboratoire le patrimoine génétique. » Par extrapolation et souci de simplification, les aliments qui ont été fabriqués à partir de plantes OGM sont parfois qualifiés d'« aliments OGM ». Pour certains, des produits

(viandes, laits, œufs) issus d'animaux ayant été nourris avec des plantes OGM en sont également. Très abusivement à nos yeux. Pourquoi ? Nous allons en discuter à la question suivante.

Auparavant, on nous permettra une dernière remarque. Les généticiens font souvent remarquer que les transformations auxquelles ils procèdent dans leurs laboratoires sont infiniment plus limitées que celles qui ont marqué l'apparition des humains sur la Terre, puisque tous les organismes vivants procèdent d'une même cellule originelle, premier ancêtre commun universel. La nature a donc réalisé des transformations génétiques bien plus complexes que les leurs. Cela est vrai. Mais il est également vrai que la nature a travaillé par essais et erreurs, pendant des milliards d'années. Ce qui inquiète les opposants aux OGM, c'est que les scientifiques et les industriels veulent aller trop vite. En franchissant aussi rapidement les étapes, ils ébranlent les grands équilibres naturels.

Essai au champ
de porte-greffe modifié
génétiquement
pour protéger la vigne
d'une maladie virale
sans traitement,
le court-noué



35 Y a-t-il des OGM dans nos assiettes ?

Selon l'ONG Greenpeace, qui tient scrupuleusement à jour la liste des aliments contenant des OGM, ceux-ci « sont omniprésents dans les assiettes. On peut en effet les retrouver directement dans certains produits, mais aussi indirectement dans de nombreux produits issus de l'élevage des animaux ». Les produits labellisés AB (agriculture biologique) n'en contiennent pas.

« Directement » et « indirectement » sont deux adverbes qui méritent une explication.

Par « directement », Greenpeace entend les aliments dans lesquels les plantes génétiquement modifiées se retrouvent sous la forme d'ingrédients et autres additifs alimentaires fabriqués à partir d'OGM, tels des agents de texture dérivés de l'amidon de maïs ou des émulsifiants à base de lécithine de soja. Pour être exhaustif, on serait tenté d'ajouter à cette liste les plantes consommées en l'état comme les fruits et légumes ou le maïs doux. À tort, car contrairement à d'autres pays, du moins pour l'instant, ces aliments ne sont pas commercialisés en France.

Par « indirectement », il est fait référence aux produits carnés, aquatiques, laitiers et à base d'œufs provenant d'animaux nourris avec des OGM, notamment du soja en provenance des Amériques (États-Unis, Brésil). La liste est longue et couvre presque tous nos aliments : bœuf, veau, mouton, agneau, volaille, lapin, porc, charcuterie, œufs, lait, beurre, crème, yaourts, desserts, glaces, fromages, biscuits apéritifs, condiments, sauces, conserves, pâtes, purées, soupes, produits diététiques, pains, viennoiseries, céréales pour le petit déjeuner, biscuits, barres céréalières, chocolat, confiseries, plats cuisinés, plats surgelés, aliments pour bébé, tous les produits y passent.

Est-ce bien raisonnable ? Nous ne le pensons pas car il n'est pas exact de dire que les produits animaux nourris avec des OGM contiennent des OGM, pas davantage qu'un gigot de mouton ne contient de l'herbe ou les œufs de poule du blé. Le premier bénéficiaire de cette revendication, dont le but véritable est de combattre la culture des OGM par tous les moyens — on peut comprendre que ceux qui s'opposent aux OGM aient retenu cette approche pour boycotter indirectement



ces cultures —, pourrait être un grand distributeur qui a décidé de tester une nouvelle niche commerciale en lançant fin 2010 un étiquetage « nourri sans OGM » pour 300 de ses références. Soucieuse d'une bonne information des consommateurs, cette enseigne aurait pu ajouter : « je ne vous donne pas cette indication pour protéger votre santé, mais seulement pour que vous puissiez vous associer à tous ceux qui ne veulent pas d'OGM sur la planète et à notre combat contre Monsanto. »

Restent donc les aliments dans lesquels des ingrédients issus d'OGM ont été incorporés. Il est facile de les repérer puisque la réglementation impose de les signaler aux consommateurs par un étiquetage approprié dès qu'ils en contiennent plus de 0,9 %. Tournons-nous à nouveau vers Greenpeace, qui ne peut être suspecté de minimiser le nombre d'aliments contenant des OGM. Selon cette organisation, à peine une trentaine de ces produits ont été repérés dans les rayons des supermarchés ou les épiceries, des produits de niche et d'importation (principalement des États-Unis et du Canada) comme des huiles de soja, des préparations pour gâteau et des sauces.

Oui, les OGM sont aujourd'hui dans nos assiettes, mais très rarement, pour ne pas dire jamais, à moins de comptabiliser les produits d'origine animale. On en mangera par contre fréquemment lors de voyages à l'étranger. Est-ce grave ? Ce pourrait l'être si manger des aliments contenant des ingrédients alimentaires qui en sont extraits, voire des fruits ou légumes OGM (papaye, courgette) comme on en trouve sous d'autres cieux, mettait notre santé en danger. Nous allons voir que ce n'est pas le cas.

36 La consommation d'OGM peut-elle nuire à notre santé ?

Cette question préoccupe tout particulièrement les Français. Ils entendent les médias relater les études de quelques rares chercheurs qui concluent aux effets néfastes des OGM : anomalies des formules sanguines, accidents rénaux, apparition de cancers. Et comme il n'y a pas de fumée sans feu, on comprend qu'ils soient nombreux à refuser les OGM dans leur assiette. Ils craignent que leur dissémination dans les aliments ne mette leur santé en danger. Et pourtant, toutes les agences internationales et nationales mises en place par les gouvernements pour évaluer les risques alimentaires considèrent qu'il n'est pas un seul OGM autorisé qui présente un danger pour la santé.

Ce qu'il faut d'abord comprendre, c'est qu'une réponse globale à la question « les OGM sont-ils dangereux pour la santé ? » n'a guère de sens, à moins d'affirmer que la transgénèse est intrinsèquement nocive, ce que personne de bonne foi ne fait (l'utilisation de cette technique par l'industrie pharmaceutique pour fabriquer de l'insuline n'a jamais soulevé de critiques). De même qu'on ne peut que répondre au cas par cas à la question « les champignons sont-ils dangereux ? », toute demande d'autorisation de mise en culture et de commercialisation d'un OGM est l'objet d'un examen particulier.

Seules sont communes les méthodes d'évaluation. Les diététiciens et les toxicologues se posent trois questions : la valeur nutritionnelle est-elle modifiée ? Existe-t-il des risques d'allergies ? Des substances toxiques sont-elles synthétisées ? Pour y répondre, ils examinent les résultats d'analyses chimiques et d'expérimentations sur animaux en faisant la part entre la valeur nutritionnelle et la qualité sanitaire. La première rend compte de la composition en nutriments (glucides, lipides, protéines, minéraux, vitamines), la deuxième vise à se prémunir contre la présence de protéines allergéniques, de substances toxiques et autres molécules cancérogènes dont la synthèse aurait été provoquée par l'insertion d'un ou plusieurs gènes étrangers.

La valeur nutritionnelle s'apprécie en procédant à une analyse comparée de la composition chimique de la plante parentale et de l'OGM qui en dérive. Cette analyse est complétée par une « étude d'alimentarité » en nourrissant des animaux, généralement des poulets, pendant plusieurs semaines. Appliquée au maïs MON 810, seul OGM dont la culture a été autorisée en France (jusqu'en 1998), un maïs résistant à l'attaque de la pyrale (insecte de l'ordre des lépidoptères dont la chenille attaque le maïs), cette procédure a permis de conclure que sa valeur nutritionnelle n'avait pas été modifiée par l'insertion du gène de résistance. Sur ce point, et cela est suffisamment rare pour le souligner, il y a un accord unanime. Il est des cas où la valeur nutritionnelle est modifiée volontairement, comme chez le « riz doré » dont la teneur en un précurseur de la vitamine A est plus élevée que

Dégâts
de chenille
d'*Ostrinia nubilalis*
(pyrale du maïs)
sur tige de maïs



dans les variétés de riz actuellement cultivées. En généralisant sa consommation, ses promoteurs espèrent lutter contre l'avitaminose dont souffrent des centaines de millions de consommateurs de riz et qui peut rendre aveugle les enfants. D'autres pistes sont explorées : enrichissement en acides gras oméga-3 des oléagineux, optimisation de la composition en minéraux des céréales, notamment en fer, enrichissement des légumes en vitamines, élimination de substances qui réduisent la digestibilité d'un aliment. Dans quelques années, ces OGM de deuxième génération pourraient trouver leur place dans l'alimentation des hommes, et contribuer à améliorer leur statut nutritionnel. Les populations des pays en développement, celles qui souffrent le plus de malnutrition, sont les premières concernées.

Pour détecter la présence toujours possible de protéines allergisantes, la structure et les propriétés physico-chimiques des protéines nouvellement exprimées sont comparées à celles des allergènes connus et répertoriés. En cas de similitudes, un risque allergisant est suspecté. Pour évaluer la toxicité, en plus des analyses chimiques permettant de conclure, ou non, à une « équivalence en substance » (c'est-à-dire à une équivalence de composition entre un OGM et la variété témoin dont il est dérivé), les experts s'appuient sur l'étude toxicologique de ces nouvelles protéines selon des protocoles bien rodés. De plus, pour détecter des effets insoupçonnés, imprévisibles, des tests sur rats sont effectués. Dans le cas du maïs MON 810, la communauté des scientifiques dans sa grande majorité n'a détecté ni allergénicité, ni toxicité et n'a pas validé les quelques travaux soutenant le contraire.

Tous les autres OGM autorisés à la commercialisation en France, certains uniquement destinés à l'alimentation des animaux, d'autres également à celle des hommes, ont passé avec succès le couperet de ces tests. Les animaux et les hommes peuvent en manger sans crainte, ainsi que les ingrédients qui en sont issus.

37 L'environnement est-il menacé par la culture des OGM ?

L'analyse des impacts environnementaux est plus subtile que celle des effets sur la santé. La question qui se pose est moins de savoir si la culture des OGM a un impact, positif ou négatif sur l'environnement — toute plante cultivée a un impact sur

l'environnement —, que de mesurer si cet impact est supérieur, égal ou inférieur à celui de la culture de semences traditionnelles, tout en gardant les mêmes niveaux de rendement. Aussi est-il plus juste de ramener les effets environnementaux à une unité de production (le quintal pour les céréales) qu'à une unité de surface (un hectare de terre ensemencée). De ce fait, une comparaison avec l'agriculture biologique qui ne prend pas en compte cette notion est biaisée. Sans oublier qu'une augmentation des rendements a un effet bénéfique sur le taux d'occupation des sols.

Pour apprécier ces impacts, trois paramètres sont pris en compte : la nature et la quantité de produits phytosanitaires et d'engrais utilisés, les émissions de gaz à effet de serre, les atteintes à la biodiversité. Les mesures de ces paramètres ont donné lieu à des études savantes, critiquées, et donc à des controverses impossibles à résumer en quelques lignes. Le bon sens peut suffire pour y voir plus clair.

Il est facile de comprendre que les OGM qui produisent dans leurs cellules leurs propres molécules insecticides n'ont pas besoin d'être traités pour être protégés contre les insectes. À l'inverse, difficile de nier que les agriculteurs puissent avoir la tentation de pulvériser davantage d'herbicides dans leur champ quand les OGM qu'ils cultivent résistent à ces traitements. Enfin, on ne voit pas pourquoi les OGM, qui n'ont ni plus ni moins besoin de minéraux (azote, phosphore, potassium) que les autres plantes, utiliseraient plus d'engrais que les végétaux non OGM. Au final, si on cumule les notes positives et négatives, le résultat est que les cultures d'OGM laissent dans l'atmosphère ou dans le sol moins de produits chimiques de synthèse que les cultures intensives ou raisonnées sans OGM. Dans ce palmarès, à production constante, l'agriculture biologique est gagnante, mais les rendements ne sont pas au rendez-vous.

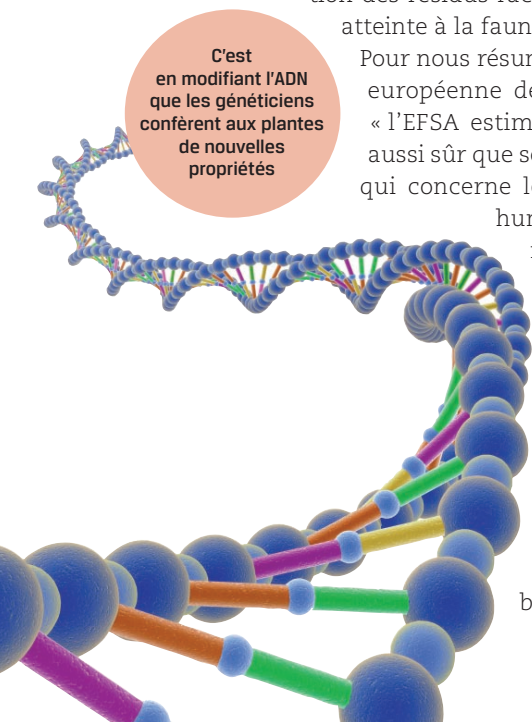
Autre paramètre : l'émission de gaz à effet de serre. Il est admis que les cultures d'OGM contribuent à leur réduction. Pour deux raisons : d'une part, suite à une réduction du nombre de passages des machines agricoles dans les champs (diminution des traitements insecticides et des labours), et donc à une consommation réduite de fuel ; d'autre part, grâce à l'augmentation de la séquestration du carbone dans le sol car celui-ci est moins travaillé (l'oxydation du carbone par les microorganismes est réduite, moins de gaz carbonique est dissipé dans l'atmosphère).

Quant à la biodiversité, les craintes évoquées sont nombreuses : dissémination accidentelle et incontrôlable des OGM dans la nature, transfert aléatoire des transgènes (gènes introduits par transgénèse) dans des espèces sauvages apparentées, pollution de la biosphère, des sols en particulier, par des protéines physiologiquement actives (protéines insecticides) avec pour conséquence une atteinte à l'intégrité des écosystèmes (disparition d'insectes, en particulier des abeilles, des vers de terre, etc.). Il faut répondre point par point à ces craintes. Prenons à nouveau comme exemple le maïs MON 810 que nous commençons à bien connaître. Comme toute plante cultivée, les OGM en général, et le maïs MON 810 en particulier, ne possèdent pas les caractéristiques leur permettant de se maintenir en milieu naturel car ils ne sont pas faits pour « la vie sauvage » (de même qu'un chien errant ne survit pas longtemps seul dans la nature). En dehors du Mexique, pays dont le maïs est originaire, le maïs MON 810 ne peut s'hybrider à une plante sauvage apparentée car il n'en existe pas (cette possibilité existe pour la betterave et le colza). Sa culture ne requiert pas l'application d'un insecticide, ce qui protège les insectes utiles. Enfin, la protéine insecticide agit spécifiquement sur certains insectes : elle n'a pas d'effet sur les autres animaux (vers de terre, abeilles, poissons, etc.), la décomposition des résidus racinaires et de récolte ne porte pas atteinte à la faune ou aux microorganismes du sol.

C'est
en modifiant l'ADN
que les généticiens
confèrent aux plantes
de nouvelles
propriétés

Pour nous résumer, donnons la parole à l'autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) : « l'EFSA estime que [...] le maïs MON 810 est aussi sûr que son équivalent conventionnel en ce qui concerne les effets potentiels sur la santé humaine et animale [...] et qu'il est

improbable que le maïs MON 810 ait des effets nocifs quelconques sur l'environnement dans le cadre de ses utilisations prévues, en particulier si des mesures d'exploitation appropriées sont prises pour limiter une exposition éventuelle des espèces de lépidoptères non cibles. » Cultiver le maïs MON 810, pourquoi pas. Mais dans le respect des bonnes pratiques agricoles.



38 Les OGM sont-ils nécessaires pour nourrir la planète ?

Cette question renvoie à une question fondatrice de toutes les autres : quelle(s) agriculture(s) faut-il promouvoir pour assurer durablement, dans le monde, la sécurité alimentaire des populations présentes et à venir ? La suivante en découle : les OGM ont-ils leur place dans cette nouvelle agriculture ? En réponse à la première, nous verrons dans le chapitre suivant qu'il convient d'adapter les systèmes de production à la diversité des conditions locales et pour cela de mieux connaître les interactions des plantes cultivées et des animaux d'élevage avec leur écosystème. Reste la deuxième : dans ces nouveaux systèmes de production, les OGM peuvent-ils aider à garantir une production suffisante de calories et de nutriments sans perturber les grands équilibres écologiques et en assurant des revenus pérennes aux agriculteurs ?

Ce que nous allons montrer, c'est que si les OGM ne sont pas le seul atout pour relever le défi auquel doit faire face l'humanité pour se nourrir, ils n'en sont pas moins l'une des cartes qu'il serait dommage, pour ne pas dire irresponsable, de ne pas jouer. Une carte qui n'est sans doute pas indispensable, mais qui peut beaucoup apporter. Comment être aussi affirmatif alors que leurs opposants soutiennent haut et fort le contraire ? Pour plusieurs raisons.

D'abord parce que la transgénèse met la biodiversité de la planète au service de l'amélioration des plantes. La transgénèse donne accès à une très grande bibliothèque de gènes auxquels les semenciers ont dorénavant accès pour conférer de nouvelles propriétés aux plantes cultivées. Avec les méthodes traditionnelles de sélection qui procèdent par croisements entre plantes d'une même espèce, la majorité des ouvrages de cette bibliothèque n'est pas accessible.

Ensuite, parce qu'il devient dès lors possible de concentrer au sein d'une même variété les gènes lui conférant des performances agronomiques originales qui lui permettent de mieux réagir avec un écosystème qui ne lui est pas toujours favorable (maladies, insectes), voire de se développer sur des terres et dans des environnements hostiles. Une résistance accrue à la sécheresse facilitera l'implantation de nouvelles cultures dans des zones arides : à un moment où les inquiétudes sur la disponibilité en eau se manifestent dans de nombreuses

régions du monde, les OGM résistants au stress hydrique seront les bienvenus ; on peut espérer leur commercialisation autour de 2015. Une meilleure assimilation de l'azote ferait coup triple : diminution des apports en engrais azotés accompagnée d'une meilleure rentabilité des terres cultivées, des émissions de gaz à effet de serre (la fabrication de ces engrais est particulièrement énergivore) et de la pollution des nappes phréatiques par les nitrates.

Troisièmement, parce que la culture d'espèces cultivées plus résistantes aux maladies et aux insectes augmentera significativement les rendements, particulièrement dans les pays tropicaux, réduira les besoins en produits phytosanitaires et aura donc moins d'effets négatifs sur l'environnement.

On le voit, les OGM ont leur place au sein de l'agriculture « écologiquement intensive » dont nous avons déjà parlé et qui doit permettre de concilier rendements élevés et protection de l'environnement. Si on ne craignait d'être un peu provocateur, on en viendrait à se demander si les OGM ne sont pas l'un des atouts d'une nouvelle agriculture biologique, moins idéologique !

Laissons le dernier mot à la présidente de l'Institut national de la recherche agronomique : « L'agriculture du ^{xxi}e siècle sera intensive, économe et écologique. [...] Cette agriculture reste pour une part à inventer. [...] Dans ce contexte, [il ne faut pas]

Le riz
pourra-t-il un jour
être cultivé
sur sol sec ?



exclure *a priori* le recours aux plantes génétiquement modifiées pour peu que leur innocuité sur les deux aspects de l'environnement et de la santé soit assurée. » On ne peut mieux dire.

39 À qui profite la culture des OGM ?

Les principaux OGM cultivés dans le monde sont des sojas et des colzas tolérants à des herbicides, et des maïs et des cotons tolérants à des herbicides et résistants à des insectes. D'autres OGM sont cultivés sur des surfaces beaucoup plus réduites : betterave, peuplier, papaye, poivron, courgette, œillet bleu. D'autres, enfin, sont en cours de développement, notamment pour leur résistance à la sécheresse, à la chaleur et à la salinité. Sur le plan économique, trois espèces OGM pèsent tout particulièrement : le soja, le maïs et le coton. En 2009, elles occupaient respectivement 69, 42 et 16 millions d'hectares (la surface agricole utile en France s'élève à 30 millions d'hectares) et représentaient 75 %, 25 % et 50 % des surfaces emblavées dans le monde avec la même espèce. Quand on se rappelle que l'ensemble de ces cultures couvraient en 2010 près de 10 % des 1,5 milliard d'hectares de terres cultivées sur notre planète, on comprend que cette évolution, sans précédent par sa rapidité et son intensité, puisse toucher les semenciers, les agriculteurs et les consommateurs.

Le métier des semenciers est de créer puis de commercialiser des semences améliorées pour leurs qualités agronomiques et leurs qualités d'usages. Il repose sur une technicité de plus en plus coûteuse à mettre en œuvre, ce qui limite le nombre de sociétés qui peuvent y avoir accès. Seules les plus grosses peuvent consentir les investissements nécessaires. Pour les semenciers, l'enjeu économique des OGM est important, mais doit être jugé à l'aune des sommes concernant l'ensemble de la filière agroalimentaire : dans le monde (valeurs 2007), leur chiffre d'affaires cumulé s'élève à 20 milliards d'euros dont 4 milliards à l'exportation et 4,5 milliards pour la vente de semences OGM, valeurs à comparer aux 164 milliards de chiffre d'affaires des seules industries alimentaires françaises. Les ventes (3,5 milliards) du leader incontesté Monsanto, toutes semences confondues, atteint tout juste 50 % des seuls bénéfices de Nestlé. Mais ce n'est pas dans ces ventes que Monsanto tire le plus de profits. En 2010, environ 60 % de ces derniers sont générés par les redevances que lui versent les semenciers

qui utilisent des « événements OGM » qu'il a brevetés. C'est dire à quel point la maîtrise de la technologie est profitable dans ce secteur industriel. On ne peut donc que regretter que le français Limagrain ait dû abandonner toute la recherche OGM qu'il réalisait sur notre territoire alors que la France était particulièrement bien placée dans les années 1980 — quand l'aventure des OGM a commencé — jusqu'à la fin des années 1990 : en 1998, la France comptait 25 % des essais en plein champ réalisés dans le monde ; en 2010, il n'y en a plus un seul. De manière paradoxale, les « faucheurs volontaires » en s'opposant violemment aux OGM ont très directement contribué à asseoir la puissance de Monsanto, leur plus grand ennemi. Au final, il ne fait pas de doute que Monsanto, qui possède 70 % des brevets, reste le grand bénéficiaire de la culture des OGM.

Il n'est pas le seul, car les agriculteurs s'y retrouvent également. C'est du gagnant-gagnant. Cultiver des OGM présente de nombreux avantages : un désherbage mieux maîtrisé, des pertes limitées en cas d'attaque par les insectes, une récolte davantage sécurisée et donc, souvent mais pas toujours, de meilleurs rendements. À cela s'ajoutent des économies d'énergie en raison d'une diminution des interventions culturales (labours, traitements phytosanitaires) et, *in fine*, un revenu amélioré bien que les semences soient plus chères. L'Association française des producteurs de maïs estime les gains à 100 euros par hectares. Comme argument à charge contre les OGM, on a souvent dit que contrairement aux semences traditionnelles, les agriculteurs étaient dans l'obligation de racheter leurs semences OGM tous les ans. La réalité est que dans un grand nombre de pays, dont la France, les droits de propriété industrielle sont identiques quelle que soit la nature des semences. Et s'il est vrai qu'un agriculteur qui cultive le maïs MON 810 doit racheter ses semences, il est également vrai qu'il doit en faire autant avec des maïs non OGM. Pas pour des raisons juridiques (brevets), mais parce que la quasi-totalité des maïs cultivés en France sont des maïs hybrides et qu'en raison de leurs caractéristiques biologiques, les grains récoltés ne peuvent être utilisés comme semences, sous peine d'une baisse des rendements, contrairement au blé (une semence hybride est obtenue par croisement de lignées pures différentes : la vigueur de l'hybride se traduit par des rendements élevés très supérieurs à celles des lignées parentes ; elle s'estompe quand on utilise les grains récoltés comme semence).

Il existe néanmoins une ombre au tableau. Il faut, en effet, assurer la coexistence de la culture des maïs OGM et des maïs biologiques (sans OGM). On ne peut exclure une contamination des seconds par les premiers. Le risque encouru n'est ni sanitaire, ni environnemental (les disséminations des transgènes sont très limitées dans l'espace — quelques centaines de mètres — et dans le temps : de nouvelles semences sont semées chaque année, ce qui évite la propagation de la contamination d'une année à l'autre). Il est économique (perte de la qualification « biologique ») et moral (le maïs biologique cultivé avec beaucoup de conviction et de soin est perdu). Les pouvoirs publics ont prévu un fond d'indemnisation destiné à dédommager les agriculteurs dont les récoltes se trouveraient dépréciées. Mais mieux vaut éviter ces accidents en suivant les recommandations du « guide de bonne pratique pour la culture de maïs OGM 810 » édité par l'Association des producteurs de maïs : information des voisins, respect des distances d'isolement entre les productions, nettoyage des semails, des machines de récoltes et des camions.

Quant aux consommateurs, à l'exception non négligeable d'une moindre contamination des maïs par des mycotoxines et donc d'un bénéfice sanitaire, fort est de reconnaître que les OGM actuellement cultivés ne leur apportent rien, ni en terme de prix, ni en terme nutritionnel. Sans doute est-ce là la principale raison de la méfiance, pour ne pas dire la forte opposition, qu'ils témoignent à ces nouvelles semences. Pourquoi prendrais-je un risque, si minime soit-il, si je n'en tire aucun



En 2020, nous mangerons peut-être ce melon génétiquement modifié (à droite) qui conserve sa saveur et sa fraîcheur pendant une dizaine de jours.

avantage en retour ? Les arguments exposés par les meilleurs chercheurs sur les avantages agronomiques et écologiques des OGM ne suffisent pas à emporter l'adhésion de nos concitoyens. Ils veulent voir avant de croire, les beaux discours ne les atteignent pas. Espérons qu'ils seront davantage convaincus quand ils auront leur part de la valeur ajoutée des OGM : baisse des prix de détail des produits alimentaires ; valeur nutritionnelle, qualité sanitaire et propriétés sensorielles améliorées. Aux chercheurs et aux semenciers d'apporter la preuve que les espoirs que leurs travaux font miroiter ne sont pas vains.

40 Pourquoi la culture des OGM est-elle interdite en France ?

C'est une longue histoire dont on va voir qu'elle traduit une décision politique qui n'a pas tenu compte des avis des comités d'experts. Ce qui n'est pas illégal puisque ces avis ont pour mission d'éclairer les pouvoirs publics, seuls habilités à autoriser ou refuser les mises en culture et sur le marché.

Cette histoire commence en 1998 quand le gouvernement Jospin autorise la culture du maïs MON 810 (résistant à la pyrale) et se termine par son interdiction par le gouvernement Fillon dix ans plus tard. Un rappel des faits permettra au lecteur de conclure au bon ou au mauvais fonctionnement des institutions en ce domaine.

Le 22 avril 1998, le Gouvernement français autorise la culture, l'importation et l'utilisation pour l'alimentation humaine et animale du maïs MON 810 après expertise du dossier présenté par la société Monsanto. Ce maïs a été modifié dans le but de le rendre résistant à des lépidoptères ravageurs.

Au cours des dix années suivantes, des agriculteurs du Sud-Ouest de la France cultivent le MON 810, sans jamais couvrir de grandes surfaces. À part quelques essais antérieurs très limités, les 500 premiers hectares sont ensemencés en 2005. Le maximum est atteint en 2007 avec 20 000 hectares, soit à peine 1 % des 2 millions d'hectares que les agriculteurs consacrent à la culture du maïs grain (1,5 million d'hectares sont également consacrés au maïs fourrage, récolté en « vert »).

Le 25 octobre 2007, le président de la République déclare : « La vérité est que nous avons des doutes sur l'intérêt actuel des OGM pesticides, la vérité est que nous avons des doutes sur le contrôle de la dissémination des OGM, la vérité est que nous

avons des doutes sur les bénéfices sanitaires et environnementaux des OGM. »

Le 5 décembre 2007, un décret institue la création d'un comité de préfiguration de la Haute Autorité sur les OGM chargé de fournir un avis sur toute question relative à l'utilisation des OGM (ce comité de préfiguration sera remplacé le 5 décembre 2008 par le Haut Conseil des biotechnologies). Un deuxième décret suspend la cession et la production des semences de ce maïs. Dans les jours qui suivent, le Gouvernement demande à la Haute Autorité d'évaluer le maïs MON 810.

