

Les aliments biologiques sont-ils meilleurs pour la santé?

([Original published in English](#))

Carl K. Winter et Sarah F. Davis

Aux États-Unis, l'industrie des aliments biologiques a connu une croissance spectaculaire au cours des vingt dernières années. On estime que les ventes de produits biologiques ont progressé de près de 20 % par année depuis 1990, pour atteindre 13,8 G\$ en 2005. S'il est vrai que, initialement, la production biologique dépendait principalement de petites fermes et de la distribution locale de fruits et de légumes frais, le système de production alimentaire biologique englobe aujourd'hui un ensemble complexe d'entreprises agricoles de toutes les tailles, de réseaux de distribution tant locaux que globaux, de même qu'une grande variété de produits tels que fruits, légumes, viandes, produits laitiers et aliments transformés (Figure 1).

Cette croissance fulgurante peut être attribuée à la confiance accrue des consommateurs à l'égard des aliments biologiques, conjuguée aux inquiétudes soulevées par les risques potentiels pour la santé et l'environnement associés aux méthodes de production alimentaire conventionnelles. Les crises alimentaires récentes, comme celles de la vache folle et de la fièvre aphteuse, ont contribué à ébranler la confiance des consommateurs à l'égard des aliments en général, particulièrement en ce qui a trait aux aliments conventionnels dont la production peut nécessiter l'emploi



NDLR : Le présent résumé sur l'état de la recherche dans le secteur des aliments biologiques a été publié par l'Institute of Food Technologists (IFT). Cet article a d'abord été publié dans le numéro de novembre-décembre 2006 du Journal of Food Science et est repris, après modification, avec l'autorisation de l'IFT.

de pesticides, d'antibiotiques et d'autres produits chimiques (Drezeens et coll., 2005; Siderer et coll., 2005). Les sondages indiquent que bon nombre de consommateurs privilégient les aliments biologiques parce qu'ils estiment que ces derniers présentent des avantages sur le plan de la santé et de la nutrition. Dans le cadre d'un sondage en particulier, les principales raisons évoquées par les consommateurs pour acheter des aliments biologiques sont : l'absence de pesticides (70 %), la fraîcheur (68 %), les avantages pour la santé et la nutrition (67 %) et l'absence d'organismes génétiquement modifiés (55 %) (Whole Food Markets, 2005). Ces consommateurs semblent disposés à payer la prime de 10 à 40 % généralement commandée par les produits biologiques.

Pratiques biologiques

La production biologique peut se définir comme un système de gestion écologique de la production qui favorise et améliore la biodiversité, les cycles biologiques et l'activité biologique des sols. Elle se caractérise par un recours minimal aux intrants extérieurs et par des pratiques de gestion qui restaurent, maintiennent et améliorent l'harmonie écologique. Aux États-Unis, la réglementation exige que les aliments

biologiques soient produits sans le recours aux pesticides de synthèse, aux hormones de croissance, aux antibiotiques, aux techniques modernes de génie génétique (ce qui inclut les cultures génétiquement modifiées), aux engrais de synthèse ni aux boues d'épuration.

L'agriculture biologique a recours à différentes techniques pour améliorer et maintenir la fertilité des sols : la rotation des cultures, les pratiques de labours, les cultures-abris et les produits naturels (comme les engrais, les pesticides et autres produits d'origine naturelle). Le recours aux produits de synthèse est interdit en agriculture biologique, à moins qu'ils ne figurent sur la liste nationale des substances autorisées et interdites (« National List of Allowed and Prohibited Substances »). On peut définir les produits de synthèse comme des substances formulées ou fabriquées au moyen d'un procédé chimique ou d'un autre procédé qui altère la composition chimique d'une substance naturelle d'origine végétale, animale ou minérale. Les producteurs biologiques utilisent des déchets d'origine animale et des rebuts de culture, des substances antiparasitaires d'origine botanique, biologique ou naturelle, ou des

produits de synthèse autorisés qui se décomposent rapidement et facilement sous l'effet de l'oxygène et du soleil. En outre, les agriculteurs biologiques ont recours à des méthodes culturales précises de manière à réduire la pollution de l'air, du sol et de l'eau.

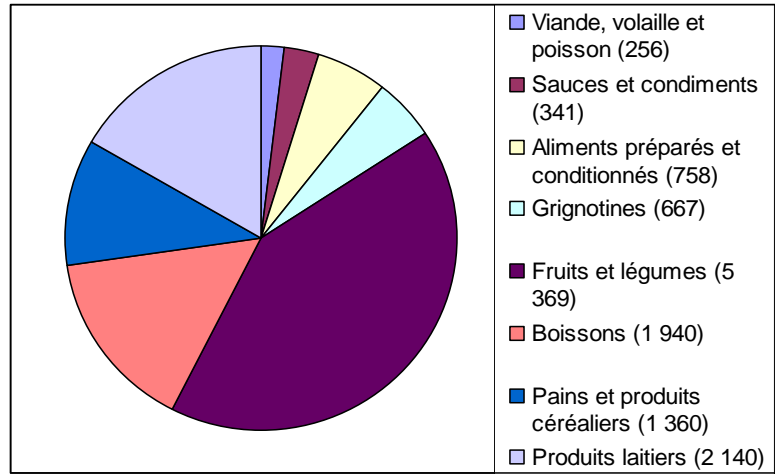
La conversion d'un champ conventionnel à la régie biologique prend plusieurs années puisque la terre ne doit contenir aucune substance interdite depuis au moins trois ans avant de pouvoir récolter une culture biologique.