Le 8 janvier 2008, au cours d'une conférence de presse, le président de la République déclare : « 2008, ce sera l'année de la mise en œuvre de ce qui a été décidé lors du Grenelle de l'environnement. [...] Je suis disposé, si la Haute Autorité qui se prononce demain soulève des doutes sérieux sur les OGM qui sont actuellement cultivés en France, à recourir à la clause de sauvegarde. »

Pour bien comprendre la suite du film, on se souviendra que pour activer une clause de sauvegarde auprès de la Commission européenne, le pays demandeur doit fournir des éléments scientifiques nouveaux qui démontrent que la culture présente des risques non décelés précédemment, jusqu'à ce que la Commission européenne tranche le problème.

Le 9 janvier 2008, le président du Comité de préfiguration de la Haute Autorité sur les OGM — le sénateur UMP Jean-François Le Grand — déclare que « des éléments scientifiques sérieux instaurent des doutes sérieux ».

Le 10 janvier 2008, le président de la République déclare que la clause de sauvegarde sera activée dans les prochains jours. Bernard Accoyer, président de l'Assemblée nationale, conteste vivement l'avis de la Haute Autorité et demande que les décisions reposent sur de « véritables conclusions scientifiques ». Tandis que le syndicat des producteurs de grande culture (Orama) qualifie la décision de la Haute Autorité de « mensonges et politique politicienne », faisant remarquer que « l'utilisation de l'expression *doutes sérieux* par le président de la Haute Autorité ne correspond à rien d'autres qu'à une référence orientée et complaisante à des termes employés avant-hier par le président de la République ». Selon Orama, « aucun élément scientifique nouveau n'est de nature à fonder la mise en œuvre de la clause de sauvegarde ». À l'inverse, France Nature Environnement (FNE) considère que les prises de position du président de l'Assemblée nationale « font injure aux

gens de terrain et de dossier qui ont permis à la Haute Autorité de s'exprimer en connaissance de cause et non sous le coup de l'émotion. »

Le même jour, se sentant trahis par leur président, quatorze membres de la Haute Autorité, dont 12 scientifiques sur 15, publient un communiqué de presse indiquant que « le projet d'avis qu'ils ont rédigé le 9 janvier 2008 sur la dissémination du maïs MON 810 sur le territoire français ne comporte pas les termes de *doutes sérieux*, pas plus qu'il ne qualifie les faits scientifiques nouveaux de négatifs ». Ils se disent « gênés par le décalage entre l'avis qu'ils ont rédigé et sa transcription ». Par arrêté du 7 février 2008, soulignant des risques pour la santé et l'environnement, le Gouvernement français interdit la culture du maïs MON 810 en mettant en avant le principe de précaution et après avoir déclenché une clause de sauvegarde auprès de la Commission européenne. Le 8 septembre 2011, la Cour de justice européenne considère que la clause de sauvegarde avancée par la France est illégale. Fin 2011, cette interdiction temporaire est toujours en vigueur. L'importation et l'utilisation du maïs MON 810 restent autorisées.

Les agriculteurs

pourront-ils nourrir neuf milliards d'hommes ?



Travaux des champs
en Asie : les outils
de travail ne sont pas
les mêmes pour tous
les agriculteurs
du monde !

Avec les émeutes de la faim, en 2008, le monde stupéfait découvre que les stocks de céréales sont insuffisants, que les prix s'envolent et que les peuples d'Afrique, d'Amérique latine et d'Asie se révoltent car ils n'ont plus les moyens de nourrir leurs familles. Les causes sont connues : à l'effondrement de la production en Australie dû à une sécheresse prolongée et à l'accroissement de la consommation liée à une demande plus forte pour la viande de bœuf s'ajoutent la spéculation et, pour une moindre part, les prélèvements destinés à la fabrication des biocarburants. On savait que près d'un milliard d'humains ne mangeaient pas à leur faim, que 200 millions d'enfants de moins de 5 ans manifestaient des troubles moteurs et mentaux liés à des carences nutritionnelles, mais on n'imaginait pas que la situation pouvait devenir aussi tendue. Les Français s'aperçoivent que les pénuries alimentaires atteignent les grands centres urbains et que l'humanité n'est pas à l'abri du retour des famines d'antan. S'il n'est pas possible de nourrir sept milliards d'individus en 2010 alors que la production

agricole s'est accrue plus rapidement que la population entre 1960 et 2005 (pendant cette période, la population mondiale a doublé alors que la consommation en calories alimentaires était multipliée par 2,5), qu'en sera-t-il demain quand, en 2050, il y aura neuf milliards de bouches à satisfaire ?

Pour garantir la sécurité alimentaire, la production agricole mondiale devra à nouveau doubler au cours des 40 prochaines années. En particulier, celle de céréales devrait passer de 2 à 4 milliards de tonnes. Les besoins augmentent sous la triple pression de l'accroissement de la population, d'une consommation accrue de produits carnés (liée à l'amélioration des niveaux de vie) et d'une urbanisation génératrice de pertes au sein des circuits alimentaires (en 2025, plus de la moitié de la population des pays en développement vivra dans des villes). La situation actuelle qui voit la plus grande partie des surfaces agricoles disponibles déjà affectées à l'alimentation des hommes (céréales, racines et tubercules : pomme de terre, manioc, patate douce, igname et taro) et des animaux (soja, céréales et pâturages) rend incertain l'accroissement « durable » des ressources, que ce soit en gagnant de nouvelles surfaces agricoles — la marge de croissance est limitée — ou en améliorant les rendements.

Y a-t-il vraiment un problème se demandent début 2010 ceux qui observent que les stocks de blé se sont rapidement reconstitués au cours des deux dernières années, passant de 120 à 190 millions de tonnes. Mais la sécheresse qui sévit en Russie au cours de l'été 2010, provoquant un arrêt des exportations de ce pays alors que l'Ukraine, autre grenier à blé, limite les siennes, ravive les inquiétudes. Entre le printemps et la fin de l'été 2010, les prix mondiaux du blé se sont accrus de plus de 50 %, mettant en grande difficulté les pays les plus démunis

qui ont bien de la peine à financer leurs importations. Au-delà d'un accident parfois qualifié de conjoncturel en 2008, n'y a-t-il pas en réalité un déficit structurel en céréales auquel il faut remédier ?

Est-on bien sûr de pouvoir satisfaire les besoins alimentaires de l'humanité ? Les biocarburants, qui entrent en compétition avec les cultures vivrières, ne sont-ils pas un scandale ? La pisciculture n'est-elle pas la solution ? Et pourquoi

**Ne pas confondre
« sécurité alimentaire »
et « sécurité sanitaire »**

La sécurité alimentaire garantit l'accès pour tous à une alimentation satisfaisant les besoins nutritionnels, la sécurité sanitaire rend compte de l'absence de substances toxiques et d'organismes pathogènes dans les aliments.

pas la culture des algues à grande échelle ? Et s'il fallait arrêter de manger de la viande ? À moins que l'effort principal ne doive porter sur la réduction des pertes avant et après les récoltes ? Les agriculteurs seront-ils capables de répondre à la demande ? C'est à ces questions que nous allons répondre en examinant les possibilités d'accroître l'offre et de limiter la demande.

Auparavant, voyons ce qu'en pense l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et penchons-nous sur les conclusions de la conférence intergouvernementale qui s'est tenue en 2009 à L'Aquila (Italie). Soixante chefs d'État et 192 ministres y ont réitéré à l'unanimité leur engagement à éradiquer au plus tôt la faim dans le monde. Qui ne pourrait souscrire à un tel engagement ? Mais peut-on y croire !

41 Quel est le point de vue de la FAO sur la sécurité alimentaire ?

L'appel lancé en 2009 aux chefs de gouvernements et à leurs experts par le directeur général de la FAO ne peut être que partagé : tout doit être fait pour que chacun mange à sa faim dans le monde. Les objectifs réaffirmés de la collectivité internationale sont sans ambiguïté. La feuille de route est bien écrite : il faut non seulement produire suffisamment, il faut également assurer une bonne répartition des ressources et garantir à chaque humain l'accès à assez de nourriture pour qu'il puisse vivre en bonne santé. Les recommandations reprennent, telle une litanie, celles qui se récitent depuis des dizaines d'années : mettre en place des systèmes de gouvernance de la sécurité alimentaire plus efficaces aux niveaux nationaux et internationaux, se doter de moyens d'intervention rapide en cas de crise alimentaire, rendre compétitifs les produits agricoles des pays en voie de développement, garantir une juste concurrence sur les marchés internationaux, assurer des revenus décents aux agriculteurs, améliorer les infrastructures, veiller à l'accès aux moyens modernes de production (engrais, semences, produits phytosanitaires, machines agricoles). À cette liste déjà longue s'ajoute une nouvelle priorité : se préparer au changement climatique qui risque d'affecter les pratiques actuelles de production.

Déjà en 1996, les chefs d'État réunis à Rome déclaraient intolérable que plus de 800 millions d'hommes n'aient pas suffisamment de quoi manger et affirmaient solennellement leur volonté de réduire de moitié en 2015 le nombre de personnes

**La faim
dans le monde :
les chiffres
de la FAO**

sous-alimentées. Déjà en 1974, lors du Premier Sommet mondial sur l'alimentation, les gouvernements annonçaient leur volonté d'assurer la sécurité alimentaire, définie comme étant « la capacité d'assurer à toute personne un accès à une alimentation suffisante, sûre et nutritive. » Déjà en 1945, l'acte fondateur de la FAO précisait que le mandat de l'organisation est d'atteindre la sécurité alimentaire pour tous. Et pourtant, la faim continue à régner en maître dans le monde.

Jamais, au cours des quatre dernières décennies, autant d'hommes n'aurait souffert de la faim qu'en 2009 : 642 millions en Asie et Pacifique, 265 en Afrique subsaharienne, 53 en Amérique latine et Caraïbes, 42 au Proche-Orient et en Afrique du Nord, 15 dans les pays développés. Cependant, rapporté à la population totale, le pourcentage de personnes malnutries baisse régulièrement.

Entre 1960 et 2005, la surface nécessaire pour nourrir un homme est passée de 0,45 hectare à 0,25 hectare, les surfaces cultivées ont augmenté de 13 %, les consommations de lait, de viande et d'œufs par habitant ont respectivement doublé, triplé et quintuplé (par contre, celles de céréales, de racines et de tubercules n'ont guère changé). En 2010, un hectare produit en moyenne 20 000 Kcal/jour.

Les céréales sont la principale ressource alimentaire de l'humanité. En 2010, les productions de maïs, de blé et de riz ont respectivement atteint 845 millions de tonnes (un record absolu), 645 millions de tonnes (la troisième meilleure performance de l'histoire, en léger recul par rapport à 2009) et 465 millions de tonnes (un autre record historique). Auxquelles s'ajoutent 280 millions de tonnes de céréales secondaires (orge, mil, sorgho). Soit un total de 2,2 milliards de tonnes ou encore 300 kg par personne. En moyenne, sur dix ans, on observe un équilibre entre l'offre et la demande. Les productions mondiales de tubercules et racines, de fruits et de légumes sont respectivement 750, 500 et 700 millions de tonnes. L'élevage représente 40 % de la valeur de l'agriculture mondiale et contribue aux moyens d'existence et à la sécurité alimentaire de près d'un milliard de personnes. Son développement est dopé par la croissance des revenus et de l'urbanisation : la production annuelle de viande devrait passer de 230 à 460 millions de tonnes en 2050. Son impact sur le réchauffement climatique s'accroît.

Les prix des produits agricoles se sont régulièrement accrus durant la dernière décennie, atteignant un pic historique en juin 2008 (deux fois les prix de 2002), date à laquelle les prix au détail ont sensiblement augmenté dans les pays en développement, entraînant les émeutes que l'on connaît. Leur volatilité menace les approvisionnements de nombreux pays.

Les pays de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) et de l'Amérique latine sont largement excédentaires et exportent une partie de leur production vers l'Afrique et le Moyen-Orient, régions où l'auto-suffisance a continuellement diminué durant les quarante dernières années.

La FAO le constate : l'ampleur de la crise est la conséquence d'investissements insuffisants au cours des 20 dernières années. En fait, depuis beaucoup plus longtemps. Elle chiffre les besoins de financements dans l'agriculture des pays en développement au cours des quarante prochaines années à près de 85 milliards de dollars par an (50 % de plus qu'aujourd'hui). Les investissements doivent portés sur la production végétale et animale, l'approvisionnement en eau, la chaîne du froid (n'oublions pas qu'il faut nourrir les villes), les capacités de stockage, l'organisation des marchés et les premières transformations (transformation des grains en farine, par exemple). Des efforts importants doivent être consentis à l'éducation et à l'hygiène. Au-delà des questions relevant d'une bonne gouvernance, la FAO s'interroge sur la suffisance des disponibilités en terre et en eau pour nourrir les humains des années 2050. Attendant beaucoup de l'apport des nouvelles technologies dont l'agriculture pourrait bénéficier, elle s'inquiète de l'insuffisance de l'effort de recherche et se dit préoccupée par les moyens à mettre en œuvre pour en faire bénéficier les pays pauvres.

42 L'autosuffisance alimentaire sera-t-elle un jour possible en Afrique ?

Pour que chacun mange à sa faim, la solution est simple, dirait monsieur de La Palisse, et avec lui les personnes de bonne volonté : il suffit que chaque pays assure la production sur son sol de suffisamment d'aliments pour que les populations qui y vivent puissent se nourrir. Finies les pesanteurs de l'Organisation mondiale du commerce, terminé le contrôle des sources d'approvisionnement par les grandes puissances qui dominent le monde avec « l'arme alimentaire », adieu aux multinationales qui engrangent d'énormes bénéfices sur le dos des populations les plus affamées.

Certes, on ne peut que souscrire au souhait de la FAO de voir les pays les moins avancés se doter d'un secteur agricole en bonne santé pour que « les denrées alimentaires soient produites là où vivent les pauvres ». Mais est-il possible de construire un nouveau monde où les États seraient maîtres de la sécurité alimentaire de leurs ressortissants ? Cette vision de l'avenir n'est-elle pas un rêve généreux dont la mise en œuvre se heurterait à de telles difficultés qu'il se révélerait finalement plus nuisible qu'utile aux populations les plus pauvres ?

En 1980, à Lagos (Nigéria), les chefs d'État africains décidaient de conduire leurs pays à l'autosuffisance alimentaire. Trente ans plus tard, en septembre 2010, à Accra (Ghana), les participants au Forum international sur la révolution verte en Afrique, face à un constat d'échec, réaffirmaient la même volonté d'arriver à l'autosuffisance de leurs pays. Pour eux, « l'agriculture est la clé du développement d'une Afrique qui doit non seulement atteindre son indépendance alimentaire, mais doit aussi devenir l'un des greniers du monde ». Il suffit pour cela, affirmaient-ils, de repenser l'agronomie africaine sur des bases nouvelles et de donner la priorité aux cultures vivrières. La solution est de permettre aux agriculteurs de satisfaire leurs propres besoins et d'approvisionner les villes avec leurs surplus. Sur le plan technique, cette révolution passe par la mise à la disposition des agriculteurs de semences plus performantes — certains pensent aux plantes génétiquement modifiées, mais d'autres les récusent — et par la mise en œuvre d'une agronomie qualifiée d'agro-écologie, économe en engrais, pesticides et énergie. Sur le plan politique, elle s'appuie sur l'éducation des paysans, l'accès aux machines agricoles, de meilleurs moyens de stockage des récoltes et une amélioration des moyens de transports. Pour nourrir les villes, il faut de plus garantir l'approvisionnement des industries de transformation.

Champ d'ignames
dans la région
de Djougou, Bénin



Le réalisme d'une politique d'indépendance alimentaire est loin d'être partagé, du moins à l'horizon 2050. L'Afrique d'aujourd'hui est en effet très éloignée de l'autosuffisance et ce sera, au mieux, l'effort soutenu de plus d'une génération qui permettra d'atteindre cet objectif ambitieux. On peut, par contre, sans viser l'autosuffisance, travailler à accroître la production et à combler, au moins partiellement, le déséquilibre entre les besoins croissants des Africains en nourriture — d'autant plus élevés que ce continent est

celui où la croissance démographique est la plus forte (le nombre d'habitants passera de 660 millions en 2000 à 2 milliards en 2050) — et la capacité de répondre à la demande.

Prenons l'exemple de l'Afrique subsaharienne. La production alimentaire y croît moins vite que sa population, les agriculteurs y sont les plus pauvres du monde. Que produit-elle, quels sont ses besoins en 2010 ? Le mieux est de se tourner à nouveau vers la FAO. L'Afrique produit 150 millions de tonnes de céréales (blé, maïs, mil, sorgho), en zone semi-humide, soit deux fois moins que la moyenne mondiale par tête d'habitant. Certes, elle produit d'autres plantes vivrières comme le manioc et l'igname, en zone humide, mais en quantité bien insuffisante pour satisfaire les besoins. Les apports par habitant et par jour stagnent depuis le début des années 1990 autour de 2 000 Kcal pendant que ces apports se sont accrus de 40 % en Asie, passant de 1 900 à 2 700 Kcal (la FAO recommande un minimum de 2 300 Kcal par jour et par personne pour satisfaire les besoins énergétiques des populations ; les travailleurs manuels ont besoin de beaucoup plus, souvent le double). Les rendements franchissent difficilement la crête des 10 quintaux de céréales par hectare (contre 70 à 100 quintaux en France). Dans quelques États de l'Afrique de l'Est et de l'Afrique australe, la tendance est même à la baisse. Parallèlement, les besoins en eau potable sont loin d'être assurés. C'est dire que les pénuries auxquelles ont à faire face ces pays sont loin d'être comblées et que l'aide alimentaire en provenance des



Les racines de manioc, un produit de base de l'alimentation des Africains

autres régions du monde n'est pas prête de s'arrêter. Cela ne veut pas dire que l'Afrique ne doit pas consacrer davantage de ses terres arables à la culture de plantes vivrières — d'autant que l'augmentation des prix sur les marchés mondiaux améliore la compétitivité des cultures locales — en remplacement au moins partiel de ce qu'il est convenu d'appeler les plantes industrielles (coton, café, cacao) destinées à l'exportation. Perspective d'autant plus raisonnable que ces cultures dites « de rente » ne le sont plus vraiment en raison de leur perte de compétitivité sur les marchés internationaux : certes, elles apportent les devises dont ces pays ont besoin, mais elles sont de moins en moins rentables pour les pays producteurs. Diminuer la dépendance alimentaire, oui. Aller jusqu'à l'autosuffisance, c'est peu probable. Parmi les obstacles à surmonter, deux sont régulièrement avancés :

- l'agriculture familiale, au cœur de la production vivrière en Afrique, a beaucoup de peine à se moderniser. Elle nourrit avec peine les villages (sur les 1,3 milliard de paysans dans le monde, 600 millions n'arrivent pas à se nourrir correctement), elle ne nourrit pas les villes. Les semences améliorées manquent, les engrais manquent, les machines manquent (on assiste à des phénomènes de « cannibalisme » : quand une machine est en panne, on la répare en utilisant des pièces récupérées sur une autre), les produits phytosanitaires manquent et l'eau, parfois, aussi ;

- les céréales importées sont moins chères que celles produites sur place. Ainsi, le moulin d'une grande ville préfère s'approvisionner avec des blés en provenance des grandes plaines nord-américaines car ce n'est pas le transport en bateau qui grève les prix (ce n'est pas nouveau : au début des années 1980, le blé produit dans le nord du Nigéria revenait quatre fois plus cher que le blé américain vendu à Lagos).

Pour surmonter ces obstacles, des économistes préconisent que les pays d'Afrique défendent leur agriculture en protégeant les marchés agricoles intérieurs. Il faut que les gouvernants s'entendent pour garantir des prix qui soient rémunérateurs pour les agriculteurs. Ceux qui se font les défenseurs de l'autosuffisance alimentaire de l'Afrique y voient les fondements des libertés propres à chaque nation et une base pour la paix. Pour eux, s'alimenter par ses propres moyens, c'est être fort et indépendant. Mais est-il raisonnable de vouloir à tout prix l'autosuffisance de chaque État dans un monde de plus en plus mondialisé qui connaît une intensification

régulière des échanges internationaux ? Sans aller aussi loin qu'en Afrique, il suffit de se tourner vers un pays comme le Royaume-Uni pour observer que l'autosuffisance d'un pays n'est pas une fin en soi. Cette autosuffisance, il faut mieux la penser à l'échelle des continents car c'est au niveau des marchés régionaux, *a priori* plus solidaires que les marchés du bout du monde, qu'il sera plus aisé de bâtir une vision commune du développement agricole et de garantir la sécurité alimentaire. Mais même à ces niveaux, l'autosuffisance pose problème. L'Europe, par exemple, est beaucoup moins bien placée que l'Amérique pour produire les protéines végétales nécessaires à son élevage (son déficit en protéines s'élève à 75 % de ses besoins). Elle importe donc des tonnages très importants de tourteaux de soja destinés à l'alimentation animale (les tourteaux sont les résidus riches en protéines obtenus après extraction de l'huile de soja). Comment faire autrement ? Comment l'Europe peut-elle éviter de s'ouvrir au commerce international des denrées agricoles pour satisfaire les besoins de sa population ? Sinon en se privant de viande. Le monde qu'il faut construire n'est-il pas un monde régi par des règles n'avantageant pas les pays les plus riches — en particulier pour ce qui concerne les prix des denrées agricoles —, capable de produire suffisamment et de répartir équitablement ? Plutôt qu'un monde où chaque État produirait sa nourriture pour vivre en autarcie alimentaire. La question est donc moins de savoir si les États peuvent parvenir à l'autosuffisance que de se demander si notre planète solidaire peut satisfaire les besoins de sa population. On en vient alors à se demander si les règles du commerce international régies par l'OMC (Organisation mondiale du commerce), marquées par la spéculation, ne sont pas antinomiques de la Déclaration des droits de l'homme qui reconnaît à tous le droit à se nourrir. Et s'il ne faut donc pas d'autres règles que celles de l'OMC pour régir les échanges internationaux des produits alimentaires.

**Déclaration
des droits de l'homme
et du citoyen
de 1948 – article 25**

Toute personne a droit à un niveau de vie suffisant pour assurer sa santé, son bien-être et ceux de sa famille, notamment pour l'alimentation, l'habillement, le logement, les soins médicaux ainsi que pour les services sociaux nécessaires ; elle a droit à la sécurité en cas de chômage, de maladie, d'invalidité, de veuvage, de vieillesse ou dans d'autres cas de perte de ses moyens de subsistance par suite de circonstances indépendantes de sa volonté...

43 Faut-il réduire notre consommation de viande ?

Il est plusieurs façons d'aborder cette question. Par la gastronomie, en notant qu'une bonne grillade, un gigot d'agneau, un bœuf bourguignon et une daube provençale font partie de notre patrimoine culinaire et qu'il serait dommage d'y porter atteinte. Par la diététique, en se demandant s'il est nécessaire de manger de la viande, laquelle et en quelle quantité, pour rester en bonne santé. Par la géopolitique, en s'interrogeant sur l'impact de la consommation de viande sur la faim dans le monde. Par l'écologie, en mettant en avant les conséquences de l'élevage sur l'émission de gaz à effet de serre. C'est à ces questions que nous allons répondre, laissant la dernière au chapitre suivant.

La démonstration, en quatre points, semble irréfutable :

- les calories ingérées par les hommes proviennent de produits végétaux et de produits animaux ;
- un animal consomme en moyenne sept calories végétales ou « calories primaires » pour produire une calorie (certains avancent même le chiffre de dix calories en se référant à la viande bovine) ;
- sur cette base, les habitants des pays en voie de développement dont le régime est très pauvre en viande « consomment » 2 500 kcal primaires par jour (somme des calories végétales consommées directement par l'homme et des calories animales exprimées en équivalent de calories végétales) alors qu'un Français en consomme 4 à 5 fois plus.
- donc, si les hommes s'abstenaient de manger de la viande, l'agriculture fournirait facilement les calories alimentaires dont l'humanité a besoin pour se nourrir.

Si on complète ce tableau en rappelant que l'élevage des animaux domestiques mobilise 80 % des terres « agricoles » (en additionnant 3,3 milliards d'hectares de pâtures et 0,5 des 1,5 milliard d'hectares cultivés), il ne fait aucun doute qu'il faut diminuer drastiquement la consommation de produits d'origine animale, et plus particulièrement de viande. Les mangeurs de viande affament le reste du monde, cette situation ne peut plus durer !

Cette démonstration, souvent entendue, de même que les chiffres sur lesquels elle s'appuie, mérite d'être approfondie. La réalité n'est pas si simple. Il y a à cela plusieurs raisons :

- le taux de conversion varie d'une espèce animale à l'autre (plus élevé chez les ruminants que chez les monogastriques comme les porcs et les volailles), ainsi qu'au sein d'une même espèce selon les races, les individus (sexe, âge, poids), le type de productions (viande, lait, œuf) et les conditions d'élevage (intensives ou extensives, industrielles ou fermières) : pour fabriquer une calorie, les poissons et les poulets consomment moins de calories végétales que les porcs, eux-mêmes beaucoup plus efficaces que les bovins ;
- le taux de conversion dépend de la digestibilité et de la composition des végétaux consommés : il n'est pas le même pour le soja, le maïs ou le blé ;
- transformer les calories animales en hectares cultivés est hasardeux car les rendements des plantes de grandes cultures, qu'ils soient exprimés en masse (quintaux/hectare) ou en calories (calories/ha) varient avec les espèces, les sols, les climats et les pratiques culturales ;
- enfin, et surtout, les végétaux consommés par les animaux ne sont pas tous comestibles par les hommes. Les ruminants sont des herbivores qui se nourrissent principalement des parties herbacées des végétaux (tiges, feuilles) que les hommes ne sauraient manger, alors que les volailles et les porcs sont des « mangeurs de grains » (les porcs sont également des « mangeurs de déchets »).

En faisant une moyenne très approximative des données disponibles, on calcule qu'une calorie animale (viande, œufs, lait) produite dans le monde correspond à 3 calories végétales d'origine agricole. Les chiffres globaux sont les suivants : 95 % des calories végétales sont destinés à des usages alimentaires dont 55 % pour l'alimentation humaine et 40 % pour l'alimentation des animaux (les 5 % restant servent à la fabrication de produits non alimentaires, dont les carburants). Au final, l'humain moyen dispose chaque jour de près de 2 400 kcal dont 850 animales (ce dernier chiffre, très variable selon les pays, est en forte augmentation depuis trente ans car leur consommation croît avec les revenus).

Ces valeurs sont des ordres de grandeur car on manque de statistiques mondiales précises sur la production animale. Elles n'ont qu'une signification limitée en raison des écarts très importants observés entre les valeurs extrêmes.

Il est indiscutable que l'impact négatif de la consommation de viande sur la disponibilité en calories alimentaires est réel : une diminution des prélèvements opérés par les animaux sur

Production et utilisation des calories alimentaires

À la fin du siècle dernier, les agriculteurs produisent chaque jour 4 600 Kcal végétales alimentaires par habitant. Près de 15 % (600 Kcal) sont perdus à la récolte ou juste après, faute d'une bonne conservation des grains et graines. Environ 42 % des 4 000 Kcal restantes sont transformés par les animaux en 550 Kcal animales (soit un facteur moyen de transformation voisin de 3). Au total, ce sont donc 2 870 Kcal végétales (surtout des céréales) et animales qui sont produites. Beaucoup moins sont disponibles car les pertes qui s'additionnent tout au long de la chaîne alimentaire (transformation, distribution, consommation) sont estimées à 800 Kcal. Au final, sur 4 600 Kcal produites, 2 070 Kcal seulement sont à la disposition de chaque consommateur. Auxquelles il faut ajouter 300 Kcal en provenance des animaux se nourrissant sur les herbages.

Source : Inra

les produits végétaux est nécessaire pour garantir à terme l'équilibre entre l'offre et la demande en calories alimentaires. Mais de là à considérer que la seule solution est de se résoudre à ne plus manger de produits animaux, il y a un pas que bien peu accepteront de franchir (d'autant que les 3,3 milliards d'hectares de pâtures répartis sur les cinq continents trouveront difficilement d'autres usages que ceux d'accueillir des troupeaux). La diététique et l'aspiration des peuples en voie de développement à diversifier leur alimentation suggèrent une autre voie qui reposerait sur une diminution significative de viande, notamment de bœuf, dans les pays gros consommateurs, laissant ainsi une marge de croissance à la consommation des pays pauvres sans mettre en danger les grands équilibres alimentaires à l'horizon 2050. On ne voit pas ce qui pourrait empêcher les Chinois de manger davantage de viande, eux dont la consommation a doublé en vingt ans, passant de 20 à 50 kg par personne et par an, encore bien loin des records des habitants des pays occidentaux (autour de 90 kg). Selon la FAO, la production de viande devra augmenter de 50 % d'ici 2050 pour répondre aux besoins croissants de la population.

Les nutritionnistes estiment que la consommation de viande dans les pays occidentaux est excessive — il n'y aura donc que des avantages à la diminuer — mais que cette situation est loin de guetter les pays les plus pauvres. Dans les premiers, les calories d'origine animale s'élèvent à près de 1 000 Kcal/jour/personne (près du tiers du total des calories consommées), ce qui est trop ; dans les seconds, elles franchissent à peine la

barre des 10 %, ce qui est insuffisant. Ils nous rappellent également que supprimer ou simplement réduire drastiquement la consommation de produits animaux ne seraient pas sans effets sur la santé. L'homme ne se nourrit pas que de calories. Les nutriments qui les accompagnent (à l'exception du sucre qui est un fournisseur de « calories vides ») ne peuvent être sacrifiés aux seuls calculs énergétiques (nombre de calories apportés par un aliment). Sur le plan nutritionnel, les produits animaux — à la condition de ne pas en abuser — sont excellents pour la santé et difficiles à remplacer.

Durant les années 1970, des solutions industrielles ont été recherchées pour pallier au mauvais rendement de la transformation des calories végétales en calories animales, tout en permettant aux consommateurs de manger de la « viande ». Ce qui est envisagé à l'époque, c'est de transformer les protéines végétales en substituts de viandes ou de poissons : les protéines végétales sont extraites de graines riches en protéines (soja, tournesol, colza), de feuilles de luzerne ou d'algues (les spirulines), purifiées, puis filées de manière à leurs donner une texture proche des fibres animales. Enrichi de quelques molécules aromatiques, ce « beefsteak végétal », à moins que ce soit des « coquilles Saint-Jacques », est prêt à cuire. Dans le même esprit, des protéines de levures nourries avec des produits pétroliers servent à fabriquer des substituts de viande. Dans ce cas, ce sont des calories fossiles, et non plus des calories agricoles, qui sont transformées en calories « animales ».



L'homme des pays riches consomme beaucoup de viande et l'offre répond à sa demande. Ici, un étal de boucherie bien garni sur un marché lyonnais.

On ne s'en étonnera pas, le succès commercial n'a pas été au rendez-vous, bien que dans certains pays d'Asie le « fromage de protéines de soja » (le tofu) soit un plat traditionnel. Dans un autre registre, il est possible que le développement de la pisciculture puisse contribuer plus significativement qu'aujourd'hui à la fourniture de protéines animales, mais ce ne sera sans doute qu'à la marge, les volumes concernés n'étant pas du même ordre de grandeur (les hommes consomment vingt fois plus de calories issues des élevages terrestres que de la pisciculture).

On ne doit pas davantage oublier que le plaisir de bien manger ensemble est une composante aussi importante de notre

Séchage
de bouses
en Vendée



La laine
des moutons
est utilisée dans
la confection textile
pour ses qualités
d'isolant
thermique



alimentation que celle qui est régie par les lois de la diététique : vouloir imposer une disparition progressive de la viande de nos assiettes irait à l'encontre des habitudes culturelles de la majorité des peuples et aurait très certainement une incidence sur leur santé. Ni que dans de nombreux pays les animaux fournissent des services comme la traction des machines agricoles, le transport des personnes et des marchandises, la fertilisation des terres (déjection) et le chauffage (bouses séchées), sans oublier les habits (cuir, laine, duvet).

Avant de lancer un anathème sur la consommation de viande, il faut raison garder et se rappeler qu'un milliard d'habitants pauvres de la planète subsistent au quotidien grâce à l'élevage et que les protéines d'origine animale fournissent 30 % des protéines dont les hommes se nourrissent. Attention à ne pas rompre des équilibres fragiles. Il revient aux consommateurs occidentaux de faire les premiers efforts.



Le cuir des animaux, mis en valeur par l'industrie de la mode

44 Quel est l'avenir de la pisciculture ?

L'élevage des poissons d'eau douce (carpes, tilapias) est très ancien : les Chinois et les Égyptiens le pratiquaient il y a des milliers d'années. Par contre, celui d'espèces marines comme le bar, la daurade et le turbot est beaucoup plus récent. Il a été précédé par un très important travail de recherche destiné à mieux comprendre la physiologie de ces espèces. Les Norvégiens avec l'élevage du saumon et les Japonais avec l'élevage de la daurade ont été des précurseurs. Les années 1990 ont vu la diffusion de l'élevage du saumon en Europe et du bar et des daurades dans les pays méditerranéens, celui de la morue pourrait suivre.

Toutes origines confondues, marines ou d'eau douce, les produits d'origine aquatique sont une source de protéines animales : ils fournissent 16 % de celles qui sont consommées dans le monde, plus de 25 % dans certaines populations mais on observe de grandes différences entre les pays.

L'aquaculture est surtout l'affaire de l'Asie. La Chine est de très loin le premier producteur (2/3 de la production mondiale), suivie par d'autres pays asiatiques : Inde, Vietnam, Indonésie, Thaïlande et Bangladesh. La carpe chinoise est l'espèce la plus produite (près de 40 % du total, 17 millions de tonnes par an en Chine), suivie par le tilapia (répondant à la demande des pays développés en « poissons blancs ») — deux espèces herbivores —, et le saumon. En France, trois filières se sont développées : la salmoniculture (la truite arc-en-ciel, lointaine cousine de notre truite sauvage, est le poisson produit en plus grande quantité), la pisciculture marine (bar, daurade royale, turbot, maigre) et la pisciculture d'étang (carpe, gardon, tanche, brochet). Sans oublier l'esturgeon pour la production de caviar. L'Europe, avec la Norvège et l'Écosse, est le premier producteur mondial de saumon. L'élevage du cabillaud en est à son début et peine à devenir rentable face à la pêche.

**Bassin
d'élevage
de truites
en France**



La pisciculture débute dans des écloséries par la sélection de géniteurs pour produire des larves, se poursuit avec la croissance des « juvéniles » en milieu très contrôlé et se termine avec l'élevage des adultes dans des bassins installés à terre (alimentés en eau de mer ou en eau recyclée) ou, beaucoup plus rarement, dans des cages immergées au large en eaux profondes. Dans le cas du saumon, la première année de l'élevage a lieu en eau douce alors qu'une fois atteint le stade « saumonneaux », au bout d'un an, la croissance se poursuit dans des fermes marines. Avec les poissons carnivores, comme le saumon, les méthodes d'élevage présentent une forte analogie avec celles du poulet et du porc : l'optimisation de l'alimentation (elle représente 50 % des coûts de production), le maintien du bon état sanitaire des animaux et un mode de gestion protecteur de l'environnement sont les clés de la réussite. Les larves sont nourries de microproies vivantes (par exemple, des petits crustacés) ou d'aliments secs ; les juvéniles et les



Pêche
et
pisciculture

Naissin d'huîtres du bassin de Marennes élevés dans des casiers grillagés.

En 2008, la pêche mondiale de poissons, de coquillages et de crustacés a atteint le niveau record de 142 millions de tonnes, dont 90 millions issus de captures en mer et en eau douce (chiffre presque inchangé depuis une dizaine d'années, mais quatre fois plus important qu'en 1950) ; environ 80 % de ces captures ont servi à nourrir directement les hommes, les 20 % restant étant transformés en farines et en huiles.

La part de la pisciculture continue à croître fortement, de 6 à 7 % par an depuis 2001. Proche de zéro en 1950, elle friserait 45 % de la totalité des prises en 2010 (soit 6 kg/an/habitant de poissons d'élevage en 2010 au lieu de 1 kg en 1970). Elle devrait rapidement dépasser 50 % de la consommation totale de poissons, probablement dès 2012.

L'essor de la pisciculture repose en grande partie sur les poissons élevés dans les étangs, sur la production de mollusques (huîtres, clams, coquilles Saint-Jacques) dans les zones côtières et l'élevage des crevettes dans les régions tropicales.

Source : FAO.

adultes mangent des granulés de mélanges de protéines et d'huiles de poisson, de végétaux et leurs fibres, et de vitamines. Alors qu'à leurs débuts, les pisciculteurs avaient recours uniquement à des produits d'origine marine pour leurs élevages, on observe que la part de produits végétaux dans la ration alimentaire des poissons s'accroît régulièrement, même si les farines et les huiles de poisson demeurent prépondérantes. L'huile de colza peut remplacer les huiles de poisson, mais à moins de prévoir une alimentation de « finition » avec des farines de poisson, la valeur nutritionnelle des chairs (composition en acide gras) diminue. Il est plus difficile de satisfaire les besoins en protéines — 30 à 50 % de la ration alimentaire des poissons — en se tournant vers les produits végétaux. Des mélanges de protéines végétales complémentés avec des acides aminés sont possibles, mais ils sont coûteux et pas encore au point.

Devenue intensive, la pisciculture est l'objet de critiques. Il lui est reproché d'avoir un impact négatif sur l'environnement (pollution du milieu, atteinte à la biodiversité), de dégrader les qualités nutritionnelles et sanitaires des produits, et de livrer des poissons dont la chair serait moins ferme et moins goûteuse.

L'argument le plus souvent avancé pour combattre la pisciculture intensive est son recours à des produits de la pêche pour nourrir les poissons d'élevage. Pour Greenpeace, élever des poissons, ce n'est jamais que pêcher certains poissons pour en produire d'autres en batteries. L'aquaculture des espèces carnivores, bien loin de contribuer à la conservation des ressources naturelles comme voudrait le faire croire les pisciculteurs, serait un facteur aggravant de l'épuisement des ressources sauvages. Même les espèces herbivores sont nourries avec des farines de poisson ! Il faut donc dénoncer l'absurdité d'un système de production qui s'appuie sur des farines de poissons capturés en mer. N'y a-t-il pas de quoi s'indigner quand on sait qu'il faut 5 kg de poisson sauvage pour obtenir 1 kg de poisson d'élevage ?

En première analyse, cette critique semble fondée. Ne vaudrait-il pas mieux se nourrir directement des produits de la pêche ? Une fois encore, ce n'est pas si simple. Parlons d'abord des farines de poisson utilisées en pisciculture (sans oublier que plus du tiers de ces farines servent à l'alimentation des porcs et des volailles). Elles sont fabriquées par cuisson, pressage, addition des jus de presse et séchage avec des résidus

de pêche assimilables à des déchets et des poissons de petite taille peu valorisés en consommation directe, tels que les anchois et certaines espèces de sardines, de maquereaux et de harengs dont la pêche, dite « minotière » (dédiée à la production d'huiles et de farines de poisson), soumise au régime des quotas pour éviter l'épuisement des stocks, a lieu principalement au Pérou (30 % de la production). Il faut 5 kg de produits frais pour fabriquer 1 kg de farines contenant autour de 70 % de protéines et jusqu'à 12 % d'huile. Les aliments pour poisson sont constitués de ces farines (2/3) et de produits végétaux (1/3) parfois complétés avec des acides aminés.

Prenons l'exemple de la salmoniculture. Le saumon, un poisson carnivore réputé pour la qualité de sa chair consomme 1,2 kg d'aliments pour grossir du même poids. C'est une machine dont le rendement, exprimé en calorie, atteint 80 % (celui des poulets est de 50 %). Ce que permet la salmoniculture, c'est de transformer 3 kg de poissons peu prisés des consommateurs, y compris des résidus assimilables à des déchets (têtes et queues), en 1 kg d'un poisson particulièrement apprécié. Ce chiffre est à comparer aux 7 à 10 kg de poissons crus ingurgités par les saumons sauvages, beaucoup plus actifs que les saumons d'élevage, pour atteindre le même résultat. On est loin des 5 kg, et parfois 10 kg, souvent avancés. Pourquoi ces différences ? Parce que les chiffres les plus pessimistes ne prennent pas en compte les travaux qui ont permis de réduire la proportion de farines de poisson dans l'alimentation des poissons d'élevage, au bénéfice des produits d'origine végétale supplémentés avec des acides aminés : les aliments pour saumon ne contiennent plus que 25 à 30 % de produits d'origine marine (40 % il y a trois ans). Et parce qu'ils font référence aux années 1990, époque où il fallait 10 kg d'aliments pour obtenir 1 kg de saumon. Ou parce qu'on généralise des résultats de recherches en cours sur l'élevage du thon rouge, un gros mangeur. Paradoxalement, pour défendre les ressources aquatiques, mieux vaudrait manger du saumon d'élevage !

D'autres interrogations s'expriment sur les effets de l'aquaculture sur la biodiversité. À l'exception des systèmes dont l'eau est recyclée, il existe une possibilité d'échappement de poissons domestiqués dans la mer et les rivières. Cela peut se produire avec les saumons élevés en mer dans des cages flottantes, mais compte tenu de la grande proximité génétique entre les saumons d'élevage et les saumons sauvages, on

ne voit pas le risque que ce « métissage » ferait courir à la biodiversité. Il en serait différemment si l'élevage de poissons transgéniques ou OGM était autorisé, ce qui n'est pas le cas, notamment en raison du risque incontrôlé de dissémination. Ces craintes ne sont pas les seules : l'élevage de truites triploïdes va contre la nature, les élevages libèrent dans l'environnement des quantités énormes de matières organiques (résidus alimentaires non consommés, fientes de poissons, produits vétérinaires), la chair du saumon d'élevage est un concentré de produits chimiques (dioxine, colorants alimentaires comme l'astaxanthine, antibiotiques et autres polluants, parfois à de telles concentrations qu'elle en deviendrait cancérigène). Que répondre ? Les truites triploïdes sont issues d'œufs soumis à des chocs thermiques ou à des pressions élevées de manière à conserver chez l'adulte un troisième jeu de chromosomes : ce traitement stérilise les poissons et permet de s'affranchir des effets négatifs de la maturité sexuelle sur le goût des produits.

De très nombreuses mesures sont prises pour limiter les effets sur l'environnement : interdiction des antibiotiques accompagnée d'un suivi de l'état sanitaire des élevages et d'une vaccination des animaux, aliments « structurés »

Le pavé de saumon est particulièrement apprécié des consommateurs



pour éviter leur délitement dans l'eau, traitement de l'eau, obligation d'une distance minimale entre les « fermes ». La chair des poissons est soumise à des contrôles réguliers garantissant que les contaminations, toujours possibles, sont inférieures aux doses tolérables. Il est vrai que certaines formes d'aquaculture ont un impact mal contrôlé sur l'environnement : destruction des mangroves où se pratique l'élevage des crevettes, atteinte aux écosys-

tèmes, apports de masses importantes de déchets organiques, dissémination d'agents pathogènes. Il faut donc continuer à travailler pour trouver des solutions aux problèmes qui continuent à se poser dans les élevages insuffisamment soucieux des contraintes environnementales. Mais également éviter de généraliser ces critiques à l'ensemble des fermes aquacoles.

À l'inverse, on portera au bénéfice d'une pisciculture bien conduite qu'elle permet de maîtriser l'origine et la qualité intrinsèque des produits en contrôlant les espèces élevées et leur alimentation. Il est donc possible de mettre en place un échange permanent d'informations entre le pisciculteur et le transformateur. La traçabilité peut être aisément assurée. C'est beaucoup moins facile avec les produits de la pêche.

De nos jours, la pisciculture permet de manger du poisson à un prix raisonnable sans que la qualité en pâtisse, au moins pour certaines espèces (le bar d'élevage est aussi bon que le bar sauvage, ce qui n'est malheureusement pas vrai pour la daurade), et sans mettre en danger la biodiversité des espèces sauvages. Si le saumon, la daurade et, davantage encore, la truite sont devenus des poissons de consommation courante, c'est à la pisciculture que nous le devons. Face à la raréfaction des produits de la pêche, elle contribue à l'alimentation des hommes, chaque année un peu plus. Mais sa croissance se heurte à la limitation des ressources dont elle a besoin pour se développer : eau douce, emprise sur les terres, aliments. La principale critique qui lui est faite est de transformer les produits de la pêche en produits d'élevage avec un rendement négatif. Nous avons vu que cette critique n'était pas fondée. Plus sérieux est le risque de contamination des eaux avoisinantes par des produits chimiques et de dissémination de bactéries ou de virus pathogènes. Il est donc de la responsabilité des pisciculteurs, avec l'aide des pouvoirs publics et des chercheurs, de veiller à bien maîtriser ces risques. Ces précautions étant prises, tout semble montrer que l'aquaculture a un bel avenir. La demande mondiale de poisson est en hausse, elle ne pourra être satisfaite qu'avec le développement de l'aquaculture. Pour la FAO, sa production devra doubler d'ici 2030 pour répondre à la demande (12 kg par habitant et par an).

La « révolution bleue » est marquée par une diversification vers des espèces davantage appréciées des consommateurs, et donc assurant de meilleurs revenus aux pisciculteurs, et par une intensification des méthodes de production (comme on a pu le voir en agriculture). La demande en aliments à base de farines et d'huiles issues de produits de la pêche devrait donc aller en augmentant. C'est là l'une des principales difficultés que les filières aquacoles doivent gérer. Si elles y réussissent, l'aquaculture aura un brillant futur, même si la croissance des prochaines décennies ne devrait pas se maintenir au

niveau des dix dernières années. Une plus grande proportion de lipides et de protéines d'origine végétale dans la ration alimentaire des poissons est l'une des réponses. La culture des algues pourrait y aider, mais pas n'importe laquelle car les poissons digèrent mal les sucres complexes présents dans leurs parois.

45 Les algues sauveront-elles l'humanité de la famine ?

Les peuples vivant près de la mer ont toujours utilisé des algues pour s'alimenter, nourrir leurs animaux, se chauffer et amender les terres. Le plus souvent consommées localement, elles se retrouvent dans l'assiette des habitants du Sud-Est asiatique où leur usage alimentaire se perpétue depuis des temps immémoriaux. Pour leur part, les Européens se contentent de ramasser les algues qui se multiplient le long des côtes. Ils pratiquent une activité de cueillette dont les produits sont destinés à l'industrie des additifs (gélifiants, colorants, agents de conservation) et à l'industrie pharmaceutique. Dans nos régions, la consommation directe par les habitants est voisine

de zéro : manger des algues n'est pas une pratique alimentaire courante, leur consommation est anecdotique (en France, une dizaine d'espèces est néanmoins autorisée).

À l'inverse, les Japonais en sont très friands, en soupe ou en salade, pour accompagner les sushis.

La récolte des algues est passée de 3 à 15 millions de tonnes entre 1980 et 2007.

Cette évolution très régulière est due à la spectaculaire croissance de l'algoculture alors que la collecte des algues sauvages

se maintient autour de 1,1 million de tonnes. La totalité ou presque (99,8 %) de la culture des algues se fait en Asie, plus particulièrement en Chine, au Japon, en Corée du Sud et aux Philippines (90 % du total). Les algues



Les algues sont présentes sur toutes nos côtes

brunes (6,5 millions de tonnes) et les algues rouges (5,5 millions de tonnes) dominent le marché. D'une certaine manière, on peut assimiler cette algoculture à nos cultures maraîchères, même si la composition des algues n'est pas identique à celle de nos salades. En dépit de leur intérêt nutritionnel, ce n'est cependant pas sur elles que l'on peut compter pour nourrir le monde : les quantités produites seront toujours insuffisantes.

La culture d'algues de très petites tailles (quelques dizaines de microns) suscite davantage d'espoir. Deux d'entre elles sont les stars de l'algoculture : la spiruline et la chlorelle.

Le ramassage de la spiruline est une pratique traditionnelle au nord du lac Tchad, dans la région du Kanem, où la spiruline — une algue d'un beau vert intense — a trouvé un milieu particulièrement favorable à son développement : un lac dont l'eau très basique (son pH est élevé, voisin de 11) convient à sa physiologie et s'oppose au développement d'autres espèces. La spiruline s'y multiplie naturellement. Elle est récoltée par des femmes qui filtrent l'eau du lac sur du sable, avant d'être préparée le plus souvent sous forme de sauces très riches en protéines, en vitamine B12, en fer et en bêta-carotène. Consommée sur place ou vendue dans les villes, la spiruline contribue à améliorer l'équilibre nutritionnel des populations locales. Sa culture est adaptée aux climats des pays tropicaux et pourrait assez facilement se développer. Mais cet algue intéresse aussi beaucoup de petites entreprises qui la fabriquent dans des réacteurs et la vendent comme compléments alimentaires sous forme de gélule aux habitants des pays riches en en tirant de gros profits.

Pour ce qui est de la chlorelle, il est apparu que sa composition la rendait peu digestible en l'état. Ce n'est qu'une fois mis au point un procédé d'éclatement de ses parois qu'elle a pu être proposée comme source de protéines, de vitamines et de



Les sushis, spécialité japonaise, également appréciée des Occidentaux

minéraux. Au cours des années 1970, les premiers essais de culture ont eu lieu au Japon. Depuis, des chlorelles y sont cultivées à grande échelle dans des bassins à ciel ouvert. Comme la spiruline, elle est fabriquée en fermenteurs par de nombreuses petites entreprises et vendue comme compléments alimentaires. Les marchands de rêve lui prêtent un nombre impressionnant de propriétés préventives et curatives : lutte contre l'obésité, la constipation, le diabète, l'ulcère gastrique, l'arthrite, la dépression, etc. Reconnaissons-lui sa richesse en vitamines, ce sera suffisant pour notre bonheur (spécialement riche en vitamine B12, elle est la bienvenue dans les repas des végétariens) !

Actuellement, 10 000 tonnes de microalgues sont produites chaque année dans le monde, deux fois plus qu'il y a cinq ans. Cette production est presque totalement destinée à la fabrication de produits cosmétiques et de compléments alimentaires une fois les molécules utiles isolées et purifiées. En raison de leur coût de production (et de leur composition), il est en effet difficile d'envisager pour l'instant de les proposer comme aliments de base.

Des projets beaucoup plus ambitieux qui pourraient révolutionner l'algoculture sont à l'étude. De grandes entreprises de l'industrie chimique et pétrolière estiment qu'il devrait être possible de produire des microalgues dans des photobioréacteurs — de grands serpentins de verre — occupant une faible surface au sol et alimentés en lumière et énergie par couplage à des centrales nucléaires. L'algoculture pourrait alors répondre de manière économique et durable à la demande de la pisciculture en protéines, voire plus directement aux besoins des hommes en protéines, miné-

raux et vitamines. À la condition toutefois de sélectionner des microalgues plus performantes, d'optimiser les procédés de production à grande échelle, de diminuer significativement les coûts de fabrication et de garantir la qualité sanitaire des produits. Le rêve de ces industriels est de cultiver des chlorelles pour la variété de leurs composants nutritifs et la richesse de leur teneur en protéines (plus de 50 %). Si ces recherches aboutissent — ce n'est pas pour demain —, il serait ainsi possible de remplacer une importante proportion

La spiruline, transformée en comprimés



des farines de poisson (50 % selon certains) par des microalgues ou du moins les protéines qui en auront été isolées. Autre piste : en raison de la grande biodiversité des algues, des molécules à fins thérapeutiques pourraient être découvertes, notamment pour lutter contre les maladies inflammatoires et l'hypertension artérielle.

Une nouvelle porte pourrait s'ouvrir, celle de cultiver des microalgues en lieu et place des plantes alimentaires pour fabriquer des biocarburants, libérant ainsi des terres agricoles pour mieux nourrir les hommes. Cet espoir repose sur la capacité de certaines espèces à accumuler de très grandes quantités de lipides, entre 30 et 50 % de leur matière sèche (c'est-à-dire en faisant abstraction de l'eau qu'elles contiennent). Ce « miracle » est dû à la photosynthèse qui transforme le gaz carbonique en acides gras en utilisant la lumière solaire comme source d'énergie et à la vitesse de multiplication des microalgues. Dans des conditions optimales de production — on en est très loin —, la production de lipides à l'hectare serait trente fois supérieure à celle d'une culture de plantes oléagineuses comme le tournesol ou le colza. C'est du moins ce que laissent espérer des essais réalisés à très petite échelle dans des laboratoires. Produire des biodiesels à partir du gaz carbonique, de l'énergie solaire et de quelques nutriments fait bien évidemment rêver les ingénieurs.

La culture des microalgues dans des photo-bioréacteurs va-t-elle permettre de mieux nourrir le monde ? À très long terme, peut-être. Les microalgues pourraient devenir une source importante de protéines, de minéraux et de vitamines. Certains imaginent déjà des photoréacteurs empilés les uns au-dessus des autres, éclairés jour et nuit avec de la lumière issue de l'énergie libérée par la fusion nucléaire, et produisant à l'hectare mille fois plus de biomasse que l'agriculture la plus performante. Il suffirait alors de quelques mètres carrés pour nourrir un homme ! Rêves d'utopiste, anticipation du futur, l'avenir très lointain le dira.

Revenons sur Terre. Il ne faut pas s'attendre à des bouleversements rapides de l'algoculture. Pendant encore longtemps, les compléments alimentaires resteront le principal débouché de cette industrie naissante et en pleine évolution : la production de microalgues coûte cher, leur utilisation est réservée à des produits haut-de-gamme. Une fois améliorées les méthodes de culture, le marché suivant sera sans doute celui des aliments destinés à la pisciculture.

46 Les biocarburants font-ils concurrence aux produits alimentaires ?

Jusqu'au milieu du ^{xx}e siècle, on demandait à l'agriculture de nourrir et de vêtir les hommes. Au ^{xxi}e siècle, on lui demande aussi de fournir des matières premières aux industries chimiques et énergétiques, notamment sous forme de biocarburants. Ces derniers sont des substituts de l'essence ou du gazole fabriqués avec des produits végétaux, principalement de l'éthanol (75 %) à partir de canne à sucre, de maïs et de blé, et du biodiesel (25 %) à partir d'huiles de colza, de tournesol, de palme et de jatropha. À la fin des années 2000, la produc-

tion se répartit entre les États-Unis (45 %), le Brésil (28 %), l'Europe (16 %) et la Chine (3 %) et couvre 3 % des besoins de la circulation routière.

Les biocarburants sont présentés par leurs partisans comme une alternative « écologique » et « durable » au carbone fossile (pétrole, gaz) dans le domaine des transports. Portés aux nues il y a une vingtaine d'années, ils sont aujourd'hui l'ob-

jet de critiques : l'efficacité énergétique des procédés de fabrication est mise en cause car il faudrait mobiliser plus d'énergie (fossile) qu'ils n'en fournissent pour les fabriquer, leur empreinte écologique serait loin d'être aussi bénéfique que les industriels voudraient le faire croire, la biomasse utilisée pour leur fabrication entre en compétition avec les produits végétaux destinés à l'alimentation des hommes et des animaux.

On peut déjà répondre à la première de ces critiques. Il n'est pas exact que les rendements énergétiques de la fabrication de biocarburants soient négatifs. Il est au contraire particulièrement positif avec la canne à sucre : avec cette plante, il faut injecter une unité d'énergie fossile pour récupérer six à sept unités d'énergie sous forme d'éthanol. Cet excellent rapport est dû à l'utilisation des résidus de la culture de la canne (les bagasses) comme source d'énergie pour la transformation du sucre en éthanol. Il reste intéressant avec les biodiesels issus des oléagineux : leur usage permet de réduire la consommation d'énergie non renouvelable de 65 et 80 % par rapport aux carburants fossiles. Par contre, le bilan est loin d'être aussi bon





La canne
à sucre permet
de fabriquer
de l'éthanol

avec l'éthanol de maïs, mais reste néanmoins positif : pour une unité énergétique consommée, on récupère 1,2 à 1,3 unité énergétique sous forme d'éthanol. L'efficacité énergétique de la filière betterave/éthanol n'est guère meilleure. Les travaux en cours laissent espérer une amélioration de ces rapports.

La deuxième critique porte sur les impacts écologiques. La question qui prête le plus à controverse est la suivante : l'usage des biocarburants réduit-il l'émission de gaz à effet de serre ? Les conclusions des très nombreuses études publiées dans le monde sont contradictoires. Il ne faut pas s'en étonner car les résultats des calculs dépendent d'un grand nombre de paramètres : nature de la biomasse (maïs, canne à sucre, oléagineux), mode de production (intensif ou extensif), rendement à l'hectare, proximité des approvisionnements, nature des biocarburants (substitution à l'essence ou au gazole), procédé de transformation (fermentaire ou chimique), changement d'utilisation des sols (déforestation, disparition de prairies naturelles). Il y a au moins un point d'accord entre la majorité des agronomes et des énergéticiens : on peut conclure à des gains positifs pour les biocarburants fabriqués en Europe. Les réductions d'émission de gaz à effet de serre seraient de 30 à 50 % pour l'éthanol (blé, betterave), selon qu'il est utilisé sous forme d'un additif (ETBE) ou tel quel, et de 60 % pour le biodiesel (tournesol, colza). Le bilan de la transformation des biomasses lignocellulosiques serait encore meilleur (jusqu'à 80 % de réduction des émissions), mais il faut attendre que les usines tournent pour faire des calculs précis. Au total, en 2009,

l'utilisation de biocarburants en France — ils fournissent 10 % des énergies renouvelables — aura permis de diminuer de 5 à 6 millions de tonnes le rejet de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, soit entre 1 et 1,5 % de la totalité des émissions ou encore 4 % des émissions dues aux transports routiers. Compte tenu de la complexité des calculs, on prendra ces chiffres comme des ordres de grandeur : les bilans doivent se faire au niveau de chacune des usines de biocarburants.

Les critiques sur la concurrence avec les usages alimentaires sont les plus entendues par les Français. Elles se sont exacerbées en 2007 quand l'accroissement de la production de biocarburant a coïncidé avec la flambée des cours des céréales, elle-même à l'origine des émeutes de la faim dans de nombreuses régions du monde. Les biocarburants ont alors été considérés comme une menace pour la sécurité alimentaire mondiale par une grande partie de l'opinion. Pour celle-ci, il n'est pas admissible de détourner une partie des ressources alimentaires pour faire rouler des voitures dans un monde où près de 15 % de la population ne mange pas à sa faim ! Il faut donc abandonner tout recours à la biomasse pour fabriquer des carburants. Mieux vaut réduire la circulation des voitures et des camions.

En 2008, selon les estimations des chercheurs de l'Institut national de la recherche agronomique, la production mondiale de biocarburants représentait 2 % des carburants utilisés pour

les transports routiers et leur fabrication a détourné vers des usages industriels 3 % des surfaces

mondiales agricoles consacrées aux céréales, aux oléagineux et aux plantes sucrières (soit 28 millions d'hectares, à comparer

aux 1 500 millions d'hectares de surfaces agricoles utiles dans le monde). Ainsi,

ce sont 100 millions de tonnes de céréales (5 % de la production), 11 millions de tonnes d'huiles végétales (9 % de la production) et 320 millions de tonnes de plantes sucrières (17 % de la production) qui ont été transformées en biocarburant. Si on compare les surfaces et les tonnages mobilisés, on se rend aisément compte que ce sont les terres les plus productives qui servent à la production de la biomasse

Combien faut-il d'hectares pour produire 10 m³ d'éthanol ?

Pour produire 10 m³ d'éthanol, il faut récolter 4 hectares de blé si le rendement atteint 70 quintaux/hectare, 3,3 hectares de maïs (80 q/ha), 1,25 hectare de betterave (800 q/ha) ou 1,7 hectare de canne à sucre (800 q/ha).

Les rendements retenus dans ces calculs sont ceux d'une agriculture moderne et intensive.

Source : Ademe.

énergétique, ce qui soulève un problème supplémentaire. N'est-ce pas justement ces terres très fertiles qu'il faut dédier aux cultures alimentaires ? En 2010, la tendance est à l'augmentation de ces tonnages puisque l'accroissement de la demande de céréales pour leur transformation en biocarburant a été plus élevée en 2008/2009 que la demande alimentaire.

Qu'en sera-t-il dans les années à venir ? En 2011, les biocarburants de première génération reposent sur la transformation de l'amidon des céréales, du saccharose de la canne à sucre et de l'huile des plantes oléagineuses. Dans une dizaine d'années, les biocarburants pourraient être fabriqués à partir de lignocellulose, l'un des principaux constituants de la paille et du bois. C'est du moins ce qu'espèrent les chercheurs, mais peut-être sont-ils trop optimistes au regard des étapes qu'ils leur restent à franchir. Il existe deux voies pour transformer la lignocellulose en carburant : la voie biologique qui produit principalement de l'éthanol et la voie thermochimique qui produit des huiles et des gaz. La voie biologique repose sur l'aptitude des levures à transformer les sucres en alcool. Avant que les levures puissent agir, il faut séparer les trois principaux constituants de la lignocellulose (cellulose, hémicellulose et lignine) et transformer la cellulose en molécules fermentescibles. Ce qui n'est pas facile à faire dans des conditions rentables pour les industriels. La voie thermochimique consiste à soumettre la lignocellulose à des températures élevées, puis à purifier les huiles et les gaz de synthèse obtenus. La voie biologique produit des substituts à l'essence, la voie thermochimique des substituts au gazole. Du point de vue des impacts environnementaux, la voie biologique est plus performante que la voie thermochimique car elle opère à faible température et sans solvant. Compte tenu de ce que les investissements sont moins importants, il est probable que la voie biologique l'emportera sur la voie thermochimique à moins que la demande en gazole ne se fasse plus pressante. Les deux voies restent à optimiser.

Le grand changement par rapport aux biocarburants de première génération est que le gisement de biomasse lignocellulosique — bois (saules, peupliers) et forêts, déchets (agricoles, ménagers, industriels, forestiers), cultures de plantes non alimentaires (notamment le miscanthus, une plante herbacée) — est impropre à la consommation humaine et n'entre donc pas directement en compétition avec la satisfaction des besoins alimentaires. Il ne fait guère de doute cependant que

leur arrivée sur le marché ouvrira de nouvelles polémiques qui stigmatiseront le détournement des sols, et non plus des produits agricoles, vers des usages non alimentaires.

Ce que l'on sait en 2011, c'est que les biocarburants de première génération ont des coûts de production élevés, que leur impact environnemental n'est pas aussi bénéfique que certains l'affirment et que leur développement à plus grande échelle se heurtera rapidement à la nécessité d'accroître les ressources alimentaires mondiales. S'il fallait faire appel exclusivement à ces biocarburants pour remplir les objectifs affichés (en Europe, 10 % des carburants), leur fabrication pourrait avoir un effet négatif sur la sécurité alimentaire. En revanche, un marché important pourrait s'ouvrir aux biocarburants de deuxième génération dans la mesure où leurs coûts de production seront réduits et parce que l'accès à la biomasse lignocellulosique ne pénalisera pas directement la demande alimentaire. Tout du moins lorsqu'il sera fait appel aux déchets et au surplus de croissance de la biomasse forestière. Cela est moins vrai avec les cultures énergétiques qui mobilisent des terres capables d'accueillir des plantes comestibles.

À l'horizon 2020, il est raisonnable de penser que la combinaison des biocarburants de première et de deuxième génération mobilisera jusqu'à 6 % des surfaces mondiales en grandes cultures. Ce qui est loin d'être négligeable. Le facteur limitant du développement des biocarburants n'est ni leur coût, ni leur rendement énergétique, et pas davantage leur impact environnemental. Le principal facteur limitant sont les surfaces disponibles pour produire la biomasse énergétique sans mettre en danger la sécurité alimentaire mondiale. En cas de conflit d'intérêt, la priorité sera donnée à la sécurité alimentaire, mais pour l'instant, en 2011, nous n'en sommes pas là. On est néanmoins en droit de s'interroger de voir les États-Unis consacrer le tiers de leur récolte de maïs à fabriquer de l'éthanol.

Que conclure ? Les scénarios élaborés par les experts français soulignent qu'à l'échéance de 2050, l'utilisation accrue de la biomasse à des fins non alimentaires provoquera de fortes tensions sur l'usage des terres agricoles, à moins d'amplifier la fabrication de biocarburants de deuxième génération, de mobiliser en conséquence de nouvelles ressources forestières, et donc d'accroître la pression sur les écosystèmes. Selon les scénarios envisagés, la biomasse mobilisée pour cette production serait prioritairement des cultures énergétiques spécifiques (qui pourraient s'installer sur des prairies au

détriment de l'élevage), ensuite la biomasse forestière et plus marginalement les résidus agricoles et les déchets. Reste que d'autres voies méritent d'être explorées. Parmi celles-ci, la culture d'algues photosynthétiques productrices d'huiles suscite de plus en plus d'intérêt. Nous en avons déjà parlé.

47 Pourquoi 40 % de la production alimentaire mondiale est-elle perdue chaque année ?

Le chiffre est spectaculaire. On estime que les pertes et les gaspillages de nourriture dans le monde s'élèvent à 1 400 kcal/jour/habitant, soit les deux tiers des besoins journaliers moyens d'un adulte. On imagine aisément l'impact qu'aurait une réduction de seulement 50 % de ces pertes sur le niveau des ressources alimentaires disponibles pour nourrir les hommes.

Il faut faire la distinction entre pertes et gaspillages. Les pertes ont deux origines : principalement une mauvaise gestion des récoltes au cours du stockage ou du transport ; secondairement, celles qui résultent de la transformation des denrées agricoles en aliments et de la préparation des repas, familiaux et collectifs. Le gaspillage est d'une autre nature : c'est la nourriture jetée par les distributeurs et les consommateurs (les réfrigérateurs sont trop pleins

Quand
l'offre dépasse
la demande...



et mal gérés), ce sont des plats et des assiettes trop remplis qu'on ne finit pas. Sans compter le gaspillage nutritionnel de ceux qui mangent plus que nécessaire, bien au-delà de leurs besoins physiologiques, souvent aux dépens de leur santé. Les pertes sont surtout le fait des pays en développement, le gaspillage prévaut dans les pays riches. Il existe d'autres sources de pertes, ou plutôt de « manque à produire » : les mauvaises pratiques agricoles, les accidents de culture (sécheresse, attaque par les insectes, maladies), les mauvais rendements de la transformation des produits végétaux en produits animaux. Nous en avons déjà parlé et n'y reviendrons pas.

Dans les pays en développement et tropicaux, les mauvaises conditions de stockage et de transport des produits agricoles sont la première source de pertes. Elles représenteraient le quart des récoltes, atteignant 40 % dans certaines régions, alors qu'elles sont négligeables dans les pays développés. C'est un fait reconnu depuis des décennies par les organisations internationales, en premier lieu la FAO. Ces pertes touchent non seulement des denrées périssables comme les fruits, les légumes et les tubercules, mais également les céréales *a priori* plus faciles à conserver car moins riches en eau. Leurs origines sont nombreuses : pourrissement des végétaux sous l'action de moisissures et de bactéries au cours du transport ou dans les « greniers » à grains, attaques par les insectes (charançons des céréales), les rongeurs (rats) et les oiseaux, manutentions défectueuses. Dans les pays développés, l'essentiel des pertes (peu significatives) est due à la rupture de la chaîne du froid, responsable d'une dégradation rapide et irréversible des produits.

D'autres « pertes » se produisent dans les usines et les abattoirs, là où s'opère la transformation des produits agricoles. Une tonne de blé fournit 700 kg de farine, une tonne de betteraves 130 kg de sucre, une tonne de colza 300 litres d'huile. Prenons l'exemple d'une vache de Salers pesant 680 kg au départ de la ferme (poids vif). Arrivée à l'abattoir, elle a déjà perdu 30 kg, soit 4,4 % de son poids car, à jeun, elle a puisé dans ses réserves pour assurer ses besoins vitaux. Elle est tuée, saignée, dépouillée et éviscérée. La tête, une partie des membres, de nombreux organes et des graisses sont séparés de ce qui va constituer *in fine* la carcasse dans le vocabulaire des professionnels : cette dernière ne pèse que 360 kg (un peu plus de la moitié du poids vif). La découpe de la carcasse permet d'isoler 245 kg de viande consommable et donc

commercialisable. Le rendement final de la transformation (viande/poids de l'animal à la ferme) dépasse à peine 35 %. C'est moins bien que le cochon dans lequel (presque) tout est bon ! Bien sûr, ce qui est éliminé au cours de ces opérations n'est pas comestible par l'homme, ou du moins pas toujours (le rendement des farines bisées, moins « purifiées », plus riches en son, et donc en matières minérales, peut atteindre 80 %).

Bien sûr, les produits résiduels, moins nobles, trouvent d'autres usages, notamment dans l'alimentation animale. Il n'en demeure pas moins que le « disponible » en calories et en nutriments pour nourrir les hommes doit prendre en compte ces rendements de transformation.

Enfin, il est des pertes, que les industriels appellent « freintes », qui résultent d'accident de fabrication ou d'une récupération incomplète des substances consommables. On les estime à quelques pour-cent.

Les circuits modernes de distribution sont une autre source importante de gaspillage. Les bennes-poubelles sont remplies d'aliments non conformes, endommagés et invendus.

Les produits laitiers, les fruits et les légumes y tiennent une bonne place. Ne vaudrait-il pas mieux en faire don aux associations humanitaires ?

Sans doute, mais des considérations sanitaires (que l'on comprend) et réglementaires (qu'il faudrait peut-être faire évoluer) rendent ces dons difficiles. Mieux vaut jeter que donner : c'est plus simple pour les entreprises. Imaginons une grave intoxication provoquée par la consommation d'un aliment objet d'un don : qui sera déclaré responsable ? Les industriels rechignent à prendre des risques. Anecdote, mais symbolique, pas question de distribuer aux associations caritatives les tonnes de sandwiches, petits fours salés et sucrés, salades de fruits et autres gâteries qui partent à la poubelle à l'issue des nombreux buffets parisiens qui garnissent les réceptions et terminent les colloques. La réglementation sur la



**Demi-carcasses
de taurillons
et de bœufs**

circulation des denrées alimentaires ne le permet pas. Pour les mêmes raisons, la restauration collective élimine ses surplus (ils peuvent être abondants dans les cantines scolaires).

Le comportement des ménages n'est pas davantage à l'abri de critiques. Selon une étude menée aux États-Unis en 2004, chaque foyer américain jetterait 15 % des aliments qu'il achète. Ce qui est gaspillé, c'est le pain, puis les légumes et les fruits, et enfin la viande. Un bilan plus récent (2008) réalisé en Grande-Bretagne donne des résultats encore plus mauvais : 25 % des achats alimentaires se retrouvent dans les poubelles (pommes de terre, riz, tranches de pain, salades — 45 % des achats —, pommes, poissons, viandes, etc.). On ne possède pas de données fiables pour la France, mais il n'y a pas de raisons pour que les chiffres soient bien différents. On ne se trompe donc probablement pas en estimant entre 15 à 25 % des achats la nourriture jetée par les ménages dans les pays développés. La fourchette est large, mais l'hypothèse la plus basse est déjà très élevée.

Il n'est pas facile de se préoccuper du gaspillage alimentaire en période d'abondance. Au ^{xxi}^e siècle, ceux qui ont de l'argent et consacrent 10 % ou moins de leur revenu pour se nourrir ne se sentent guère concernés. Ce ne fut pas toujours le cas. Qui

aurait jeté du pain en France pendant la seconde guerre mondiale, si ce n'est quelques familles privilégiées ? La pénurie était telle que tout était bon à manger, même les algues et les topinambours (loin d'être aussi bons que ceux d'aujourd'hui). Rien ne restait dans les assiettes, les poubelles ne contenaient pas de nourriture, les fruits et légumes qui avaient perdu de leur fraîcheur faisaient encore la joie des ménagères, et peu importait la grosseur des pommes ou des tomates

(leur « calibrage » est une notion réglementaire et commerciale récente). Cette situation, on la retrouve chez les peuples et les familles les plus déshérités de la planète. En bien pire en réalité, vu l'importance du « recyclage » alimentaire que pratiquent les « chiffonniers » de quelques grandes métropoles dans le monde. Une forme récente de récupération des rebuts des marchés est le « glanage », une pratique de plus en plus fréquente chez les déshérités des pays riches : les marchands des quatre saisons jettent en effet une partie de ce qui reste



sur leur étal plutôt que de garder des produits qui auraient perdu leur fraîcheur le lendemain. Ce n'est pas perdu pour tout le monde.

Comment lutter contre ces pertes ? Comment lutter contre ces gaspillages ? C'est un travail de longue haleine qui passe par des investissements et la formation des techniciens pour les premières, par la sensibilisation et la formation des citoyens pour les seconds.

Pour lutter contre les pertes, il n'y a d'autres solutions que d'éduquer les agriculteurs des pays en développement et de leur donner les moyens de bien cultiver leurs terres. Pour ce qui concerne les gaspillages, bien sûr, la solution n'est pas celle que préconisait à la fin du XIX^e siècle le médecin vétérinaire Émile Ducroix lors du V^e Congrès international de médecine vétérinaire. Regrettant « que l'on supprime sans scrupules une partie des ressources alimentaires de la nation en déclarant insalubre toute viande d'animaux malades », cet « ami » des pauvres, observant la faim des plus démunis, explique que « l'on peut impunément faire usage de la chair d'un animal mort ou abattu pour cause de maladie » et qu'« en présence des ressources insuffisantes de viande, on doit chercher à tirer le meilleur parti possible de celle que l'on produit et que l'on doit surtout éviter de laisser perdre la plus petite quantité de celle qui peut servir à l'alimentation ».

Dans nos pays et de nos jours, on peut se demander s'il est bien raisonnable de jeter les aliments dont la date limite d'utilisation optimale (DLUO) est dépassée, date qu'il ne faut pas confondre avec la date limite de consommation (DLC) au-delà de laquelle la qualité sanitaire des produits n'est plus garantie. La DLUO n'est rien d'autre qu'un indicateur de qualité gustative. Consommé un yaourt après la DLUO ne présente pas de risque pour la santé, tout juste pourra-t-on trouver que son goût ou sa texture n'est pas celle d'un yaourt fabriqué plus récemment. Les produits surgelés, les conserves et les produits d'épicerie sèche peuvent être consommés sans crainte une fois la DLUO dépassée. Mais comme « on ne sait jamais », nombreux sont les consommateurs qui jettent ces produits à l'expiration de la date portée sur les emballages. Cela arrive aussi dans des pays pauvres où les réglementations décrétées par les pays riches sont souvent suivies sans discernement.

Éviter le gaspillage, c'est également une question de culture. Des livres de cuisine expliquent comment accommoder les

restes. Dans de nombreuses familles, on finit son assiette. Le pain, sacré, ne se jette pas (ce qui est difficile car il rassit plus vite qu'autrefois).

48 Que faire pour nourrir le monde ?

Dans les années 1960, des investisseurs publics et privés s'unissent pour soutenir l'agriculture des pays en développement. De grands centres internationaux de recherche sur le blé, sur le riz, sur le maïs sont créés. La révolution verte est lancée. L'objectif est de créer de nouvelles variétés de céréales à haut rendement adaptées aux conditions climatiques et aux sols des pays du Sud. Et d'accompagner le progrès génétique en ayant recours à davantage d'engrais, d'irrigation et de machines agricoles. Les effets positifs de cette action se font sentir en Asie, en Amérique latine, au Moyen-Orient et en Afrique du Nord. Sauf en Afrique sub-saharienne qui demeure en dehors de ce cycle vertueux. Vertueux ? Peut-être pas autant que les promoteurs de cette révolution l'espéraient car des petits paysans se sont endettés et des sols se sont appauvris. Mais incontestablement, l'agriculture se modernise, les revenus des États augmentent, la production s'accroît de manière parfois spectaculaire.

Que faire de mieux ? Des écologistes, s'appuyant sur un document mis en ligne sur le web lors d'une conférence qui s'est tenue à Rome au printemps 2007, affirment que la FAO estime possible de nourrir le monde avec la seule agriculture biologique. Le directeur général de la FAO a dû démentir ces rumeurs et publier un communiqué précisant la position officielle de l'Organisation à ce sujet : « Il n'y a aucune raison de croire que l'agriculture biologique puisse remplacer les systèmes agricoles traditionnels pour garantir la sécurité alimentaire mondiale. Sans une utilisation judicieuse d'engrais, il ne sera pas possible de nourrir 9 milliards de personnes en 2050. » Pour la FAO, la solution n'est donc pas là, même si elle encourage le développement de l'agriculture biologique car « elle produit des aliments sains et nutritifs et représente une source croissante de revenus pour les pays développés et les pays en voie de développement ».

Quoi d'autre encore ? Inutile de revenir sur l'ensemble des recommandations des organismes internationaux dont on peut seulement espérer qu'elles finissent par être suivies d'effets. En sachant que leur mise en œuvre sera bien difficile

tant que les situations politiques et économiques des pays les plus concernés ne s'amélioreront pas. Retenons cinq propositions.

Première proposition : accroître les surfaces cultivées. Ce qui revient à lutter contre la dégradation de celles qui le sont (l'emprise des milieux urbains et des infrastructures — route, rail, aéroport — est loin d'être négligeable ; rien qu'en France, l'agriculture perd l'équivalent d'un département tous les dix ans) et à mettre en valeur de nouvelles terres. Dans ce domaine, un pays est bien placé : le Brésil. C'est la ferme du monde. Les territoires sont immenses et souvent peu peuplés, parfois à peine quelques habitants au kilomètre carré. L'eau est abondante, le climat favorable, la main-d'œuvre bon marché, les infrastructures en place, l'argent des investisseurs disponibles. Mais un danger guette le pays, celui de voir de très grands entrepreneurs transformer la forêt amazonienne en terre à soja, à maïs et à riz. Sans se soucier des conséquences sur la biosphère. Cultiver de nouvelles surfaces, oui ! Mais à quel prix ? D'autres pays ont leur carte à jouer : l'Argentine, le Canada et l'Australie. Ce sont déjà des pays exportateurs, ils pourraient le devenir davantage. Les

**Les
plaines russes
s'étendent
à l'infini**



grandes plaines à blé de la Russie et de l'Ukraine, gisement important de surfaces nouvelles et de main-d'œuvre, pourraient également apporter leur contribution à la sécurité alimentaire du monde une fois rattrapé leur retard sur les pratiques d'une agriculture moderne. Par contre, il ne faut pas trop compter sur l'Asie pour nourrir le reste du monde. Elle n'arrivera probablement pas à satisfaire ses propres besoins. Sa marge de manœuvre est bien faible pour faire face à l'accroissement de sa population : l'Inde ne possède que très peu de nouvelles terres agricoles disponibles et son agriculture a déjà atteint un bon niveau de productivité. Quant à l'Europe de l'Ouest et les États-Unis, on ne voit pas comment ils pourraient produire beaucoup plus. Au total, selon les scénarios envisagés, prenant en compte les terres gagnées et les terres perdues (érosion, urbanisation, désertification), les surfaces cultivées pourraient s'accroître de deux cents millions d'hectares (on se rappellera que 1,5 milliard d'hectares sont actuellement cultivés dans le monde). C'est déjà ça de pris, mais ce ne sera pas suffisant pour répondre à la demande !

Deuxième proposition : diminuer les pertes avant et après récolte. On a vu que celles-ci sont considérables et que malheureusement très peu est fait pour les réduire. Et pourtant la marge de progrès est très importante. Les responsables politiques ne semblent pas en avoir conscience, ou du moins y prêter attention. Même les plus écologistes d'entre eux qui militent en faveur d'une consommation moins importante de viande semblent oublier qu'agir sur les pertes aurait des conséquences autrement significatives sur les grands équilibres de la planète.

Troisième proposition : poursuivre les efforts des généticiens et des sélectionneurs pour améliorer les performances agromonomiques des espèces cultivées. Ils semblent que les possibilités d'accroissement des rendements et de la productivité à l'hectare restent importantes. On estime en effet que, compte tenu de leurs caractéristiques physiologiques, la production de blé et de maïs pourrait atteindre respectivement 150 et 210 quintaux à l'hectare. Soit deux fois plus que les moyennes observées en France. Autre piste : améliorer la résistance des plantes à la sécheresse. C'est une approche prometteuse, mais qui doit surmonter de nombreuses difficultés. D'un point de vue purement technique, il est plus simple de généraliser l'irrigation des cultures, à condition de disposer de suffisamment d'eau.

Quatrième proposition : régir les échanges des produits agricoles par de nouveaux accords internationaux, une fois constaté que les mécanismes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) ne sont pas les plus adaptés à « garantir à chacun le droit à se nourrir ». L'exception agricole et alimentaire doit être reconnue. Il faut imaginer des règles où les lois du marché, pures et dures, ne sont pas les seules à s'appliquer. La spéculation sur les denrées alimentaires deviendra autrement une spéculation sur la faim. Certes, les marchés doivent rester ouverts, mais ils doivent aussi tenir compte du droit des États à assurer l'alimentation de leur population et de ce que la santé des hommes a priorité sur les profits d'un petit nombre. Et que les profits d'aujourd'hui ne doivent pas mettre en danger la production agricole de demain. La principale difficulté est de trouver un accord plaçant sous une même réglementation des pays qui produisent 100 quintaux de céréales par hectare, et d'autres qui n'en produisent que 10, parfois moins (depuis les années 1950, les écarts de rendement se sont considérablement accrus entre les régions les plus productives et les régions les plus pauvres). Comment éviter que les premiers n'écrasent les seconds ? La balle est dans le camp des économistes et des juristes.

Cinquième proposition : améliorer la productivité de la terre des pays pauvres en favorisant la présence de matières organiques



Impressionnant, ce pivot d'irrigation : 360 m de long ! Sur une parcelle de maïs dans le Berry.

dans les sols, en prenant en compte la diversité des milieux, en protégeant mieux les récoltes contre les ravageurs et en développant l'irrigation. C'est une absolue nécessité pour que leurs habitants puissent se nourrir et que leurs paysans puissent vivre de leur revenu. C'est sur ce point que porte l'essentiel des recommandations de la FAO.

En attendant que ces mesures, si elles étaient appliquées, produisent leurs effets — cela prendra du temps —, la communauté internationale et les pays concernés doivent se mobiliser mieux qu'aujourd'hui pour que six millions d'enfants de moins de cinq ans ne meurent pas de faim chaque année. On sait faire, mais on ne fait pas ! Il faut non seulement produire plus, mais également mieux répartir la nourriture. Les solutions sont techniques, mais également et sans doute davantage politiques et économiques. Dans les pays les moins avancés, il faut garantir l'accès des paysans à la terre et à des semences améliorées, organiser les marchés locaux et internationaux, faciliter le recours au crédit, assurer la formation professionnelle, protéger les sols de l'érosion, développer les infrastructures et les conditions de conservation des récoltes.

Depuis des siècles, l'accroissement de la production alimentaire dans le monde est resté supérieur à celui de la population. Signe encourageant, si le nombre de malnutris sur la Terre se maintient depuis des années autour de 800 millions, son pourcentage décroît régulièrement. Reste une inconnue : comment le climat va-t-il évoluer ? Quels seront les régions les plus touchées par le changement climatique ? Quelles en seront les conséquences sur l'agriculture ? Les scientifiques en sont toujours au stade des hypothèses. Quelle que soit la bonne, le défi à relever pour les quarante prochaines années sera le même : produire plus, réduire les gaspillages, préserver l'environnement et les ressources naturelles.

Comment

se nourrir « durablement » ?



L'homme peut-il se nourrir sans mettre en danger les écosystèmes qui lui permettent de vivre en bonne harmonie avec les milieux qui l'entourent ?

Cette interrogation est l'objet de débats sur les modes d'agriculture et d'alimentation qu'il faut privilégier pour apporter aux humains les calories et les nutriments dont leur corps a besoin, de manière durable, en s'appuyant sur un développement qui réponde aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Et donc sans épuiser les ressources naturelles — en particulier les terres cultivables — ni polluer l'eau, l'air et les sols, tout en conservant, demanderont certains peuples et en particulier les Français, le plaisir et la convivialité des repas.

Une question se pose avec acuité : comment nourrir 9 milliards d'habitants en 2050 sans affecter le climat ? Question d'autant plus cruciale que les hommes doivent sortir du cercle vicieux qui fait que nos ressources alimentaires, paramètre essentiel — ainsi que nous le verrons plus loin — de l'évolution du climat, pourraient être directement menacées par cette évolution. Et

qu'il faudra bien continuer à se nourrir ! Mais l'impact de notre alimentation sur les équilibres planétaires ne se limite pas aux seuls gaz à effet de serre. Trois autres paramètres sont à prendre en considération : l'énergie mobilisée pour produire et transporter nos aliments ; la pollution de la terre, de l'eau et de l'air par les activités agricoles et industrielles ; l'atteinte à la biodiversité — la diversité du monde vivant — qui inclut la diversité des écosystèmes, des espèces et au sein d'une espèce.

Nous allons approfondir ici deux de ces questions : les impacts « effet de serre » et les impacts énergétiques. Auparavant, il n'est sans doute pas inutile de préciser ce qu'on entend par « impact environnemental » et comment on le mesure.

49 Qu'appelle-t-on « impact environnemental » ?

Il est facile de définir un impact environnemental, il est plus difficile de le mesurer. Il faut donc regarder avec beaucoup d'esprit critique les chiffres et les affirmations véhiculés sur le réseau internet et souvent reprises par les médias.

L'impact environnemental des activités humaines porte sur l'état biologique, chimique et physique de l'écosystème terrestre, sans oublier les effets indirects sur la santé des hommes et des animaux. S'il est assez aisé d'en dresser la liste, il n'est pas simple d'en chiffrer les effets. Or, seule une approche « quantitative » des phénomènes observés, et de tous les phénomènes, sans privilégier les uns aux dépens des autres, permet de prendre les décisions susceptibles de réduire les impacts de nos activités sur l'environnement en agissant prioritairement sur les causes dominantes. Rien ne sert d'en diminuer l'un si les mesures prises ont simultanément pour effet d'aggraver les autres au-delà des effets attendus sur l'impact retenu. La gestion de ce système interactif est particulièrement complexe.

Il faut d'abord comprendre de quoi on parle. Ce qui est loin d'être toujours le cas. Selon un sondage TNS Sofres du 22 mai 2010, 91 % des Français estiment que la biodiversité est menacée alors que 23 % seulement connaissent la signification du terme ! Voilà donc quelques points de repère :

- il ne faut pas confondre « protection de l'environnement » et « développement durable ». La protection de l'environnement est l'une des trois facettes du développement durable, lequel inclut également le développement économique et le progrès social ;

- Atteinte à la biodiversité (extinction d'espèces vivantes).
- Teneur de l'atmosphère en gaz à effet de serre, pluies acides, trou de la couche d'ozone, émanation de gaz de combustion (oxyde de soufre, monoxyde de carbone).
- Pollution chimique (pesticides, nitrates, phosphates, métaux lourds, substances médicamenteuses) des nappes phréatiques, des lacs, des rivières et des océans.
- Érosion, salinisation, aridification et désertification des sols.
- Diminution des ressources en eau, pollution thermique des rivières (centrales nucléaires).
- Accumulation de déchets.
- Fragmentation du milieu naturel et des terres cultivables.

Impacts
environnementaux
des activités
humaines



Dégâts de pluies acides sur le couvert de la forêt vosgienne.



Rigoles et ravine d'érosion dans une parcelle de blé. Pas-de-Calais, hiver 1990.

- un impact environnemental doit être qualifié par sa durée et par son étendue. Il peut être de courte (quelques semaines), moyenne (quelques années) ou longue durée (des siècles). Il peut être local (quelques dizaines ou centaines de km²), régional (quelques milliers ou dizaines de milliers de km²) ou mondial. À l'évidence, un impact de quelques jours sur quelques kilomètres carrés n'est pas comparable à celui qui toucherait la Terre pendant des siècles, d'où l'importance de bien faire ces distinctions. La pollution d'une rivière par quelques tonnes de fuel est dramatique pour la flore et la faune locale, ainsi que pour les riverains et les pêcheurs. Elle n'a aucune importance sur les grands équilibres de notre planète (ce qui ne veut pas dire que tout ne doit pas être fait pour s'en prémunir). À l'opposé, les rejets dans l'atmosphère de gaz à effet de serre ont des conséquences universelles et à long terme. C'est dans ce cas qu'il est particulièrement important de quantifier les impacts ;
- les effets peuvent être quasi-instantanés (émanation d'un gaz toxique) ou à long terme (effet cancérigène, pollution d'une nappe phréatique). Les seconds sont plus difficiles à détecter que les premiers ;
- un produit peut contaminer un environnement sans que soit dépassée la limite au-delà de laquelle sa présence exerce un effet négatif sur le milieu et les organismes qui y vivent. La connaissance de cette limite est un paramètre essentiel de la gestion des risques.

Ces impacts se mesurent à l'aide d'indicateurs. Il n'est pas lieu de rentrer ici dans des considérations trop techniques. Il suffit de savoir que les impacts sur la biodiversité sont les plus difficiles à mesurer. Pour réaliser ces mesures, il faut suivre le produit tout au long de sa vie, de sa naissance à sa mort (dans le cas du lait, de la vache au consommateur). Les techniciens parlent d'analyse de cycle de vie. Des désaccords peuvent porter sur les facteurs à prendre en compte au sein de ce cycle : doit-on intégrer les gaz à effet de serre générés par l'habitat de l'agriculteur, par la construction des bâtiments d'élevage, par la fabrication des machines agricoles ? Si oui, dans quelles proportions ? Le problème n'est pas aussi simple qu'il y paraît. Et les chiffres publiés pas toujours comparables.

Face à ces difficultés, des ingénieurs ont cherché à simplifier leurs analyses en inventant « l'empreinte écologique », une mesure de la pression que l'homme exerce sur la nature. C'est une estimation de la superficie nécessaire pour répondre à nos

besoins, son unité de mesure est l'hectare. Pour calculer cette empreinte, ils additionnent l'empreinte foncière (par exemple, la surface occupée par la culture du blé pour fabriquer un pain de mie) et l'empreinte énergétique équivalente à la somme des énergies dépensées avant de manger ce pain de mie (énergie pour produire, pour conserver, pour fabriquer, pour emballer, pour transporter, pour vendre, pour consommer), elles-mêmes transformées en surface de forêts nécessaire pour fixer une quantité de dioxyde de carbone (CO_2 ou gaz carbonique) équivalente à celle dégagée par la production de l'énergie utilisée. On voit que l'empreinte écologique n'est que l'une des composantes de l'impact environnemental. Ce serait une erreur de se baser sur sa seule valeur pour diminuer les impacts environnementaux. Il faut prendre la mesure de l'empreinte écologique comme un outil d'aide à la réflexion, mais sans doute pas pour davantage.

On peut dire la même chose de l'empreinte carbone que des distributeurs ont commencé à faire figurer sur l'étiquetage (pour un nombre encore limité de produits), et qui sera obligatoire pour les denrées alimentaires en 2012. La meilleure connaissance de cette empreinte sera moins utile aux consommateurs (qui ne sauront pas comment choisir entre valeur nutritionnelle, bilan carbone, bilan eau, bilan recyclage et prix, sans parler des préférences pour les produits biologiques et sans OGM) qu'aux entreprises qui y voient un moyen de réduire leurs coûts en optimisant les bilans écologiques et énergétiques de chacun des stades de leurs processus de fabrication et de commercialisation.

50 Comment l'alimentation contribue-t-elle à l'émission de gaz à effet de serre ?

Depuis une vingtaine d'années, les scientifiques s'interrogent, et avec eux les responsables politiques et les Français, sur les risques d'un réchauffement de la planète qui mettrait en danger nos conditions de vie. Ce réchauffement est dû à l'accroissement de la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), l'agriculture contribue pour environ 15 % aux émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES). En tenant compte des changements d'affectation des terres, y compris la déforestation, ce pourcentage s'élève à 33 %. Si rien n'est fait pour enrayer ce phénomène, la température

moyenne sur la Terre pourrait s'accroître de quelques degrés d'ici la fin du siècle (jusqu'à 6 °C selon quelques modèles). Les canicules et les sécheresses estivales deviendraient plus fréquentes, de même que les ouragans, les tempêtes et les inondations. La mer envahirait les zones littorales les plus basses.

Ces changements pourraient avoir d'importantes conséquences sur l'agriculture. Une diminution des surfaces cultivables, des besoins en eau accrus, des plantes souffrant davantage de maladies et de l'attaque des insectes provoqueraient une baisse significative de la production de céréales. La sécurité alimentaire des humains ne serait plus assurée puisque les céréales fournissent les aliments de base de la majorité de l'humanité, directement ou indirectement (une fois transformées par les animaux).

Mise à part la vapeur d'eau, dont la contribution est considérable mais guère influencée par les activités humaines, les

Le verre employé dans la construction des serres laisse passer la lumière visible mais arrête les ondes infrarouges. De ce fait, les rayons infrarouges qui se forment à l'intérieur de la serre sous l'effet de l'élévation de température due au rayonnement solaire sont « piégés » à l'intérieur de la serre et

contribuent à l'accroissement de sa température.

Dans l'atmosphère, des gaz (vapeur d'eau, dioxyde de carbone, méthane, oxyde nitreux) agissent comme le verre d'une serre. L'énergie solaire qui parvient au sol réchauffe la terre et se transforme en rayons infrarouges. Ceux-ci sont piégés dans l'atmosphère et contribuent au réchauffement de la planète.

Heureusement, ces gaz sont pré-

sents dans l'atmosphère : sans effet de serre, la température moyenne de la Terre serait de - 18 °C, au lieu de 15 °C. Mais point trop n'en faut. L'accroissement de la teneur des gaz à effet de serre dans l'atmosphère provoque une augmentation sensible de la température moyenne de la Terre qui pourrait être de quelques degrés en 2100 si rien n'est fait.

En France, les émissions sont dues au dioxyde de carbone (75 %), à l'oxyde nitreux (12 %), au méthane (10 %), et aux gaz fluorés (3 %). Elles sont attribuables aux transports (25 %), à l'agriculture et à la sylviculture (21 %), à l'industrie manufacturière (20 %), au résidentiel tertiaire (19 %), aux industries de l'énergie (13 %) et au traitement des déchets (2 %).

Effet de serre



Les transports, et notamment la voiture particulière, sont les plus gros « producteurs » de GES.

trois principaux gaz participant à l'effet de serre sont le dioxyde de carbone (CO_2 ou gaz carbonique), le méthane (CH_4) et l'oxyde nitreux (N_2O ou peroxyde d'azote). Pour calculer leurs impacts, il faut tenir compte de deux variables : la capacité des gaz à absorber et à réémettre les rayonnements solaires et infrarouges (c'est l'efficacité radiative) et leur durée de vie dans l'atmosphère. On peut ainsi attribuer à chaque gaz un pouvoir réchauffant exprimé en « équivalent dioxyde de carbone ».

L'« efficacité radiative » du méthane est 70 fois plus élevée que celle du dioxyde de carbone ; par contre, sa durée de vie dans l'atmosphère est beaucoup plus courte. À quantité égale dans l'atmosphère, le méthane et le dioxyde de carbone ne contribuent donc pas de la même manière à l'augmentation de l'effet de serre. En associant les données sur l'efficacité radiative et sur la durée de vie, on trouve que les « potentiels de réchauffement climatique » du méthane, variables avec les horizons temporels dans lesquels on se place, sont respectivement 25 fois celui du dioxyde de carbone à l'horizon de 100 ans (valeur retenue dans la plupart des calculs) et 7,6 fois à l'horizon de 500 ans. Retenir le coefficient 25 pour le méthane revient à considérer que, dans le combat mené pour lutter contre le réchauffement climatique, il est équivalent — à l'horizon d'un siècle — de réduire l'émission de 1 kg de méthane ou de 25 kg de dioxyde de carbone. De même, 1 kg d'oxyde nitreux est équivalent à 310 kg de dioxyde de carbone.

En France, le rejet de dioxyde de carbone (et des autres gaz recalculés en équivalent dioxyde de carbone) lié à l'activité des secteurs primaires, secondaires et tertiaires ainsi qu'à la consommation des ménages atteint 440 millions de tonnes (il frise les 550 millions de tonnes en prenant en compte le solde des émissions lié aux importations et aux exportations), un tonnage inchangé depuis 1990, alors que le Gouvernement s'est engagé à réduire ces émissions de 20 % d'ici à 2020 et à les diviser par quatre d'ici à 2050.

Selon l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), pour chaque repas principal pris par un Français, l'équivalent de 3 kg de dioxyde de carbone est émis. En se nourrissant, les 65 millions de Français renvoient donc chaque année dans l'atmosphère 150 millions de tonnes de dioxyde de carbone, soit environ 30 % des rejets (dans les pays moins avancés, ce pourcentage est d'environ 20 %). Cette valeur élevée n'est pas surprenante car le poste « alimentation »

inclut l'agriculture, les industries alimentaires, les emballages, la distribution, la cuisine et le traitement des déchets : l'agriculture utilise beaucoup d'intrants (engrais, produits phytosanitaires, énergie), la diète alimentaire comprend une part importante de viande bovine dont la production dégage du méthane, la majorité des aliments subissent des transformations industrielles avant d'être commercialisés.

En France, l'agriculture est à l'origine de près des trois quarts du dégagement de méthane dans l'atmosphère. Les ruminants (vaches et moutons) en sont la source principale : le méthane est formé au cours des fermentations anaérobies (en absence d'oxygène) qui assurent la digestion des fourrages dans le rumen (ou panse), l'une des cinq poches stomacales des ruminants. Une autre partie provient de la décomposition du fumier et des déchets agrico-

Émissions de méthane par les animaux en France

Les émissions de méthane par les animaux varient avec les espèces, leur destination (produits laitiers ou produits carnés), leur état physiologique et les modes d'alimentation.

En France, par an, par tête et en moyenne, elles s'élèvent à 87 kg pour les vaches allaitantes, à 43 kg pour les bovins ruminants en croissance, à 15 kg pour les brebis laitières, à 11 kg pour les brebis allaitantes, à 14 kg pour les chèvres et à 0,8 kg pour les porcins.

Au total, les bovins sont responsables de plus de 90 % des émissions de méthane entérique, les vaches laitières, les vaches allaitantes et les bovins en croissance y contribuant respectivement à hauteur de 32, 25 et 34 %.

La part des ovins est d'environ 6 %, celle des caprins et des porcins se situe chacune autour de 1 %.

les par les microorganismes (cette propriété est mise à profit pour fabriquer du méthane à des fins énergétiques) et des terres détrempées (ce qui est le cas des rizières qui sont, dans le monde, une source importante de méthane). La quantité émise dans l'atmosphère par les animaux dépend des espèces (les porcins et les volailles — des monogastriques — n'émettent pas de méthane) et des races d'animaux ainsi que des conditions d'alimentation. Heureusement, le mauvais bilan « effet de serre » de l'élevage des ruminants est partiellement compensé par les 10 millions d'hectares de prairies où paissent les herbivores et qui fixent lors de la photosynthèse des quantités de dioxyde de carbone supérieures à celles émises par la respiration des plantes et des animaux.

Les deux principales sources émettrices de l'oxyde nitreux sont les océans et le sol. La fertilisation azotée nécessaire à la

croissance des végétaux augmente fortement ces émissions à partir de la décomposition des engrais, du fumier, des lisiers de porc et des résidus de récolte. En France, le protoxyde d'azote représente 12 % des gaz à effet de serre, légèrement plus que le méthane. L'agriculture contribue aux trois quarts de ces émissions, soit 50 millions de tonnes d'équivalent dioxyde de carbone chaque année.

Deux facteurs entrent en compte pour calculer l'émission directe de dioxyde de carbone liée à notre alimentation : l'énergie dépensée du champ à la cuisine ; l'oxyde de carbone fixé par les plantes cultivées lors de la photosynthèse (la photosynthèse est un processus biochimique qui permet aux plantes, aux algues et à certains microorganismes de transformer l'eau et l'oxyde de carbone en matière organique en utilisant la lumière du soleil comme source d'énergie). Le second ne compense que très partiellement les effets du premier.

In fine, ce qui nous intéresse, c'est de connaître le bilan « gaz à effet de serre » de ce que nous mangeons. L'Ademe, avec l'aide de J.M. Jancovici, a fait le calcul pour nous :

- les produits végétaux (pomme de terre, blé, farine, huiles, fruits et légumes) « n'émettent » que du dioxyde de carbone et en très faible quantité. Leur contribution à l'émission de gaz à effet de serre est négligeable. On ne note guère de différence entre les produits traditionnels et les produits bio, ni entre ceux produits en France ou importés (à la condition que le transport se fasse par bateau) ;

- les produits d'origine animale présentent un moins bon bilan, les produits biologiques se classant moins bien que ceux issus d'élevages performants : un élevage moderne et intensif reposant sur des vaches sélectionnées pour leur production laitière dégage moins de gaz à effet de serre qu'un élevage biologique pour produire un litre de lait. Cela s'explique par le fait que les ruminants restent des ruminants, dégagent du méthane et que la quantité de litres produits par animal est le facteur déterminant les impacts ;

- les viandes de bœuf, d'agneau, de mouton et surtout de veau présentent les plus mauvais bilans. Le beurre et les fromages, surtout les fromages à pâtes cuites, sont moins performants que le lait et les yaourts.

**Le bilan carbone
de la viande de veau
est déplorable**



Émission de gaz à effet de serre (kg équivalent de dioxyde de carbone)	Aliments (kg)
0 à 0,5	Pomme de terre, blé, farine, fruits, légumes
0,5 à 5	Œufs, lait, yaourt, poisson, volaille, porc, huile
5 à 15	Crevette, beurre, fromage
15 à 20	Bœuf, agneau, mouton
Supérieur à 20	Veau

On doit également s'interroger sur la signification de la production de gaz à effet de serre ramenée au kilogramme d'aliments. Les chiffres et les comparaisons sont bien différents lorsque les émissions sont calculées sans tenir compte de la teneur en eau (et sont donc ramenées à la « matière sèche » des aliments), ou en prenant en considération le nombre de calories ou la quantité de protéines (ou de lipides, de glucides et de vitamines). Ce qui est le plus important à connaître, n'est-ce pas en effet l'impact « effet de serre » des nutriments et des calories selon leurs origines ? Pour couvrir ses besoins en protéines, mieux vaut manger du bœuf que des pommes ! Ce qui est une évidence pour les diététiciens compte tenu de la teneur en protéines de ces dernières.

Aliments	kg équivalent CO ₂ émis pour			
	1 kg produit	1 kg produit sec	100 g protéines	100 Kcal
Yaourt	2,6	19,0	6,8	3,6
Roti de bœuf	20,2	60,0	7,2	15,1
Œuf à la coque	3,3	13,0	2,7	2,2
Bar (loup)	2,6	11,7	1,3	2,5
Salade verte	0,4	7,6	3,7	2,9
Pomme	0,4	2,7	12,2	0,8
Pomme de terre	0,4	1,6	2,0	0,5

51 Comment nourrir les hommes en économisant l'énergie ?

Les hommes doivent trouver dans leur alimentation 2 200 kcal (ou 9,36 mégajoules), ce qui est comparable à la dépense énergétique d'une lampe de 100 watts qui resterait allumée jour et nuit. De plus, selon des sources concordantes, il faut consommer 10 calories (en énergies fossiles ou renouvelables) pour fournir une calorie alimentaire aux riches citadins des pays industrialisés. Un énergéticien déduira de la combinaison de ces chiffres que l'alimentation d'un parisien aisé et dix ampoules de 100 watts équivalent à peu près à la même dépense d'énergie ! Si les 7 milliards d'habitants de la planète se nourrissaient comme ces citadins, la dépense énergétique s'élèverait à la moitié de la consommation énergétique mondiale, toutes origines confondues. Ce n'est évidemment pas possible car il faut bien subvenir aux autres besoins. Heureusement, ce n'est pas le cas ! Ce « modèle » alimentaire n'est pas généralisable. En Europe, en extrapolant les mesures effectuées dans quelques pays, l'alimentation compterait pour 20 % des dépenses énergétiques, ce qui est déjà beaucoup.

Quatre secteurs d'activité contribuent à cette consommation énergétique : l'agriculture, l'industrie alimentaire, les transporteurs et la distribution. L'agriculture française utilise un peu moins de 6 % de l'énergie livrée aux utilisateurs, dont 38 % sont des dépenses directes (carburants et électricité) et 62 % des dépenses indirectes. Ces dernières incluent les engrais (27 % de la consommation totale), les bâtiments et matériels (22 %), les aliments du bétail (8 %) et les produits phytosanitaires (5 %). Dans l'industrie alimentaire, la consommation d'énergie (électricité et combustibles) représente 3 % de la consommation énergétique nationale, soit 13 % de la consommation de toutes les industries réunies, sans compter les dépenses liées à la construction des usines, à la fabrication des machines et à l'activité des artisans employant moins de dix employés. Les dépenses liées aux transports sont proches de 2 %, celles générées par les grandes surfaces et les épiceries de quartier ne sont pas connues car il est difficile de faire la part entre les produits alimentaires et les autres. Néanmoins, en additionnant toutes ces dépenses et en y ajoutant les dépenses énergétiques des particuliers pour cuire et conserver leurs aliments, soit 4 % des dépenses énergétiques totales en France, et de la restauration collective, sans parler du carburant consommé pour aller faire ses courses, on tombe sur un ordre de grandeur proche des 20 % mentionnés plus haut.

**Calcul
de la dépense
énergétique liée
à l'alimentation
(France)**

Peut-on réduire cette consommation ? On peut certes imaginer de modifier radicalement nos schémas de consommation en bannissant les engrais chimiques et les pesticides de synthèse, en revenant à la traction animale, en supprimant tous les intermédiaires entre la ferme et la cuisine... et en mettant les villes à la campagne comme le proposait Alphonse Allais. C'est le retour à la nature préconisé par Jean Giono. On peut poser la même question autrement : peut-on modifier les dépenses énergétiques du système alimentaire sans changer radicalement le contenu de nos assiettes et donc en conservant la quantité et la nature des aliments proposés aux consommateurs ? C'est à cette question que nous allons répondre.

Au niveau de la production agricole, les agronomes envisagent diverses solutions, tout en reconnaissant que les gains seront modestes : réduire la consommation d'engrais azotés, très gourmands en énergie, en développant la culture des légumineuses (pois, soja), des plantes capables de fixer l'azote de l'air avec l'aide de microorganismes du sol avec lesquels elles vivent en très bonne connivence (on parle de symbiose) ; généraliser l'agriculture de précision dont le principe est de doser très précisément les apports d'engrais et de produits phytosanitaires en fonction des besoins des plantes, en tenant compte des différences existant entre les parcelles et au sein d'une même parcelle ; réduire le passage des machines agricoles en développant les cultures sans labour (le sol n'est pas travaillé, ou seulement très superficiel-

Culture
de laitues
sous serre
dans le Sud-Est
de la France

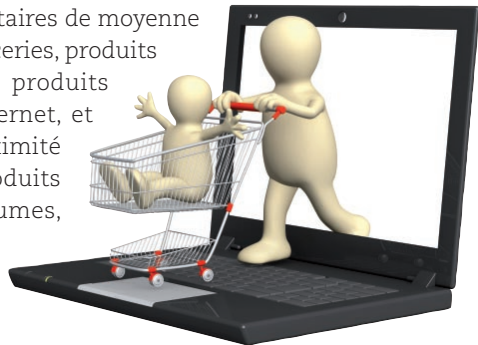


lement, avant et après les semis) ; remplacer les aliments des animaux fabriqués dans des usines à grand renfort d'énergie par les produits de la ferme ; développer l'élevage en plein air (pâturage). Dans la production de fruits et légumes, d'importantes économies ont déjà été réalisées en optimisant le chauffage des serres et les installations frigorifiques utilisées pour conserver les produits et il sera difficile de faire beaucoup mieux à moins d'interdire les cultures sous serre.

On peut imaginer que les généticiens arriveront à créer des variétés de blé et de maïs qui seront capables de fixer l'azote de l'air comme les légumineuses. Il en découlerait une économie d'énergie spectaculaire car il ne serait plus nécessaire d'apporter des engrais azotés à ces cultures. Ce n'est malheureusement qu'un rêve. Les difficultés techniques sont si nombreuses qu'on ne sait pas si un tel objectif pourra un jour être atteint. L'un des obstacles est d'accroître les rendements de la photosynthèse. Autrement, la fixation de l'azote, grande consommatrice d'énergie, se ferait aux dépens de la production des grains.

Dans les industries alimentaires, la consommation d'énergie a baissé ces dernières années, partiellement en raison de la baisse de l'activité économique mais aussi et surtout grâce aux travaux des ingénieurs pour améliorer l'efficacité énergétique des usines. De ce fait, les marges de progrès sont faibles, d'autant que l'énergie n'est pas le poste sur lequel les dirigeants font porter prioritairement leurs efforts de réduction des coûts de production. L'énergie n'entre en effet, en moyenne, que pour 1 à 2 % dans le coût final des aliments et des boissons.

Au stade de la distribution, on peut imaginer, un jour peut-être, des changements dans les pratiques d'achats qui verraient les grandes surfaces concurrencées, voire progressivement remplacées, par des « cybermagasins » où l'achat des produits alimentaires de moyenne et longue conservation (épiceries, produits laitiers, boissons) et des produits ménagers se ferait sur internet, et par des magasins de proximité assurant la vente des produits périssables (fruits et légumes, viandes, pain). Cette révolution aurait un impact non négligeable sur la consommation d'énergie :



économie sur les carburants, les consommateurs n'ayant plus à se déplacer ; économie sur les dépenses énergétiques des grandes surfaces (chauffage, éclairage). L'e-commerce alimentaire commence à voir le jour. Il faudra attendre encore quelques années avant qu'il trouve sa maturité.

Dernier acteur des économies d'énergie, le consommateur lui-même. Ce sera l'objet de la question suivante.

52 Que faire pour diminuer les impacts environnementaux de notre alimentation ?

Pour se nourrir écologiquement, les conseils ne manquent pas : manger « bio », manger des fruits et légumes de saison, diminuer la consommation de viande, bannir les produits du bout du monde, s'approvisionner directement à la ferme, ne rien jeter, militer contre les emballages, boycotter l'huile de palme, bien régler son réfrigérateur, utiliser des autocuiseurs. Et beaucoup d'autres encore. C'est une simple affaire de bon sens. Le top, c'est d'avoir une alimentation équilibrée, bio, végétarienne et locale ! C'est lorsque tous ces éléments sont réunis que l'empreinte écologique est la plus faible. Mais pour ceux qui s'en tiennent à une alimentation plus classique — la très grande majorité des Français — et veulent néanmoins diminuer l'impact de leur alimentation sur l'environnement, il n'est pas facile de mesurer les conséquences de leurs choix et de les hiérarchiser. Voici donc quelques repères.

En termes d'impact environnemental, le transport des marchandises par bateau est beaucoup plus économe en énergie, et donc en émission de gaz à effet de serre, que le transport par camion ou par train, et *a fortiori* par avion. Les écarts ne sont pas faciles à chiffrer car les dépenses énergétiques dépendent des parcours et des taux de remplissage des engins de transport. On estime que le transport par camion (nombre de tonnes/km transporté) est cinquante fois plus dépensier en énergie que le transport par voie maritime avec de très gros navires, que celui par péniche ou par train est intermédiaire (plus proche des camions) et celui par avion beaucoup plus consommateur. Faire traverser l'Atlantique à des céréales n'est pas plus énergivore que de les acheminer par camion de la Beauce au Havre. Ce qui pose un problème, c'est le transport peu vertueux des fruits et légumes par avion cargo. S'il y a des économies à faire, c'est bien en évitant de consommer ces produits. Mais comment savoir qu'ils ont été transportés par

avion ? Et n'est-ce pas porter tort aux paysans du Sud qui vivent de ces exportations que de les boycotter ?

Si on se penche sur les produits d'origine animale, pour limiter le dégagement de gaz à effet de serre, en moyenne et sans préjuger de cas particuliers, mieux vaut boire du lait ou manger du yaourt, des œufs, du poisson, du poulet et du porc que des fromages à pâte cuite comme l'emmental, du mouton et du bœuf. Le veau élevé sous la mère est à bannir : les émissions liées à la production d'un kilo est, respectivement, 12 ou 40 fois plus élevée que celle d'un kilo de porc ou d'un litre de lait. Les produits d'origine végétale (pain, pâte alimentaire, riz, fruits et légumes de saison) présentent tous d'excellents bilans, à l'exception des cultures horticoles et maraîchères sous serres qu'il faut mieux éviter même si ces dernières sont de bons capteurs d'énergie solaire : une tomate d'hiver, sous serre chauffée, réclame dix fois plus d'énergie qu'une tomate d'été.

Pour les aliments composés, les calculs sont plus compliqués. C'est le cas d'un hamburger. Si on tient compte de sa composition (pain, viande hachée, sauce, salade, oignon, concombre et fromage), des énergies dépensées à tous les stades de la production, de la transformation (par exemple, dans le moulin et dans la boulangerie), de la conservation, du transport, de la préparation finale, on trouve que trois ingrédients contribuent significativement au bilan énergétique : la viande hachée en premier pour 55 %, ensuite la salade (si elle est cultivée sous serre) et enfin le pain. Le bilan final n'est pas fameux, ni en calories fossiles, ni en calories alimentaires.



Une fois de retour à la maison, comment conserver les aliments, comment préparer le repas ? Le réfrigérateur est-il bien utilisé ? Faut-il utiliser un four électrique, à gaz ou à micro-ondes ? La plaque à induction est-elle plus économe qu'une plaque électrique traditionnelle ?

Le réfrigérateur et le congélateur consomment le tiers de la consommation d'électricité des ménages, hors chauffage. Il faut donc non seulement choisir des appareils performants (classe A), mais également bien régler les températures et nettoyer les serpentins situés à l'arrière de l'appareil. Si vous voulez absolument un réfrigérateur américain, n'oubliez pas

qu'il peut consommer deux à trois fois plus d'électricité qu'un réfrigérateur classique. Un réfrigérateur réglé trop froid, par exemple à 3 °C au lieu de 4 °C, c'est 5 % d'énergie consommée en plus. Évitez de rentrer des plats encore chauds sous peine d'apporter des calories bien inutiles que l'appareil devra éliminer en consommant des kilowatts : il faut les laisser retrouver la température ambiante dans la cuisine avant de les mettre au froid. Bien sûr, les portes ne doivent rester ouvertes que le temps nécessaire pour prendre ou rentrer les aliments.

Si vos moyens vous le permettent, offrez-vous une plaque à induction, elle consomme 35 % de moins qu'une plaque en fonte ou une plaque vitrocéramique (radiant ou halogène). Les brûleurs à gaz ont des performances légèrement inférieures à celle des plaques à induction. Avant d'acheter un four, il faut également vérifier qu'il est bien de la classe A, mais attention l'étiquette « énergie » ne permet de comparer que les appareils de même catégorie. Un four à gaz est généralement plus

économique qu'un four électrique, mais à la condition de nettoyer régulièrement les brûleurs. Un four à micro-ondes utilise autant d'énergie qu'un four électrique, voire plus : il vaut mieux l'utiliser pour réchauffer que pour cuire.

Il faudra éviter de nettoyer trop souvent son four avec la pyrolyse car cette opération est très énergivore. Il est préférable de surveiller la cuisson à travers la vitre de la porte plutôt que d'ouvrir le four : il faut donc la maintenir très propre.

Pour faire bouillir de l'eau dans une casserole, il faut commencer par mettre un couvercle : on divisera par quatre l'énergie nécessaire. Adapter les casseroles à la taille des plaques chauffantes et des brûleurs est une autre source d'éco-

nomie. Une plaque chauffante peut-être éteinte quelques minutes avant la fin de la cuisson : le plat continuera à cuire. Un aliment décongelé dans le réfrigérateur demande moins d'énergie pour être cuit ou chauffé ; de plus, il apporte des frigories (du froid) à ce dernier. L'utilisation de cuiseur à la vapeur sous pression est à privilégier chaque fois que cela est possible (cuisson des légumes, soupes) : le temps de cuisson est réduit, et en même temps l'énergie consommée.

On le voit, il y a beaucoup de précautions à prendre. Bon courage !



Qui l'eût cru ? Notre bonne vieille cocotte-minute est économe en énergie !

Demain,

comment mangerons-nous ?

La maîtrise du feu, il y a 500 000 ans, marque une rupture dans l'alimentation de nos ancêtres. Pour la première fois, ils cuisent leurs aliments, ce qui change le goût et la digestibilité des produits de la chasse et de la cueillette et améliore leur conservation. C'est à ce moment, nous enseigne Claude Lévi-Strauss, que l'être primitif devient un homme car « c'est en cuisant devant le feu son morceau

de venaison qu'il cesse d'être une bête féroce ». La deuxième rupture se produit il y a à peine 10 000 ans. En Mésopotamie, espérant des lendemains meilleurs, des hommes prennent le risque de semer les graines sauvages qu'ils ont péniblement récoltées. Ils gagnent leur pari, l'agriculture est née. On assiste au cours des millénaires qui suivent à une lente amélioration des techniques culturelles et des méthodes d'élevage : les paysans repèrent les plantes et les animaux les plus productifs, la traction animale se fait plus efficace, le travail de la terre également. Avec Christophe Colomb, au ^{xv}^e siècle, les gènes franchissent la barrière des océans, de nouvelles plantes



originaires des Amériques — maïs, tomates, pommes de terre, haricots — se répandent en Europe. Les découvertes des savants et des ingénieurs du xix^e siècle (Claude Bernard en nutrition, Louis Pasteur en microbiologie, Gregor Mendel en génétique, Justus von Liebig en agronomie, Étienne Lenoir et son moteur à explosion) jettent les germes de la révolution suivante, celle qui verra au xx^e siècle la toute-puissance de l'agriculture intensive (les rendements de la culture du blé sont multipliés par sept), de l'industrie alimentaire (elle est le passage obligé de 70 à 80 % de nos aliments) et de la grande distribution. L'invention du tracteur et des machines agricoles, la fabrication d'engrais et de produits phytosanitaires par l'industrie chimique, la sélection de plantes et d'animaux plus performants, la maîtrise des méthodes de conservation des aliments, l'élévation du niveau de vie et l'urbanisation de la société provoquent et accompagnent ces bouleversements. Au tournant du iii^e millénaire, les critiques de ce modèle de développement se font de plus en plus nombreuses.

Et demain ? On nous annonce qu'au train où va l'emprise de l'industrie chimique sur notre alimentation, après le succès des compléments alimentaires, nos repas se limiteraient à avaler quelques pilules nutritives. Et que dans leurs laboratoires, des chercheurs, faisant appel aux nanotechnologies, imaginent des assemblages moléculaires originaux pour fabriquer de nouveaux aliments. À moins qu'au contraire, sous la

La grande distribution d'aujourd'hui doit beaucoup aux découvertes du xix^e siècle



pression des consommateurs relayés par des associations de plus en plus puissantes, les additifs alimentaires ne soient définitivement interdits. Autre hypothèse, les connaissances les plus récentes sur les interactions qui se produisent entre les aliments que nous mangeons et le fonctionnement de nos gènes, ou sur le rôle des microorganismes présents en très grand nombre dans notre intestin, pourraient révolutionner la diététique et donc, la manière de se nourrir.

Tout cela inquiète, au point de nous demander si les chercheurs et les ingénieurs n'ont pas oublié que la convivialité et les plaisirs de la table forment avec des repas sains et équilibrés les deux piliers de notre alimentation. Notre culture gastronomique ne serait-elle pas en voie de disparition sous les assauts du « modèle » américain ? Dernière préoccupation, et non la moindre, en raison des crises alimentaires et de l'augmentation des prix agricoles, les aliments ne vont-ils pas suivre la tendance haussière du baril de pétrole et se retrouver à des niveaux que ne saurait suivre la stagnation du pouvoir d'achat ?

Reprenons chacune de ces questions.

53 Se nourrira-t-on un jour avec des pilules ?

En 1894, le très éminent membre de l'Académie des sciences Marcellin Berthelot affirmait : « En l'an 2000, il n'y aura plus dans le monde ni agriculture, ni pâtres, ni laboureurs [...] la culture du sol aura été supprimée par la chimie [...] le jour où l'énergie sera obtenue économiquement, on ne tardera guère à fabriquer des aliments de toute pièce, avec le carbone emprunté à l'acide carbonique, avec l'hydrogène pris à l'eau, avec l'azote et l'oxygène tirés de l'atmosphère [...] chacun emportera pour se nourrir sa petite tablette azotée [...] tout cela fabriqué économiquement et en quantités inépuisables par nos usines [...]. » Grâce à la chimie, l'homme vivra dans l'abondance, dans la joie et dans un environnement mieux protégé !

On imagine que c'est inspirée par cette prophétie que l'idée d'une alimentation réduite à quelques pilules a pu germer dans les esprits. Cette idée est la suivante : pour nourrir les hommes, il suffit de satisfaire leur demande biologique en calories, acides aminés (les molécules dont sont faites les protéines), en acides gras (les molécules dont sont faites les huiles et les graisses), de sucres (les molécules dont sont faites l'amidon et autres glucides), vitamines et minéraux. L'industrie chimique sait faire la synthèse de beaucoup de ces

constituants, pas tous mais ce sera sans doute possible demain. Alors pourquoi se compliquer la vie avec des agriculteurs qui polluent notre l'environnement, comme le suggère Marcellin Berthelot. Il suffit de conditionner les nutriments comme le fait si bien l'industrie pharmaceutique avec ses médicaments. Quel gain de temps ! Pas de courses, les pilules sont livrées à domicile par porteur ; pas de cuisine, elles sont prêtes à manger ; pas de vaisselle, seulement des emballages à jeter ; plus de table à dresser, chacun se nourrit quand il en a envie ; plus de pause à midi dans les entreprises et les écoles, c'est quarante minutes de gagner. Avec en bonus : pas d'hormones ni d'antibiotiques dans les aliments d'origine animale, pas de résidus de pesticides, pas de nitrate dans les nappes phréatiques. Rêve ou cauchemar ? Seulement une utopie.

Supposons que chaque pilule pèse 500 mg (une valeur moyenne). Sachant qu'un gramme de lipide, de protéine et de glucide fournissent chacun 9, 4 et 4 kcal et que les diététiciens considèrent que les apports en calories doivent se répartir dans l'alimentation dans le rapport 3/2/1 (glucides/lipides/protéines), on calcule qu'il faut avaler environ 350 pilules par jour pour se nourrir (considérant que les vitamines et les minéraux, présents en très faible quantité, ne modifient pas ce résultat) : 40 au petit déjeuner, 160 à midi, 130 le soir et le reste à grignoter pendant la journée. Amusons-nous à deux autres calculs : cinq secondes pour avaler chaque pilule (joli rythme) dans une gorgée d'eau (15 ml), c'est une demi-heure consacrée chaque jour à cet exercice et cinq litres d'eau bus en fin de journée !

Autres obstacles incontournables : les coûts de production, si tant est que l'industrie soit capable de fabriquer tous les nutriments dans des réacteurs chimiques ou des fermenteurs biologiques. Sur le plan économique, rien ne pourra remplacer l'aptitude des plantes à utiliser l'énergie solaire — via la photosynthèse — pour synthétiser des molécules aussi complexes que celles de nos aliments. Quant à la convivialité, mieux vaut ne pas en parler.

Ces pilules, on commence pourtant à les trouver dans le commerce. Ce sont les compléments alimentaires, des concentrés de nutriments (vitamines, sels minéraux, acides aminés) ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique (antioxydants, extraits de plantes), seuls ou combinés, destinés à compléter le régime alimentaire normal. Ce ne sont

pas des médicaments, et pourtant nous verrons plus loin qu'il est sage de n'en consommer qu'après avoir pris l'avis de son médecin. Ils sont commercialisés sous forme de doses (gélules, comprimés, sachets de poudre). Il y en a pour tous les goûts, mais pas nécessairement pour toutes les bourses. Ce sont des produits coûteux dont la vente génère un chiffre d'affaires de 1,1 milliard d'euros (2009), vendus pour moitié en pharmacie, pour un quart par internet, le reste se partageant entre les magasins de produits diététiques et les grandes surfaces.

Leurs promoteurs ne cherchent pas à remplacer les aliments, mais veulent seulement nous aider à mieux satisfaire nos besoins nutritionnels. Du moins l'affirment-ils ! Sans doute est-ce pour cette raison qu'ils dépensent beaucoup d'argent pour promouvoir des produits qui rapportent gros. C'est un marché en pleine croissance. En France, selon une enquête publiée en 2008, un adulte sur cinq, surtout les femmes, et un enfant sur dix auraient consommé au moins une fois dans l'année un complément alimentaire, principalement en hiver.

Selon l'Afssa, « pour la très grande majorité de la population, une alimentation équilibrée suffit à apporter tous les nutriments nécessaires à la santé ». Les déficits, et *a fortiori* les carences alimentaires sont très rares au sein de la population française. Seules pourraient être concernées des femmes enceintes, des personnes âgées, des populations en grande précarité. Mais gare à l'autocorrection de ses besoins. Les risques de surconsommation de vitamines ou de minéraux ne sont pas nuls. Ainsi que le souligne l'Académie de médecine : « Seules des circonstances exceptionnelles peuvent justifier de faire appel à des compléments alimentaires ». Avant tout, il faut consulter son médecin. Ce n'est malheureusement pas le cas pour la majorité des utilisateurs. Par leurs conseils, les pharmaciens sont souvent des prescripteurs. Les « patients » interrogés disent consommer ces compléments parce qu'ils sont fatigués, ne se sentent pas bien ou veulent lutter contre une maladie. Dans leur esprit, et souvent dans celui des prescripteurs médicaux, la frontière qui sépare les pilules alimentaires et les pilules pharmaceutiques s'estompe.



Les compléments alimentaires sont de plus en plus présents à côté de nos assiettes. On en trouve de toutes formes et de toutes couleurs

Et si les nanotechnologies changeaient la donne ? Ce serait possible à entendre une éminente professeure de l'université de Cornell (États-Unis) : « Les nanomachines vont permettre de fabriquer des quantités illimitées d'aliments en réalisant des synthèses au niveau des atomes ». Regardons cela de plus près.

54 Les nanotechnologies vont-elles modifier notre alimentation ?

Les nanotechnologues cherchent à comprendre, contrôler et modifier l'organisation de la matière à des échelles comprises entre un et cent nanomètres (le nanomètre est la milliardième partie du mètre : l'épaisseur d'une feuille papier est d'environ 100 000 nanomètres). À ce niveau, celui des atomes et des molécules, les lois qui régissent les propriétés physiques et chimiques sont très particulières. Elles relèvent de la physique quantique. Les nanotechnologies ouvrent des champs de recherche qui s'élargissent au fur et à mesure de l'avancée des travaux réalisés dans des laboratoires très spécialisés. Les applications se font de plus en plus nombreuses dans des domaines aussi divers que la conception de matériaux plus résistants, le transport ciblé (vectorisation) des médicaments et la miniaturisation des systèmes de traitements des données. Elles touchent déjà de multiples secteurs de l'industrie : pharmacie, aérospatiale, habitat, défense nationale, informatique. Comme toujours à l'éclosion d'une nouvelle technologie, encore plus aujourd'hui qu'hier, les Français s'inquiètent, surtout si elle touche à leur nourriture. On le voit avec les OGM, les nanotechnologies n'échappent pas à la règle. Les conséquences de leur « banalisation » sur l'environnement et la santé font peur. Quel pourrait être leur impact sur l'agriculture et l'industrie alimentaire ? Les aliments que nous mangeront demain seront-ils des « nanoaliments », que leurs opposants appellent des « aliments atomiquement modifiés » ?

Les nanoaliments sont déjà là, en masse, si on considère que la transgénèse utilisée pour fabriquer les OGM est une nanotechnologie. Les outils qu'elle utilise — des enzymes —, les cibles visées — des séquences d'ADN — sont en effet les uns et les autres des éléments dont l'une des dimensions au moins est d'un ordre de grandeur nanométrique.

Selon un récent rapport du gouvernement américain (2011), qui fait des nanotechnologies un axe prioritaire de recherche et développement, « les recherches à l'échelle du nanomètre

ont déjà montré que les nanotechnologies pourraient révolutionner toute la chaîne de production et de transformation des aliments ». Elles permettraient de mieux gérer l'utilisation des engrais et la santé des animaux, d'améliorer la sécurité sanitaire et la valeur nutritionnelle des aliments, d'optimiser les procédés de fabrication. Révolutionner est sans doute un bien grand mot, bien qu'il soit probable que deux domaines d'application puissent se développer rapidement : la nanoencapsulation de substances actives, comme en pharmacie, et la conception d'emballages intelligents.

La nanoencapsulation consiste à enrober une substance dans une capsule de quelques nanomètres de manière à la protéger des dégradations que pourrait lui faire subir son environnement, ou à l'inverse à protéger son environnement de ses impacts, ou encore à conférer aux suspensions particulières ainsi fabriquées des propriétés que leur deux composantes (substance et capsule) ne possédaient pas avant d'être ainsi réunies. Ces capsules sont formées de matériaux variables avec les applications recherchées : dérivés de l'amidon, couches de lipides, réseaux de protéines.

Dans le domaine de la santé humaine, la principale application, en plein essor, est d'augmenter l'efficacité des médicaments (amélioration de l'activité, réduction de la toxicité, atteinte sélective des cellules malades) et de la thérapie génique. Ces avancées trouveront progressivement leurs applications en médecine vétérinaire.

En agriculture, il existe des pesticides enrobés dans des microcapsules (de la taille du millionième de mètre) afin de diminuer leurs interactions avec le milieu extérieur, ce qui améliore leur conservation et facilite leur manipulation. Avec les herbicides, la microencapsulation permet une libération progressive du principe actif sur la plante. Le passage de la micro à la nanoencapsulation permettrait d'accroître l'efficacité des traitements en facilitant le franchissement des barrières cellulaires. On peut espérer des effets similaires avec les insecticides et d'autres produits antiparasitaires.

Dans l'industrie alimentaire, les premières applications sont la nanoencapsulation de micronutriments. Toujours avec le même objectif de les protéger contre des dégradations (oxydations), mais également en vue d'éviter des colorations ou des goûts indésirables. C'est le cas des aliments enrichis en fer. L'ion métallique génère une coloration brune et une amertume. Une fois nanoencapsulé, il est incolore (sa « solution »

est translucide) et insipide. Son addition ne provoque plus d'effet sur les propriétés gustatives et visuelles de l'aliment. En panification, des boulangers imaginent de nanoencapsuler des acides gras oméga-3 pour améliorer la qualité nutritionnelle de leurs produits sans altérer la saveur et la texture. Pour fabriquer des crèmes glacées moins caloriques, il est possible d'utiliser des nanoémulsions moins riches en matières grasses que les produits conventionnels tout en conservant l'onctuosité plébiscitée par les consommateurs.

Ces aliments seront-ils bien acceptés ? Difficilement sans doute, et c'est pour cela que les industriels les gardent dans leurs laboratoires. Le lait contient des micelles de protéines (les caséines) et des globules gras de taille nanométrique : on avale des milliers de milliards de nanoparticules chaque fois que l'on en boit un verre (les vaches n'ont pas eu besoin des physiciens ni des chimistes pour produire des nanoaliments). Sans conséquence néfaste pour la santé, ni l'industrie fromagère, bien au contraire. Oui, mais les uns seraient artificiels, les autres



Grâce aux nanotechnologies, pourrons-nous un jour manger des crèmes glacées sans grossir ?

naturels ! Toujours le même débat.

Le deuxième domaine concerné par les nanotechnologies est celui des emballages. En plus de faciliter le transport et le stockage, d'assurer la commercialisation de quantités prédéfinies de denrée alimentaire, de permettre l'étiquetage et d'attirer les consommateurs par le choix des formes, des dessins et des couleurs, les emballages servent de barrière passive entre les aliments et leur environnement en les protégeant contre des contaminations chimiques ou biologiques, contre des oxydations (par la lumière et l'oxygène de l'air) et contre l'évolution de leur teneur en eau (dessiccation ou humidification selon les produits). De nouveaux emballages sont apparus à partir des années 1990. Contrairement à ceux de première génération dont on souhaitait qu'ils réagissent le moins possible avec les aliments (on leur demandait une grande inertie chimique), ces nouveaux emballages deviennent fonctionnels en ce sens qu'ils possèdent des substances actives, par exemple antimicrobiennes. Les nanotechnologies ouvrent la voie aux emballages « intelligents », capables de libérer des substances actives

en réagissant automatiquement à l'évolution d'état du milieu ou de l'aliment, et en optimisant ainsi son action protectrice. Encore plus fort, une société australienne a mis au point un nanoemballage qui change de couleur avec l'état de maturation des fruits (ce sont les substances aromatiques libérées au cours du mûrissement qui sont détectées).

Les nanotechnologies vont-elles modifier nos aliments ? Probablement pas ou seulement à la marge dans quelques niches commerciales limitées aux aliments enrichis en micronutriments. Et encore faudra-t-il que les consommateurs ne les rejettent pas et que les industriels osent braver les foudres des contestataires. Vont-elles modifier les conditions de production et de transformation des aliments ? Sans doute plus qu'on ne l'imagine aujourd'hui car il serait bien surprenant que le système alimentaire n'en tire pas bénéfice. Les industries des pesticides et des emballages commencent à y penser sérieusement.

Quant à la gastronomie moléculaire dont l'objet est d'étudier les réactions qui se passent dans les casseroles au niveau moléculaire, ne serait-elle pas de la nanogastronomie ? Nous allons voir que cette qualification serait bien abusive.



Les emballages alimentaires au quotidien : leurs propriétés doivent à la fois préserver les qualités organoleptiques de l'aliment et garantir l'innocuité, l'hygiène et la recyclabilité

55 La gastronomie moléculaire annonce-t-elle une nouvelle manière de manger ?

La « gastronomie moléculaire » est une science émergente. C'est une discipline scientifique qui produit des connaissances, et uniquement des connaissances. Elle n'a rien à vendre, elle ne fabrique rien. Son objet est d'explorer et de comprendre les phénomènes physiques et chimiques qui se déroulent dans les casseroles et les fours au moment de la préparation des aliments. C'est la science des « transformations culinaires ». En tant que telle, elle intéresse moins les consommateurs que les scientifiques, les industriels et les cuisiniers qui veulent comprendre les mécanismes de la formation d'une mayonnaise, d'un soufflet au fromage ou d'un sorbet. La gastronomie moléculaire n'est donc pas une nouvelle manière de faire la cuisine. Par contre, les cuisiniers et les pâtisseries peuvent

concevoir de nouvelles recettes en s'appuyant sur les connaissances que la gastronomie moléculaire met à leur disposition. Laissons donc la gastronomie moléculaire aux scientifiques et à son bel avenir, et posons-nous la seule question qui intéresse nos papilles : la cuisine moléculaire, fille de la gastronomie moléculaire, a-t-elle un avenir ?

Des chefs étoilés qui qualifient quelques-unes de leurs recettes de « cuisine moléculaire » ou de « cuisine d'avant-garde » répondent par l'affirmative à cette question. Ferran Adria du restaurant El Bulli, en Espagne, qui a momentanément fermé son restaurant, a cherché à marier les textures obtenues avec des molécules aux pouvoirs moussant, émulsifiant ou gélifiant très spécifiques avec les saveurs qui font la richesse de la cuisine catalane. Il fut le premier à proposer sur sa carte du « caviar de pomme » à base d'alginate de sodium. En France, le chef Pierre Gagnaire, qui parle de « constructivisme culinaire », collabore étroitement avec Hervé This — un chimiste qui consacre ses travaux à la gastronomie moléculaire — pour imaginer de nouveaux plats. Ils expérimentent ensemble la cuisine « note à note » qui permet d'inventer des mets en mélangeant des composés purs ajoutés individuellement (acide ascorbique, acide citrique, amylose d'amidon, glucose, etc.) avant de structurer le mélange. Avec les mêmes notes, les grands musiciens composent des œuvres originales. De la même manière, les adeptes du « note



Du caviar de menthe !

à note » envisagent des mélanges inédits porteurs de goûts et de textures entièrement nouveaux. Ce qu'ils visent, c'est de tout créer : la consistance, l'odeur, la saveur, le frais, le chaud.

Pour aider les apprentis cuisiniers moléculaires, la cuisine se transforme en un laboratoire de chimie. De nouveaux appareils ménagers sont proposés : des filtres en verre frité pour clarifier les bouillons, des extracteurs et des concentrateurs de substances aromatiques, des bains-marie équipés de thermostats pour cuire à température définie et constante, au degré près. Surfant sur la vague médiatique de la gastronomie moléculaire, des « kits » sont proposés aux amateurs. Qu'y trouve-t-on ? Des additifs conditionnés en doses pré-pesées comme des carraghénanes, du lactate de sodium et de la lécithine, le tout accompagné de seringues, de pipettes, d'éprouvettes, de

tubes plastiques et d'une thermo-sonde. Un mode d'emploi explique comment sphériser (sic), gélifier et émulsionner les aliments. Un mélange d'alginate et de chlorure de calcium va ainsi permettre de réaliser en un instant de « surprenantes perles de caviar » pour agrémenter les apéritifs. Tout un programme qui laisse rêveur, mais ne fait pas rêver. Des livres de recettes permettent de s'initier à cette nouvelle cuisine tout en s'amusant. On y apprend comment la cuisson d'un œuf à 65 °C permet de conserver le jaune crémeux au sein d'un blanc à peine coagulé. Ou comment préparer des « éponges de pistache » avec des cartouches de gaz inerte ! Ou encore des « rubans d'encre de seiche et de réglisse » et des spaghettis « moléculaires » avec de l'agar-agar. Et pourquoi pas des « bulles de réglisse » ou des « nuages olfactifs » en mélangeant l'arôme de son choix (arôme de pain grillé, par exemple) avec de la neige carbonique (de la glace de dioxyde de carbone).

À la maison, avec ses amis, la cuisine moléculaire permet de s'amuser, de se faire plaisir, d'étonner ses invités. Mais guère davantage. Elle n'est pas prête de remplacer les cuisines de nos régions. Ses produits ont peu de chance de faire partie du repas gastronomique à la française reconnu par l'Unesco comme patrimoine de l'humanité. D'autant que l'usage d'additifs alimentaires au-delà du raisonnable (des agents de texture comme les alginates, l'agar-agar et la gomme de guar pour ne citer que les principaux) n'est pas sans poser des problèmes digestifs. Comment être bien sûr que les doses maximales imposées aux industries alimentaires ne sont pas dépassées par des amateurs peu au fait des réglementations ? Quant à utiliser de l'azote liquide pour faire des sorbets, méfiance, ce peut-être très risqué : le froid extrême (- 196 °C) est beaucoup plus dangereux que l'eau bouillante.

Parmi les cuisiniers professionnels, la majorité reste sceptique. Tout en admettant que de nouveaux plats pourraient voir le jour sur la base des principes que nous venons de rappeler. Il est probable que ces créations resteront peu nombreuses, limitées à quelques restaurants spécialisés et chers.

La gastronomie moléculaire n'est rien d'autre que la transposition au niveau de la cuisine et des fourneaux de la science des aliments et du génie des procédés alimentaires, objets d'études sophistiquées dans les laboratoires universitaires auxquels les industriels font appel pour mieux maîtriser la fabrication des aliments dans les usines. Elle n'a rien en commun avec les nanotechnologies.

Que la gastronomie moléculaire ait un avenir, que ce soit comme discipline spécifique ou en se fondant dans la science des aliments dont elle est issue, cela ne fait aucun doute car les hommes ont soif de connaissances. Que la cuisine « moléculaire » en est un, on peut en douter. Elle pourrait rester anecdotique, ce qu'elle est aujourd'hui. La bonne cuisine est un art dont le résultat dépend de la créativité du cuisinier, mais aussi, et peut-être avant tout, de la qualité et donc de l'origine des produits agricoles utilisés. Ce qu'elle restera encore longtemps. Du moins, on peut le souhaiter.

56 Les additifs alimentaires seront-ils interdits ?

Les additifs alimentaires sont des ingrédients utilisés en petite quantité pour faciliter la fabrication des aliments, améliorer leur conservation, éviter leur oxydation et adapter leurs propriétés sensorielles (goût, aspect, texture) à la demande – réelle ou attendue – des consommateurs. Environ 350 additifs classés en 24 catégories selon leurs fonctions techniques sont répertoriés en Europe. Un code composé de la lettre E suivi de 3 chiffres permet de les identifier sur la base de leurs propriétés : antioxydants, gélifiants, édulcorants, etc. Sur un plan réglementaire, les enzymes (indispensables pour fabriquer de nombreuses catégories d'aliments : fromages, pains,

bières) et les arômes ne sont pas des additifs.

Un retour vers le passé nous apprend qu'ils font partie de l'histoire de l'alimentation. Nos ancêtres employaient le sel et le salpêtre (nitrate de sodium) pour conserver les viandes, des épices et autres substances aromatiques pour donner du goût, des colorants pour modifier l'aspect. À l'époque, ces substances étaient isolées de minéraux, de végétaux — par exemple, la chlorophylle — ou d'animaux. C'est toujours le cas pour une partie d'entre elles, mais les molécules de synthèse sont de plus en plus nombreuses.



Leur banalisation inquiète. Et pourtant, les additifs ne sont autorisés par les pouvoirs publics que si leur incorporation ne présente aucun risque pour la santé (un additif qui n'est pas expressément autorisé est interdit : c'est le principe des « listes positives » qui prévaut). Ils doivent également permettre de résoudre des difficultés de fabrication qui ne sauraient être solutionnées sans eux (par exemple, l'addition d'acide ascorbique dans la pâte à pain facilite le travail du boulanger).

La définition donnée par les pouvoirs publics laisse la porte ouverte à des subtilités parfois difficiles à saisir dans la mesure où un pain de mie industriel peut être étiqueté « sans additifs » alors qu'il contient en plus de farine, de levure, de sel et d'eau (comment s'en passer pour faire du pain ?), de la farine de fèves, des matières grasses végétales, des arômes, du vinaigre, du gluten de blé et des extraits d'acérola (une plante riche en vitamine C qui pousse en Amérique du Sud). Mais il est vrai que la lecture des informations portées sur un autre pain de mie « avec additifs » fait apparaître la présence de bien davantage d'ingrédients : propionate de calcium, mono- et diglycérides d'acide gras de palme, stéaroyl-2-lactylate de calcium, gomme xanthane, etc.

Pourquoi donc des formulations aussi complexes ? Les additifs sont-ils si indispensables qu'ils doivent être incorporés dans la quasi-totalité des aliments et des boissons industriels ? On aurait tendance à répondre par l'affirmative quand même les fabricants d'aliments biologiques peuvent y faire appel.

Les professionnels l'affirment : « Les additifs jouent un rôle important dans l'approvisionnement alimentaire : répondre à la demande des consommateurs pour plus de variété, de choix et de facilité d'utilisation des aliments, en même temps qu'à des normes de sécurité et de salubrité plus élevées et des prix accessibles n'est réalisable que par l'utilisation de technologies industrielles modernes, qui suppose l'emploi d'une variété d'additifs alimentaires qui ont apporté la preuve de leur efficacité et de leur sécurité. » Ils n'ont pas tout à fait tort, mais pas non plus tout à fait raison. Ils sont d'ailleurs les premiers à reconnaître que la tartrazine (un colorant jaune), et beaucoup plus rarement le carmin, sont allergéniques et que les sulfites peuvent déclencher des crises d'asthme. Pour y voir plus clair, il faut reprendre une à une les principales fonctions des additifs alimentaires.

Il est au moins une utilité qu'il faut leur reconnaître, celle d'assurer une bonne conservation des aliments. Une fois sortis

des usines, beaucoup d'aliments doivent être protégés contre des altérations par des microorganismes, des oxydations et autres transformations moléculaires qui pourraient les rendre impropres à la consommation et modifier leur texture (brioches moins moelleuses), leur aspect (apparition de moisissures, affadissement des couleurs) et leur goût (rancissement). Pour éviter ces accidents, les industriels ont à leur disposition deux familles d'additifs : des « conservateurs » (soufre, sulfite, propionate de calcium, nitrates, nitrites) qui freinent l'évolution de la flore bactérienne et des moisissures, et des « antioxydants » (tocophérol, acide ascorbique, butylhydroxytoluène) qui s'opposent à l'oxydation de nombreuses molécules, notamment des corps gras. Les conservateurs sont utilisés dans les plats cuisinés, les saucisses de Francfort, les jambons, les fruits séchés ou encore les pains tranchés. Les antioxydants le sont principalement dans les plats cuisinés, de nombreux produits céréaliers, les corps gras et les sauces. Souvent, les industriels ne font que copier des produits naturels : le principe actif du jus de citron dont on sait que quelques gouttes suffisent à prévenir le brunissement des pommes ou des kiwis est l'acide ascorbique, l'un des additifs les plus utilisés.

L'usage d'agents de conservation est nécessaire, même si les industriels tentent de s'en exonérer en modifiant les procédés de fabrication, notamment en « aseptisant » autant qu'il est possible les chaînes de fabrication et de conditionnement. Pourquoi ? Parce que les courses sont faites pour la semaine, dans des grandes surfaces qui s'approvisionnent auprès de fournisseurs dont les usines sont rarement à proximité. La « durée de vie » des produits doit être suffisamment longue pour qu'ils ne soient pas détériorés avant leur consommation et pas question de tout mettre en conserve et de tout stériliser. Il n'y a donc souvent d'autre alternative que l'addition de conservateurs.

L'incorporation de colorants est plus problématique. Elle est justifiée par le souci d'améliorer l'aspect des aliments et de leur redonner les couleurs « naturelles » perdues en cours de traitement ou durant leur conservation. Cette incorporation vise aussi à suggérer des sensations gustatives : des bonbons à la fraise doivent être couleur de fraise, un sirop de citron doit être jaune citron, de même qu'un dentifrice à la chlorophylle devait être vert jusqu'au moment où le dentifrice à la chlorophylle « qui ne tâchait pas » a été fabriqué en supprimant l'apport de colorants ! L'apport de colorants résulte aussi de la volonté des fabricants de conserver le même aspect à des

aliments dont la couleur évolue avec les saisons, comme le beurre, moins jaune en hiver qu'en été parce que les vaches ne se nourrissent pas de la même manière : dans ce cas, le bêta-carotène supprime les saisons. En raison de leur moindre prix, de leur meilleure stabilité et de l'intensité des teintes, les industriels ont délaissé les colorants naturels au profit des colorants de synthèse. Sans mettre en cause leur innocuité, sous réserve des propriétés allergéniques de quelques-uns d'entre eux, on peut s'interroger sur leur utilité. Est-il vraiment nécessaire de « recolorer » les aliments pour les rendre plus attractifs ? Oui, répondent les spécialistes de la consommation, les industriels ne font que se plier à la demande de leurs clients qui ne comprendraient pas que leur sirop à la menthe ne soit pas vert. Comment d'ailleurs faire la différence entre des sirops de fraise, de citron et de menthe s'ils étaient tous incolores, ou presque ? Inversement, il est légitime de se demander s'il ne faudrait pas apprendre aux consommateurs que plus de couleur ne fait pas plus de goût. Il est une autre manière de conserver la coloration initiale des aliments, c'est de protéger leurs pigments contre les oxydations. C'est dans ce but que les acides ascorbique et citrique sont ajoutés aux fruits et aux légumes fraîchement épluchés et découpés. Les antioxydants remplacent alors les colorants.

Les agents de texture (alginate, agar-agar, carraghénane, pectine, lécithine, gélatine, lécithine, mono- et diglycérides) forment une autre famille d'additifs, moins visible, mais tout aussi importante. Il en existe de toutes sortes : des émulsifiants qui homogénéisent un mélange de plusieurs phases et le stabilisent, comme la mayonnaise, des gélifiants très répandus dans les crèmes desserts, des épaississants utilisés pour modifier la consistance des soupes et des sauces. La plupart sont extraits de végétaux ou d'os. Les industriels ne sont pas les seuls à les utiliser. Ils se retrouvent également dans les cuisines. Qui n'a pas ajouté de la pectine pour faire de la confiture ?

Il en est beaucoup d'autres : des édulcorants comme l'aspartame ; le sorbitol ou le tout nouveau stéviolside utilisés dans des boissons ou aliments « basse calorie » ; des exhausteurs de goût comme le glutamate de sodium, des arômes naturels comme la vanille (naturelle) ou de synthèse comme la vanilline, principal composant aromatique de la vanille ; des anti-mousses ; des gaz propulseurs. Des additifs existent pour satisfaire à peu près tous les besoins de l'industrie.



***Stevia rebaudiana*,
plante originaire
d'Amérique centrale
et du Sud à partir
de laquelle on fabrique
le stévioloside. Jeune plante
élevée sous serre
au Danemark**

Il en est un qui inquiète particulièrement les consommateurs, l'aspartame. C'est un édulcorant dont le pouvoir sucrant est 200 fois plus élevé que le sucre de canne ou de betterave (saccharose). On le retrouve dans plus de 5 000 aliments ou boissons, ou dans son café quand on remplace le sucre par une « sucrée ». Un clic sur internet et on tombe rapidement sur des sites qui qualifie cet édulcorant de « tueur silencieux », responsable de spasmes, engourdissements, troubles de la vision et pertes de la mémoire. Ce sont des travaux publiés en Italie en 2005 et 2006 par la Fondation européenne Ramazzini, accusant l'aspartame d'être cancérigène, qui ont semé le doute. Saisies de ce dossier, les Agences françaises et européennes de sécurité sanitaire des aliments ont toutes deux conclu à l'innocuité de cette molécule, rappelant seulement les recommandations émises à la fin des années 1980 : un adulte de 70 kg ne doit pas en consommer plus de 2,8 g par jour, soit l'équivalent en pouvoir sucrant de près de 600 g de sucre. On admettra que la probabilité pour un individu d'en consommer de telles quantités tous les jours de sa vie est nulle. Et on pourra également se demander pourquoi les 200 études qui ont toutes conclu à l'innocuité de l'aspartame, à la condition de ne pas dépasser la dose journalière admissible (DJA), auraient tout faux. À moins de remettre en cause toutes les méthodes de la toxicologie comme certains s'y emploient.

Que se passerait-il si les additifs étaient interdits ? De nombreux aliments disparaîtraient des grandes surfaces et des marchés : la quasi-totalité des desserts laitiers, beaucoup de charcuteries, des pains de mie et bien d'autres produits. Les additifs ont permis de répondre à l'évolution d'une population de plus en plus urbanisée, qui n'a plus accès à une nourriture de proximité et qui passe moins de temps dans sa cuisine. À moins d'une improbable révolution de nos modes de vie, on ne voit pas comment les additifs alimentaires disparaîtraient de nos tables, d'autant que leur interdiction généralisée ne peut se justifier pour des raisons sanitaires.

57

Surveillera-t-on notre


 microbiote ?

Microbiote ? Un mot apparu depuis peu dans le vocabulaire des scientifiques, qui nous sera bientôt familier, pour qualifier « la communauté des microorganismes » (la flore microbienne) qui vit dans notre système digestif, principalement dans le gros intestin et la partie terminale du petit intestin (iléon), en très bon compagnonnage avec chacun d'entre nous.

Cette communauté est très vaste. Elle contient davantage d'individus que notre corps ne compte de cellules, dix à cent fois plus. On en dénombre des milliards dans un gramme de selle, autant que de neurones dans le cerveau ! Elle est aussi très variée : des milliers d'espèces bactériennes différentes. On peut imaginer que cette masse grouillante — elle pèse un kilo — n'est pas sans influence sur notre organisme quand on sait qu'elle est en contact permanent avec nos aliments et avec les 400 m² des parois de notre intestin. Cette communauté, en provenance de notre mère et de notre environnement, s'installe rapidement après notre naissance dans un espace initialement stérile, puis évolue lentement jusqu'à l'âge adulte au gré des événements qui ponctuent notre vie (alimentation, maladie, prise d'antibiotiques), jusqu'à se stabiliser définitivement. Résultat d'une histoire personnelle, elle est propre à chacun d'entre nous : tout individu possède sa signature microbiotique. Cette signature est très « robuste », en ce sens que les modifications résultant d'un événement extérieur sont rapidement corrigées : les flores apportées par des aliments fermentés ou des gélules de levure sont de piètres conquérants.

Au cœur des interactions qui s'établissent entre les hommes et les aliments, le microbiote intestinal humain intervient, de manière directe ou indirecte, sur de multiples facettes de notre activité physiologique : métabolisme des fibres, production de vitamines, stockage des graisses, accessibilité aux micronutriments, élimination des substances étrangères (xénobiotiques), protection contre les microorganismes pathogènes, collecte de l'énergie, obésité, maturation du système immunitaire, stimulation du cerveau (ce n'est pas par hasard que les Anglo-saxons appellent l'intestin « *the little brain* » !). Les chercheurs pensent qu'une meilleure connaissance des relations qui s'établissent entre le microbiote intestinal, les aliments (et leurs produits de dégradation) et les parois intestinales

permettra d'optimiser notre alimentation pour le meilleur bénéfice de notre santé.

Dans l'avenir, on va donc davantage se préoccuper de notre microbiote. En fait, les industriels le font déjà en nous proposant des probiotiques et des prébiotiques. Les probiotiques sont des microorganismes vivants qui exercent un effet positif sur la santé au-delà des effets nutritionnels traditionnels lorsqu'ils sont ingérés en quantité suffisante (nous avons déjà mentionnés qu'on les trouvait dans certains yaourts). Les principaux sont des lactobacilles et des bifidobactéries intro-

duits dans des produits laitiers. Les prébiotiques sont des composés non digestibles qui alimentent la flore intestinale, exerçant un effet bénéfique sur les bonnes

bactéries de notre système digestif et modifiant, au moins temporairement, le microbiote. Ils appartiennent à la famille des polysaccharides (des sucres complexes). Un bon choix des pré- et des probiotiques permettrait de faciliter l'absorption du calcium chez les adolescents, de réduire la diarrhée du nouveau-né, de favoriser le transit intestinal, de prévenir des allergies ou encore de diminuer les risques de

cancer du colon. Mais les preuves manquent et de telles « allégations » ne peuvent être proclamées.

Face à l'immense champ de recherche qui s'ouvre, les prébiotiques et les probiotiques actuellement sur le marché ne représentent sans doute que l'avant-garde de ce que l'industrie alimentaire pourrait nous proposer, sur des bases mieux établies, au cours des vingt ou trente prochaines années. Il faudra auparavant caractériser ce qu'est un bon et un mauvais microbiote, si tant est que cette question ait un sens et puisse avoir une réponse. Ou, au moins, définir le régime alimentaire le mieux adapté à notre « groupe microbiotique ». On peut donc penser qu'une nouvelle donne de notre alimentation sera d'optimiser le fonctionnement du microbiote.

Aliments probiotiques



58 La nutriginétique nous imposera-t-elle un nouveau régime alimentaire ?

Depuis une dizaine d'années, des généticiens et des nutritionnistes se demandent si nos aliments agissent sur le fonctionnement des gènes et si la connaissance de la formule génétique

de notre génome — elle diffère d'un individu à l'autre — pourrait orienter nos choix alimentaires. L'étude de la première question s'appelle la nutriginomique, celle de la seconde la nutriginétique. Plus simplement, ces deux disciplines scientifiques sont parfois regroupées sous le terme de « nutrition moléculaire ».

Vers les années 1850, Claude Bernard avait déjà mis en évidence l'impact de certains aliments sur le fonctionnement de nos organes, sans bien sûr les relier à celui de gènes dont il ignorait l'existence.

Découvrant la fameuse « fonction glycogénique du foie », il devait en effet montrer qu'un excès de glucose dans le sang stimulait le foie pour qu'il stocke ce glucose sous forme de glycogène et qu'à l'inverse le glycogène régénérât le glucose si le taux de ce dernier venait à baisser. On sait aujourd'hui que ce glucose est un régulateur important de l'expression de gènes du métabolisme dans le foie et les tissus adipeux.

Il est démontré qu'il existe des relations étroites entre les nutriments et notre génome. Les molécules qui résultent de la digestion des aliments ne se contentent pas de nourrir nos cellules, et donc nos tissus et nos organes. Elles peuvent également déclencher ou arrêter le fonctionnement de certains gènes. Leur rôle est de ce fait beaucoup plus actif et plus diversifié qu'on le pensait auparavant. Ces effets pourraient être aussi importants, sinon plus, que ceux des hormones. C'est ainsi que les flavonoïdes — des polyphénols présents dans les fruits et légumes — pourraient stimuler l'expression de nos gènes de défense contre le stress et les réactions inflammatoires.

À l'inverse, les hommes ne réagissent pas de manière identique à une même nourriture en raison de différences entre leurs gènes. Autrement dit, nous ne sommes pas tous égaux vis-à-vis de la nourriture. C'est ce qui explique les cas très rares d'obésité familiale massive, une maladie héréditaire due à la présence d'un gène particulier. Ce « génotype d'épargne » ou « génotype de la faim » s'est imposé dans certaines populations selon un processus darwinien. Ayant acquis de manière aléatoire de nouveaux allèles (les variants d'un même gène), elles ont sans doute été soumises à une pression positive de



Claude Bernard
(1813-1878)

sélection lors des famines qui les ont frappées. Facteur favorable à ses débuts, ayant sans doute contribué à leur survie en période de fortes restrictions alimentaires, cet acquis a son inconvénient : les individus porteurs de ce génotype manifestent une forte tendance à l'obésité dans un contexte de suffisance alimentaire. Les indiens Pima, en Arizona, près de la frontière mexicaine, sont possesseurs de ce gène et présentent un taux élevé d'obésité (50 % de la communauté) et de diabète de type 2.

L'intolérance au lactose ou à la phénylalanine (un acide aminé) relève de phénomènes identiques. Pour des raisons similaires, les individus ne sont pas égaux vis-à-vis de leur capacité à stocker du bon et du mauvais cholestérol ou à éliminer les substances toxiques avec des « enzymes de détoxification ». Les chercheurs commencent à comprendre que des modifications génétiques peuvent expliquer les relations entre les difficultés des organismes à s'adapter à leur mode d'alimentation et le développement de pathologies comme l'obésité et le diabète de type 2.

Dans la majorité des cas, il semble que les réactions individuelles à l'alimentation soient sous le contrôle d'un grand nombre de gènes dont l'écheveau commence à peine à être démêlé par les nutriginéticiens. Ainsi que le rappelle la professeure Claudine Junien, experte française en la matière, « des assortiments divers de variants de ces gènes expliquent la variabilité de réponse des individus à différents types de nutriments ». La puissance des outils d'analyse du génome — il contient 30 000 gènes, la plupart existant sous un très grand nombre de formes différentes — laisse espérer une accélération des découvertes dans les prochaines années.

De nouvelles observations compliquent le décryptage de ces phénomènes. Il a été démontré que notre environnement, en particulier les nutriments, module de manière définitive ou transitoire l'expression des gènes sans modifier leur séquence. Ces effets peuvent s'exprimer chez le fœtus dans le corps de sa mère. Une raison de plus pour que les futurs mamans se nourrissent en suivant scrupuleusement les recommandations de leur médecin. La tâche de ces derniers n'est malheureusement pas facile (ont-ils la formation pour le faire ?) car les connaissances sont encore limitées.

Tous ces travaux sont le fait de laboratoires de recherche fondamentale et les conséquences pratiques qu'il sera possible d'en tirer pour améliorer notre régime alimentaire sont très

loin d'être acquises. Il n'en demeure pas moins que lorsque les médecins observent qu'une intolérance au lait chez un individu est provoquée par son incapacité à fabriquer l'enzyme indispensable à la digestion du lactose, ils ne sont pas loin de faire de la nutriginétique.

De là à déclarer que l'analyse de notre génome personnel (la première séquence du génome humain a coûté deux milliards d'euros en 2003, elle ne revient plus qu'à quelques milliers d'euros en 2011) permettra aux « nutriginéticiens » de définir de manière automatisée la diète alimentaire qui nous serait la plus adaptée, il y a un pas — pour ne pas dire un gouffre — qu'on ne saurait franchir. Les recommandations préconisées par des sociétés peu scrupuleuses cherchant à tirer profit d'analyses du génome de leur client commencent malheureusement à fleurir. Il vaut mieux s'abstenir.

Si on se met à rêver, on peut imaginer qu'un jour, sûrement lointain, les découvertes de la nutrition moléculaire aboutiront à une alimentation personnalisée. La carte Vitaliment, se substituant à la carte Vital, posséderait en mémoire, en plus de notre dossier médical, y compris les résultats des analyses de sang, la séquence de notre génome et les caractéristiques de notre microbiote. Sa lecture permettrait d'imprimer le régime alimentaire convenant le mieux à notre profil physiologique, génétique et microbiotique. Pour le plus grand bien de la sécurité sociale. Mais sans doute pas de la convivialité des repas : à chacun son petit plateau comme à l'hôpital. Il est en réalité plus probable que nous pourrions être classés dans un « groupe alimentaire » comme nous appartenons déjà à un groupe sanguin.

59 Les aliments seront-ils de plus en plus chers ?

Il est plusieurs manières de calculer les dépenses alimentaires : en valeur absolue en additionnant les tickets de caisse

ou en valeur relative en les exprimant en pourcentage des dépenses des ménages. Comparer les chiffres n'est pas facile car les dépenses de restauration collective (écoles, entreprises, restaurants) et en boissons alcoolisées (vin, bière) ne sont pas toujours prises en compte et parce que les dépenses des ménages intègrent, ou pas, les dépenses indirectes à la charge



de la collectivité publique (dépense de santé et d'éducation, par exemple). Pour comprendre ces difficultés, il suffit de se reporter aux définitions de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) :

- la dépense *de consommation* des ménages se limite aux dépenses que les ménages supportent directement. Elle comprend la part des dépenses de santé, d'éducation et de logement restant à leur charge après remboursements éventuels. On y inclut aussi les loyers que les ménages propriétaires de leur résidence principale se versent implicitement à eux-mêmes ;
- la dépense *effective* (ou finale) des ménages est la somme de la dépense de consommation des ménages et des consommations individualisables bénéficiant directement aux ménages tout en étant pris en charge par la collectivité.

Selon les paramètres retenus, la proportion des dépenses alimentaires varient du simple au double, entre 10 et 20 %, et encore davantage selon que l'on est aisé ou pauvre. Quels que soient les critères retenus, on observe une tendance très marquée : la part de l'alimentation dans notre budget décroît.

C'est cette « part » qui est prise en compte quand on explique aux Français qu'ils dépensent moins d'argent pour se nourrir qu'il y a dix ou vingt ans.

La consommation alimentaire des ménages

En 2009, la consommation effective des ménages s'est élevée à 1 418 milliards d'euros, dont 76,5 % (1 084 milliards) pour toutes les dépenses de consommation, 9,6 % pour les produits alimentaires, 0,8 % pour les boissons non alcoolisées, 1,1 % pour les boissons alcoolisées et 3,5 % (estimation) pour la restauration. Soit une dépense totale de 213 milliards d'euros pour manger et boire (15 % de la consommation effective et 19,6 % des dépenses de consommation). Si on tient compte des seuls achats de produits alimentaires et de boissons non alcoolisées, ces pourcentages tombent à 10,4 % (2,2 fois moins qu'en 1960, un point de moins qu'il y a dix ans) et à 13,6 %.

Plusieurs raisons expliquent cette décroissance relative : la consommation alimentaire est limitée par le « mur des estomacs » (il existe une limite biologique que nous ne pouvons franchir) ; de nouveaux biens sont apparus sur le marché (appareils électroménagers puis, plus récemment, les ordinateurs et la téléphonie mobile) ; les revenus des ménages ont augmenté.

En fait, ces pourcentages, dont on ne nous dit jamais comment ils ont été calculés, n'intéressent guère les consommateurs. Ce

qui leur importe, ce sont les euros qu'ils sortent de leur portefeuille quand ils font leurs courses, payent la cantine de leurs enfants, déjeunent dans leur entreprise ou vont au restaurant. Ils constatent que se nourrir est de plus en plus cher (en France, ils sont 87 % à s'en plaindre) et ils ont raison. En euros constants (c'est-à-dire en tenant compte de l'inflation), le montant consacré par habitant à la dépense alimentaire à domicile est passé de 1 470 euros en 1960 à 2 640 euros en 2007. Comment expliquer cette flambée des dépenses ?

Il fut un temps, pas si lointain, où les Français vivaient à la campagne et où les industries alimentaires n'existaient pas, ou si peu. Les champs n'étaient pas loin des assiettes, les fermiers vendaient des œufs, des poulets, des lapins et du lait, nos vergers et potagers produisaient fruits et légumes. Il fut un temps pas si lointain où les Français s'approvisionnaient sur les marchés et auprès de petits artisans. Le rythme de la vie préservait du temps pour cuisiner et faire des courses plusieurs fois par semaine, rythme d'achats d'autant plus nécessaire que les glacières et les garde-manger ne valaient pas nos réfrigérateurs actuels. En 2011, avec la migration des ruraux en milieu urbain, le paysage a bien changé, même si des tentatives se multiplient pour rapprocher les paysans des consommateurs. Les lieux de production et de fabrication de nos aliments se sont éloignés de nos assiettes. Le travail de préparation des repas a partiellement migré de la cuisine à l'usine. Cette évolution pèse sur les prix car l'industrie et la distribution, dont le développement a accompagné celui des villes, vendent des « services » de plus en plus coûteux :

- des facilités d'achat (conditionnements adaptés aux besoins, diversités des choix, étiquetage), une meilleure conservation des denrées (lait longue conservation, tranches de jambon conditionnées en asepsie) ;
- une simplification des tâches ménagères (plats cuisinés, produits surgelés, desserts lactés) ;
- des produits plus sûrs (grâce aux conceptions des usines et aux analyses chimiques et microbiologiques qui sont régulièrement effectuées) ;
- parfois des bonus nutritionnels (enrichissement en vitamines ou en minéraux), voire physiologiques (aliments anticholestérol).

Ces services ont un coût supporté *in fine* par les consommateurs, auxquels s'ajoutent les dépenses publicitaires destinées à orienter les décisions d'achat (les seules industries

alimentaires y consacrent près de 2 milliards d'euros) et celles engagées par les entreprises pour mieux respecter l'environnement. Ce sont ces nouvelles fonctionnalités qu'il faut payer : elles comptent pour 65 % — il y a de grands écarts entre les produits — de nos dépenses dans les grandes surfaces, souvent plus dans les magasins de proximité (cela se paye aussi).

Pour 100 euros dépensés, 20 euros couvrent les achats des produits agricoles, 22 les coûts de fabrication, 22 ceux de distribution, 13 les activités tertiaires (transport, publicité), 9 les emballages et 14 les taxes et impôts. Ce ne sont que des valeurs moyennes : la part du prix du blé dans la baguette dépasse à peine 5 %, celle du cochon dans le jambon est proche de 12 %, celle du cochon dans le rôti de porc ou du lait dans le yaourt oscille entre 15 et 20 %, celle du lait de la ferme dans le prix du lait UHT entre 40 et 50 %. Pour les pommes ou les tomates, les prix au détail sont 1,5 à 2 fois plus élevés que les prix producteurs. Plus les produits alimentaires sont élaborés, plus l'écart entre les prix agricoles et les prix de vente est élevé. Le record est probablement battu avec les pots pour bébé où la part des produits agricoles ne dépasse pas quelques unités.

Confirmant les tendances observées entre 1960 et 2000, l'Insee nous apprend que les prix de détail dans les grandes surfaces ont augmenté deux fois plus vite que les prix agricoles, de 2000 à 2010. Si la croissance des prix alimentaires est régulière, environ 20 % sur cette période, celle des produits agricoles est beaucoup plus aléatoire : les prix alimentaires ne collent pas de manière simple aux prix des produits agricoles qui subissent, ainsi que les revenus des agriculteurs, des variations brutales et imprévisibles. Certaines années, les produits transformés jouent pour le consommateur un rôle d'amortisseur de la flambée des prix agricoles ; d'autres années, ils ne prennent pas en compte les baisses observées sur les matières premières. Par contre, les prix des fruits et légumes, des produits périssables dont le circuit entre le producteur et le détaillant est très court, s'ajustent bien aux prix agricoles, ce qui justifie le coût élevé des fruits et légumes biologiques chers à produire. On retiendra pour l'essentiel que les prix agricoles jouent un rôle très variable dans la détermination des prix alimentaires.

Ces mécanismes expliquent qu'entre 1980 et 2008, pendant que la valeur ajoutée de l'agriculture (calculée en euros constants) doublait, passant de 18,7 à 35 milliards, celle des

industries alimentaires triplait, passant de 11,6 à 32,7 milliards. En même temps, la part de l'agriculture dans le produit intérieur brut de la France diminuait de 4,2 à 1,8 % et celle des industries alimentaires de 2,3 à 1,7 %.

Le prix des services rendus par les industriels et les distributeurs est-il abusif ? Pas facile d'y voir clair. Les économistes eux-mêmes ont de la peine à décrypter les mécanismes souvent obscures de la formation des prix des aliments et de la répartition des marges entre les acteurs de la filière. Mais attention à ne pas confondre la marge brute et la marge nette. Pour un distributeur, la première est la différence entre le prix de vente (ou prix de détail) et le prix d'achat. Pour calculer la seconde, il déduit de la marge brute l'ensemble des coûts de production (main-d'œuvre, frais d'exploitation, amortissement des investissements, impôts) : c'est son bénéfice. Pas besoin d'être un spécialiste pour comprendre que la marge brute et la marge nette sont très différentes, même si le calcul de la seconde fait entrer la valeur de la première. Supposons qu'une grande surface achète un produit 9 euros (frais d'achat compris) et qu'elle le revende 13 euros, sa marge brute est de 4 euros. Supposons maintenant que ses coûts de production ramenés à ce produit s'élève à 3 euros, sa marge nette n'est plus que de 1 euro. Il est donc possible qu'une entreprise mal gérée (avec des frais d'exploitation mal maîtrisés et très importants) soit en déficit (marge nette négative), alors que sa marge brute est élevée. Selon les économistes, la marge nette des grandes enseignes de distribution se situe autour de 3 %, ce qu'ils considèrent comme normal. Vus les volumes concernés, cela fait des sommes considérables.

On imagine la difficulté que peuvent rencontrer les consommateurs pour s'y retrouver. Ils comparent souvent les prix payés aux agriculteurs à ceux affichés dans les magasins, et ne comprennent pas l'importance des écarts car ils prennent insuffisamment en compte les dépenses que les industriels et les distributeurs répercutent sur les prix, confondant marges brutes et marges nettes.

Qu'en sera-t-il demain ? Jamais les prix des denrées alimentaires n'ont été aussi élevés dans le monde qu'au début de l'année 2011. Depuis 2008, l'indice des prix calculé par la FAO est passé de 200 à 238 : une augmentation proche de 20 % en deux ans ! La tendance à un déséquilibre persistant entre l'offre (difficile à augmenter) et la demande (en croissance régulière) fait craindre — pour les consommateurs, mais sans

doute pas pour les agriculteurs — une poursuite des hausses, même si les économistes ne sont pas unanimes sur ce diagnostic. Une flambée des prix touchera de plein fouet les pays pauvres où la part des produits agricoles dans leur nourriture est très supérieure aux 20 % que nous avons mentionnés précédemment. En France, un accroissement du prix du blé de 50 % ne devrait provoquer une augmentation du prix du pain que de 2 à 3 centimes. Tout du moins si les intermédiaires ne répercutent pas indûment le prix des matières premières.

Il existe d'autres sources d'inflation du prix des aliments. En premier lieu, l'augmentation du prix de l'énergie dont on a vu que les engrais (en particulier les engrais azotés), les cultures sous serre, les aliments soumis à des traitements par la chaleur (cuisson, stérilisation) et les transports par route et rail étaient gros consommateurs. Le développement de l'agriculture biologique de manière significative, bien au-delà des quelques pourcent que nous connaissons aujourd'hui, pourrait également réserver des mauvaises surprises en matière de prix : sans doute, des effets d'échelle permettraient-ils de réduire les coûts de production et de commercialisation, mais comment espérer effacer la totalité des écarts de prix notés aujourd'hui entre les produits biologiques et les produits conventionnels (de 40 à 60 %) ? Dans un autre registre, l'augmentation programmée par les industries alimentaires de la valeur ajoutée des aliments en promouvant leur impact sur la santé pèsera sur les prix. On peut déjà le constater, un kilo de yaourt « anticholestérol » est vendu deux à trois fois plus cher qu'un yaourt nature traditionnel, le prix d'une margarine enrichie en oméga 3 et en oméga 6 est 50 % plus élevé qu'une margarine ordinaire. Enfin, les contraintes environnementales seront plus coûteuses à gérer. Au total, les indicateurs à moyen et long terme sont au rouge. À moins que les consommateurs ne se remettent à acheter et à vivre comme autrefois. Ce qui n'est guère la tendance actuelle.

Dans ce tableau, il ne faut pas oublier les spéculateurs qui parient sur les récoltes et la faim des hommes. Il faut espérer que les gouvernements seront capables de contrôler leur pouvoir de nuisance.

Les consommateurs sont tiraillés entre des souhaits apparemment contradictoires : se nourrir bien et à moindre prix tout en permettant aux agriculteurs de vivre décemment de leur travail. En même temps, ils portent un regard critique sur l'industrie alimentaire et la grande distribution qu'ils accusent

de s'enrichir indûment sur leur dos et sur celui des agriculteurs. Dans l'avenir, ils doivent s'attendre à prélever une part plus importante de leur revenu pour se nourrir en espérant que leur effort bénéficiera aux agriculteurs qui sont pour leur grande majorité les parents pauvres du système alimentaire (en 2009, le revenu annuel moyen net par actif non salarié a été légèrement inférieur à 15 000 euros, le niveau le plus bas depuis trente ans).

60 La convivialité et les plaisirs de la table vont-ils disparaître ?

Nos repas sont-ils menacés de « fastfoodisation », ce mode de consommation qui permet d'acheter et de manger son repas en moins de quinze minutes ? On pourrait le craindre puisque ces dernières années ont vu le transfert d'une partie de la clientèle des restaurants traditionnels vers la restauration rapide (hamburger, sandwichs, salades, sushis) dont le marché serait passé de 20 à 31 milliards d'euros entre 2004 et 2010 (les 75 millions de touristes qui visitent la France chaque année y ont leur part). Il est néanmoins peu probable que cette tendance aille au-delà du souhait des Français de manger à bon compte en ces périodes de crise économique, surtout à midi.

Nos repas sont-ils menacés par le grignotage, ce mode de consommation apparu dans les années 1960 aux États-Unis et qui repose sur une prise très fréquente de petites quantités d'aliments à toutes les heures de la journée ? On pourrait le craindre si on se limitait à scruter le comportement des jeunes générations qui ne se privent pas de popcorns au cinéma, de produits gras et salés devant un match de foot, ou encore d'un encas après une séance de sport. Mais si le regard englobe tous les Français, le diagnostic est différent : le grignotage a tendance à diminuer. La déstructuration des repas, quoiqu'on en dise, n'est pas une réalité. Toutes les études montrent au contraire que les Français restent très attachés à leurs habitudes alimentaires.

Nos repas sont-ils menacés par un impérialisme sanitaire qui imposerait des aliments aseptisés (pour supprimer tous les risques d'intoxication microbiologique) et des diètes (des repas dont la composition serait normalisée) adaptées à chacun d'entre nous ? Le mieux disant nutritionnel et la « médicalisation » de notre alimentation vont-ils mettre en danger nos

coutumes alimentaires et notre mieux disant culturel ? On pourrait le craindre quand on observe la difficulté des Français à sauvegarder leurs traditions fromagères — les fameux fromages au lait cru dont la richesse sensorielle repose sur une flore bactérienne exceptionnelle — et les yaourts riches de bactéries lactiques toujours vivantes, ou à entendre les recommandations qui nous sont faites de ne plus boire de vin, même un verre par jour.

Il est de fait peu probable que nous assistions à un bouleversement de nos comportements alimentaires au cours des dix ou vingt prochaines années. Interrogées sur ce que « manger » veut dire, les Français sont 97 % à répondre « un bon moment à partager avec d'autres et se faire plaisir ». Pour 7 % seulement, c'est une perte de temps. Des réponses très différentes de celles que l'on imagine de la part de ces Américains du début du xx^e siècle tels que les décrit l'écrivain Paul Morand dans son livre *New York* : « Des milliers d'êtres alignés qui dévorent, chapeau sur la tête, sur un seul rang, comme à l'étable, des nourritures d'ailleurs fraîches et appétissantes, pour des prix inférieurs aux nôtres. » Aux États-Unis, se nourrir est un acte fonctionnel, court mais fréquent, qui n'interrompt pas nécessairement les autres activités : on avale rapidement un sandwich sans s'arrêter de travailler. Le contraire des Français qui associent très majoritairement l'alimentation à la convivialité de la table et considèrent, écoutant Lévi-Strauss, qu'il « ne suffit pas à un aliment d'être bon à manger, encore faut-il qu'il soit bon à penser ».

Le Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie (Credoc) nous donne de précieuses indications. Ses études montrent que « le modèle alimentaire reste une véritable institution malgré les contraintes liées au monde du travail, à la crise du modèle familial traditionnel et à la simplification des repas constatée depuis de nombreuses années ». Contrairement à une idée répandue, la déstructuration des repas, apparue outre-Atlantique au début des années 1960 n'a pas gagné la France. Pour 90 % des Français, la vie quotidienne reste rythmée par les repas du matin, de midi et du soir. Ils mangent rarement seuls : 80 % de leurs repas sont partagés avec au moins une autre personne (famille, amis ou collègues de travail), le dîner est devenu le pivot de la vie familiale. Ces « retrouvailles » se font à heures fixes : entre 12h et 13h30 pour le déjeuner, entre 19h et 20h30 pour le dîner. Ce comportement nous différencie de certains de nos voisins : si 57 % des

Français sont occupés à manger à 12h30, ce n'est le cas que pour 20 % des Allemands et 16 % des Britanniques !

En France, deux fois par semaine, les repas (plus souvent le dîner que le déjeuner) durent au moins une heure, se prennent à plusieurs et sont constitués d'une entrée soignée, d'une viande ou d'un poisson cuisiné et d'un dessert qui sort de l'ordinaire. Ce sont des repas « festifs ». Le « repas gastronomique » est plus élaboré, mais n'est que le prolongement de nos comportements traditionnels. Il vient d'être reconnu par l'Unesco comme un patrimoine de l'humanité : c'est une pratique sociale qui marque les moments importants de la vie.

**Le repas
gastronomique
des Français
reconnu patrimoine
de l'humanité**

Le repas gastronomique des Français est une pratique sociale coutumière destinée à célébrer les moments les plus importants de la vie des individus et des groupes, tels que naissances, mariages, anniversaires, succès et retrouvailles. Il s'agit d'un repas festif dont les convives pratiquent, pour cette occasion, l'art du « bien manger » et du « bien boire ». Le repas gastronomique met l'accent sur le fait d'être bien ensemble, le plaisir du goût, l'harmonie entre l'être humain et les productions de la nature. Parmi ses composantes importantes figurent : le choix attentif des mets parmi un *corpus* de recettes qui ne cesse de s'enrichir ; l'achat de bons produits, de préférence locaux, dont les saveurs s'accordent bien ensemble ; le mariage entre mets et vins ; la décoration de la table ; et une gestuelle spécifique pendant la dégustation (humer et goûter ce qui est servi à table).

Le repas gastronomique doit respecter un schéma bien arrêté : il commence par un apéritif et se termine par un digestif, avec entre les deux au moins quatre plats, à savoir une entrée, du poisson et/ou de la viande avec des légumes, du fromage et un dessert. Des personnes reconnues comme étant des gastronomes, qui possèdent une connaissance approfondie de la tradition et en préservent la mémoire, veillent à la pratique vivante des rites et contribuent ainsi à leur transmission orale et/ou écrite, aux jeunes générations en particulier. Le repas gastronomique resserre le cercle familial et amical et, plus généralement, renforce les liens sociaux.



**Décoration de table
à l'occasion d'un mariage.**

Serait-ce à dire que notre alimentation est figée dans des habitudes ancestrales que rien ne ferait changer ? Sûrement pas. En dix ans, notre consommation de viande, d'œufs, de produits laitiers, de pain, de sucrerie et de pommes de terre a diminué, celle de riz, de crèmes glacées, de fruits, de légumes et de chocolat a augmenté. Nous faisons davantage appel aux plats cuisinés et prêts à servir (salades en sachets, potages). Les desserts lactés se font plus nombreux, les eaux minérales et les jus de fruits également. Les fruits et la cuisine exotiques sont arrivés dans nos assiettes.

Mais ces évolutions ne modifient pas sensiblement la nature de nos repas. Se projetant trente ans plus tôt, chacun peut constater que ce qu'il mange ou boit aujourd'hui n'est guère différent des repas des années 1980 : une soupe, une salade ou des charcuteries comme entrée, une viande ou un poisson, un légume ou un féculent comme plat principal, un fromage, un yaourt ou un fruit pour terminer. Comme boisson : principalement de l'eau, du vin ou de la bière. Et enfin un café. Il n'y a pas de raisons de penser que cela changera.

Il est probable que cohabiteront dans l'avenir une forme d'alimentation rapide plus saine qu'aujourd'hui — où le sandwich à la française (baguette, salade, jambon, blanc de volaille, fromage) et des équivalents associant le chaud et le froid, équilibrés sur le plan nutritionnel, auront supplanté les hamburgers-frites —, une restauration collective respectant scrupuleusement les

Les jeunes
cuisiniers
sont les gardiens
de la tradition
culinaire française



règles de la diététique et proposant une entrée, un plat, un dessert et une boisson, des repas familiaux, toujours majoritaires, peu différents de ceux que nous connaissons. On peut prédire que les grands chefs resteront les garants de nos arts culinaires et que, grâce à eux, les traditions de la cuisine française se maintiendront bien vivantes même dans les restaurants plus modestes, ainsi que dans nos cuisines familiales. Comment mangerons-nous en 2020 ou 2030 ? Très probablement comme aujourd'hui, à condition que les agriculteurs continuent à nous approvisionner avec des produits de qualité. Ce que nous croyons, c'est que le contenu des assiettes et l'ordonnancement des repas n'auront guère changé, que la frontière entre les aliments et les médicaments aura retrouvé une place qu'elle n'aurait jamais dû quitter, que la technologie sera reine dans les champs, les usines, les grandes surfaces et sans doute dans les cuisines. Ce que nous espérons, c'est que plaisirs gourmands et convivialité seront toujours les maîtres-mots de l'art du bien manger à la française.



« Un repas
sans fromage
est une belle à qui
il manque un œil. »
(Jean-Anthelme
Brillat-Savarin,
*La Physiologie
du goût*)

60 clés pour comprendre notre alimentation

Que croire pour bien se nourrir ?

1.	Peut-on boire du lait ?	17
2.	Les produits naturels sont-ils meilleurs pour notre santé ?	21
3.	Faut-il s'abstenir d'ingérer des acides gras <i>trans</i> ?	26
4.	Le régime crétois est-il la panacée ?	28
5.	Les aliments peuvent-ils remplacer des médicaments ?	31
6.	Les végétariens et les végétaliens mettent-ils leur santé en danger ?	38
7.	Y a-t-il encore des vitamines dans les conserves ?	42
8.	Faut-il boire de l'eau minérale ?	45

Que penser des aliments biologiques ?

9.	L'agriculture biologique, c'est quoi ?	53
10.	Quelle est la place de l'agriculture biologique en Europe ?	58
11.	L'agriculture biologique a-t-elle de bons rendements ?	60
12.	L'agriculture biologique prend-elle soin de notre environnement ?	61
13.	Se nourrir avec des aliments biologiques est-il meilleur pour la santé ?	63
14.	Pourquoi les aliments biologiques sont-ils chers ?	66

Nos aliments sont-ils dangereux ?

15.	Comment mesurer l'absence de toxicité d'un aliment ?	71
16.	Comment notre corps se défend-il contre les substances toxiques ?	76
17.	Les aliments sont-ils cancérigènes ?	78
18.	Les fruits et légumes nous protègent-ils contre le cancer ?	82
19.	Quelles sont les conséquences sur notre santé de l'usage des antibiotiques dans les élevages ?	84
20.	Doit-on avoir peur des mycotoxines ?	87
21.	Que sont devenues les vaches folles ?	90

Les microbes font-ils bon ménage avec nos aliments ?

22.	Une bactérie, un virus, c'est quoi ?	93
23.	Faut-il avoir peur des bactéries qui contaminent les aliments ?	95
24.	Les risques sanitaires sont-ils maîtrisés par les industriels ?	99
25.	N'est-il pas dangereux d'utiliser des microorganismes pour fabriquer des aliments ?	103
26.	Comment éviter les toxi-infections ?	107

Faut-il interdire les pesticides et les herbicides ?

27. À quoi servent les produits phytosanitaires ?	112
28. L'usage des pesticides est-il réglementé ?	116
29. Quelle quantité de pesticides consomme-t-on ?	117
30. Les pesticides dégradent-ils notre environnement ?	118
31. Les pesticides tuent-ils nos abeilles ?	121
32. Quel est l'impact des pesticides sur notre santé ?	123
33. Quelles sont les solutions alternatives aux pesticides de synthèse ?	125

Les OGM alimentaires sont-ils un espoir ou une menace pour l'humanité ?

34. Une plante génétiquement modifiée, c'est quoi ?	132
35. Y a-t-il des OGM dans nos assiettes ?	135
36. La consommation d'OGM peut-elle nuire à notre santé ?	136
37. L'environnement est-il menacé par la culture des OGM ?	138
38. Les OGM sont-ils nécessaires pour nourrir la planète ?	141
39. À qui profite la culture des OGM ?	143
40. Pourquoi la culture des OGM est-elle interdite en France ?	146

Les agriculteurs pourront-ils nourrir neuf milliards d'hommes ?

41. Quel est le point de vue de la FAO sur la sécurité alimentaire ?	151
42. L'autosuffisance alimentaire sera-t-elle un jour possible en Afrique ?	153
43. Faut-il réduire notre consommation de viande ?	158
44. Quel est l'avenir de la pisciculture ?	163
45. Les algues sauveront-elles l'humanité de la famine ?	170
46. Les biocarburants font-ils concurrence aux produits alimentaires ?	174
47. Pourquoi 40 % de la production alimentaire mondiale est-elle perdue chaque année ?	179
48. Que faire pour nourrir le monde ?	184

Comment se nourrir « durablement » ?

49. Qu'appelle-t-on « impact environnemental » ?	190
50. Comment l'alimentation contribue-t-elle à l'émission de gaz à effet de serre ?	193
51. Comment nourrir les hommes en économisant l'énergie ?	199
52. Que faire pour diminuer les impacts environnementaux de notre alimentation ?	202

Demain, comment mangerons-nous ?

53. Se nourrira-t-on un jour avec des pilules ?	207
54. Les nanotechnologies vont-elles modifier notre alimentation ?	210
55. La gastronomie moléculaire annonce-t-elle une nouvelle manière de manger ?	213
56. Les additifs alimentaires seront-ils interdits ?	216
57. Surveillera-t-on notre microbiote ?	221
58. La nutriginétique nous imposera-t-elle un nouveau régime alimentaire ?	222
59. Les aliments seront-ils de plus en plus chers ?	225
60. La convivialité et les plaisirs de la table vont-ils disparaître ?	231

Crédits iconographiques

Photo de couverture : © Foodfolio/the food passionates/Corbis.

Table des matières : Planche « Citrouille », *La flore médicale*, décrite par F. P. Chaumeton, Chamberet et Poiret, peinte par E. P. Panckoucke et par P. J. F. Turpin, tome III, Paris, éd. C.L.F. Panckoucke, 1816, photo : Jean Weber/Inra. Hors-d'œuvre : © Bertrand Nicolas/Inra. Séchage de fromages : © Christian Slagmulder/Inra. Poulets : © Gilles Cattiau/Inra.

Avertissement : Planche « Savagnin rose ». *Ampélographie. Traité général de viticulture (tome IV)*, Pierre Viala, 1903. Éditions Masson.

Introduction : Supermarché : © Christophe Maitre/Inra. Chocolat fondu : © Carlos Restrepo – Fotolia.com. Cucurbitacées : © Christophe Maitre/Inra.

Chapitre 1 : plateau traiteur, © uwimages – Fotolia.com. Question 1 : différents types de lait, © Bertrand Nicolas/Inra ; tableau « La soupe au lait », libre de droits. Question 2 : cèpe de Bordeaux, © Jacques Guinberteau/Inra. Question 3 : pains au chocolat, © Thierry Hoarau – Fotolia.com. Question 4 : huile d'olive, © volff – Fotolia.com. Question 5 : fleur de bourrache, © Pascal Cointe – Fotolia.com ; cueillette du thé, © Jonathan Lefebvre – Fotolia.com. Question 7 : conserves de mirabelles, © pgm – Fotolia.com ; Nicolas Appert, gravure sur bois (1841), libre de droits. Question 8 : publicité Vittel, libre de droits ; captage à la source de Volvic, © Mathieu Perona ; buveur d'eau, © Bertrand Nicolas/Inra.

Chapitre 2 : tampon bio, © Beboy – Fotolia.com. Question 9 : cochons bio, © Michel Meuret/Inra ; brebis en AB, © Michel Meuret/Inra. Question 14 : tomates bio, © Catherine Clavery – Fotolia.com.

Chapitre 3 : homme d'affaires tenant une pomme OGM, © Paolo Jorge Cruz – Fotolia.com ; secours du potage, libre de droits. Question 15 : souris de labo, © Marie-Anne Verny/Inra. Question 17 : entrecôtes à la coriandre, © Jérôme Salort – Fotolia.com ; obésité, © bacalao – Fotolia.com. Question 18 : citranges, © Camille Jacquemond/Inra ; panier de tomates, © Jean Weber/Inra. Question 20 : ergot du seigle, © Imre Vegh/Inra ; *aspergillus flavus*, © Souria Tadrist/Inra. Question 21 : Wikipedia ESB, source : http://www.aphis.usda.gov/lpa/issues/bse/bse_photogallery.html, caption at source : APHIS photos by Dr. Art Davis.

Chapitre 4 : bactéries lactiques, © Sebastian Kaulitski – Fotolia.com. Question 22 : bactéries Gram-, © Inserm/Édouard Bingen. Question 23 : *E. coli*, © Inserm/Claude Saint-Ruf. Question 24 : pâtes alimentaires, © Jean Weber/Inra. Question 25 : levures, © Inra ; colonie pénicilline, © Anne-Hélène Cain/Inra ; roquefort, © Bertrand Nicolas/Inra. Question 26 : steak tartare, © illustrez-vous – Fotolia.com ; moules, © Lsantilli – Fotolia.com.

Chapitre 5 : carpopapse adulte et chenille, © Benoît Sauphanor/Inra. Question 27 : liseron, © Thierry Doré/Inra ; chenilles sur chou, © ChristopheB – Fotolia.com ; feuille de vigne malade, © Sophie Trouvelot/Université Bourgogne ; oïdium au microscope, © Philippe Cartolaro/Inra. Question 29 : traitement des vignes, © pf30 – Fotolia.com. Question 30 : avion, © Alexandra Jullien/Inra ; jardinier amateur, © Dmitrijs Dmitrijevs – Fotolia.com. Question 30 : abeilles, © Nicolas Morison/Inra. Question 33 : surdose de pesticides sur tomates, © Dominique Blancard/Inra ; vignes du domaine du Chapitre, © Yvan Bouisson/Inra ; planche « Coquelicot », *La flore médicale*, décrite par F. P. Chaumeton,

Chamberet et Poiret, peinte par E. P. Panckoucke et par P. J. F. Turpin, tome III, Paris, éd. C.L.F. Panckoucke, 1816, photo : Jean Weber/Inra.

Chapitre 6 : pommes-pastèques , © volff – Fotolia.com. Question 34 : Gregor Mendel, libre de droits ; porte-greffe, © Olivier Lemaire/Inra. Question 35 : orange-kiwi, © Beboy – Fotolia.com. Question 36 : dégâts de chenille, © Jean Voegele/Inra. Question 37 : ADN, © Benjamine – Fotolia.com. Question 38 : riz sur sol sec, © Hugo – Fotolia.com. Question 39 : melons, © Inra-Ensat.

Chapitre 7 : travaux des champs en Asie, © Lotharinga – Fotolia.com. Question 42 : champ d'ignames © Marianne Donnat/IRD ; racine de manioc, © Eva Lemonenko – Fotolia.com. Question 43 : étal de boucherie, © Marie-Christine Lhopital/Inra ; séchage de bouses, © Gérard Véclin – Fotolia.com ; tonte de mouton, © Bertrand Nicolas/Inra ; manteau de cuir, © Sergios – Fotolia.com. Question 44 : bassin d'élevage de truites, © Christophe Maitre/Inra ; naissin d'huîtres, © Jean-Marie Bossennec/Inra ; pavé de saumon, © Anne-Hélène Cain/Inra. Question 45 : algues, © Thierry Burdin – Fotolia.com ; sushis, © Mélissa Bradette – Fotolia.com ; pilules vertes, © Nastasia Froloff – Fotolia.com. Question 46 : transformation de maïs en biocarburant, © Jim Barber – Fotolia.com ; canne à sucre, © Unclesam – Fotolia.com. Question 47 : trop de pommes, © Céleste Clochard – Fotolia.com ; carcasses, © Yves Geay/Inra ; poubelle, © delkoo – Fotolia.com. Question 48 : plaines russes, © Zakharov Evgeniy – Fotolia.com ; pivot d'irrigation, © Jean-Marie Bossennec/Inra.

Chapitre 8 : développement durable, © beaba – Fotolia.com. Question 49 : forêt acide, © Gérard Paillard/Inra ; ravine, © P. Chery/Inra. Question 50 : embouteillages, © Ka Yann – Fotolia.com ; viande de veau, © Jean-Marie Bossennec/Inra. Question 51 : laitues sous serre, © Dominique Blancard/Inra ; les courses sur internet, © frenta – Fotolia.com. Question 52 : hamburger, © volff – Fotolia.com ; cocotte-minute, © Patryssia – Fotolia.com.

Chapitre 9 : quels choix pour demain ?, © Ana Blazic Pavlovic – Fotolia.com ; rayon fruits et légumes, © mehmetcanturkei – Fotolia.com. Question 53 : compléments alimentaires, © JPC-PROD – Fotolia.com. Question 54 : crème glacée, © Olga Lyubkin – Fotolia.com ; canette, © Christophe Maitre/Inra. Question 55 : caviar de menthe, © Margouillat photo – Fotolia.com. Question 56 : additifs, © FOOD-micro – Fotolia.com ; stevia *rebaudiana*, © Sten Porse. Question 57 : probiotiques, © Anne-Hélène Cain/Inra. Question 58 : Claude Bernard, libre de droits. Question 59 : pain et billets, © bepsphoto – Fotolia.com. Question 60 : décoration de table, © Alterfalter – Fotolia.com ; jeunes cuisiniers, © olly – Fotolia.com ; plateau de fromages, © Jean Weber/Inra.

Édition et coordination : Valérie Mary

Maquette : Gwendolin Butter

Couverture : Jean-Marc Barros

Mise en page et infographie : Gwendolin Butter

Imprimeur : BETA Barcelone



Nous demandons beaucoup aux aliments : nous nourrir, nous faire plaisir, protéger notre santé, être bon marché, faciles à préparer, à acheter et à conserver. Depuis quelques années, s'alimenter, c'est aussi consommer de manière citoyenne sans mettre en danger les grands équilibres de la planète. Face aux conseils contradictoires exprimés sur internet et dans les médias sur la manière de « bien manger », il n'est pas simple de faire son marché. Les questions se bousculent ! Faut-il plébisciter une alimentation naturelle et condamner les produits industriels ? Pourquoi les agriculteurs vivent-ils si mal de leur travail alors que les aliments sont de plus en plus chers ? Les aliments sont-ils plus dangereux qu'autrefois ? Faut-il interdire les pesticides et les engrais fabriqués par l'industrie chimique ? Est-il bien raisonnable de transformer la « biomasse alimentaire » agricole en biocarburant ?

Face à toutes ces questions, le consommateur citoyen ne sait plus où donner de la tête. Et l'horizon ne s'éclaircit pas davantage quand on se projette à long terme. Pourra-t-on nourrir neuf milliards de Terriens en 2050 ? Les OGM sont-ils un danger ou un espoir pour l'humanité ? Quelle alimentation les chercheurs nous préparent-ils dans leurs laboratoires ? Les grands groupes alimentaires nous feront-ils tout avaler, même des pilules ? Autant d'interrogations, et beaucoup d'autres encore, dont l'auteur livre les clés, avec une argumentation claire et documentée pour mieux comprendre le « système alimentaire », celui qui débute dans les champs et se termine dans notre corps.

L'auteur

Pierre Feillet est directeur de recherche émérite à l'Institut national de la recherche agronomique, membre de l'Académie des technologies et de l'Académie d'agriculture de France. Ses travaux portent sur le système « Alimentation, technologie et société ». En 2007, il a publié aux Éditions Quæ « La nourriture des Français, de la maîtrise du feu aux années 2030 ».

éditions
Quæ

Éditions Cemagref, Cirad, Ifremer, Inra
www.quae.com

22 €

ISBN : 978-2-7592-1666-6



ISSN : en cours
Réf. : 02279