Les troupeaux d'animaux d'élevage peuvent être convertis à la régie biologique en leur fournissant une alimentation contenant 80 % d'aliments biologiques pendant neuf mois, puis 100 % d'aliments biologiques pendant trois mois. Seuls les produits tirés des animaux nourris avec des aliments 100 % biologiques peuvent être vendus avec l'appellation « biologique ». En revanche, les animaux peuvent recevoir des suppléments de vitamines et de minéraux. Il est également possible d'appliquer des mesures préventives, comme l'administration de vaccins, lorsque cela est absolument nécessaire pour maintenir l'état de santé d'un animal, mais les produits qui sont tirés de ces animaux ne peuvent pas être vendus avec l'appellation « biologique ». Les antibiotiques ne peuvent être administrés à des animaux dont les produits sont destinés au marché biologique.

Réglementation et législation biologiques

Le département de l'agriculture des États-Unis (le « United States Department of Agriculture » ou « USDA ») a présenté un projet de loi portant sur la production d'aliments biologiques (la « Organic Foods Production

Figure 1 : Ventes d'aliments biologiques par catégorie aux Etats-Unis en 2005 en M\$ US (OTA 2006)



Act » ou « OFPA ») dans le cadre de son « Farm Bill » de 1990. Les trois principaux buts de l'OFPA étaient d'établir des normes pour la commercialisation des produits issus de l'agriculture biologique, de fournir aux consommateurs l'assurance que les produits biologiques répondent à une norme uniforme et de faciliter le commerce interétatique.

L'OFPA prévoyait en outre la création d'un conseil national sur les normes biologiques (le « National Organic Standards Board » ou « NOSB ») constitué de 15 personnes dont le mandat est de soumettre des recommandations au programme national pour le secteur biologique (le « National Organic Program ») sur l'opportunité d'autoriser certaines substances pour la production et la manipulation d'aliments biologiques, de participer à l'élaboration de normes sur les substances à l'étude éventuellement autorisées en production biologique et de fournir des conseils au secrétaire de l'Agriculture sur d'autres sujets visés par l'OFPA.

Nommés par le secrétaire de l'Agriculture, les membres du NOSB représentent tous les secteurs de l'industrie des aliments biologiques.

L'OFPA prévoyait également la création d'une liste nationale des substances autorisées et interdites sur laquelle devait figurer les substances et les ingrédients de synthèse autorisés, de même que les substances naturelles interdites pour la production et la manipulation d'aliments biologiques. Aucune substance, qu'elle soit autorisée ou interdite, ne peut figurer sur la liste nationale pour plus de cinq ans, à moins de faire l'objet d'une évaluation aboutissant à une recommandation de renouvellement par le NOSB, renouvellement qui doit ensuite être entériné par le secrétaire de l'Agriculture. Au moment de sa création, le 21 octobre 2002, la liste nationale comportait plus de 170 substances. La disposition de réexamen de la liste nationale prévoit donc une première réévaluation qui doit avoir été complétée au 21 octobre 2007. Cette réévaluation est actuellement en cours.

Abréviations : DJI, dose journalière admissible; CDPR, California Department of Pesticide Regulation; EPA, Environmental Protection Agency; UE, Union européenne; FDA, Food and Drug Administration des États-Unis, LAI, lutte antiparasitaire intégrée; LMR, limite maximale de résidus; ARD, aucun résidu détectable; NOSB, National Organic Standards Board; OFPA, Organic Foods Production Act; PDP, Pesticide Data Program du USDA.

Aux termes de l'OFPA, le USDA est chargé d'établir les normes du programme national pour le secteur biologique. Annoncées vers la fin de 2000 et mises en œuvre en 2002, ces normes stipulent les méthodes, les pratiques et les substances autorisées pour la production, la transformation et la manipulation d'aliments biologiques. Une fois ces normes entrées en vigueur, le secrétaire du USDA, Dan Glickman, a précisé que la certification biologique traduit une philosophie de production et que le label biologique ne sous-entend pas que l'aliment ainsi étiqueté soit plus sain, supérieur ou plus sécuritaire qu'un aliment similaire conventionnel.

Les normes exigent qu'un inspecteur accrédité par le USDA certifie l'ensemble des opérations sous régie biologique. La certification fournit l'assurance, par l'entremise d'une entité autonome, qu'un produit a été cultivé, transformé et distribué de manière à répondre aux normes biologiques officielles. Cette pratique permet également de réduire le nombre de produits arborant abusivement un label biologique. Ainsi, aux États-Unis, les fabricants qui utilisent de manière inappropriée le label biologique sont passibles d'une amende pouvant aller jusqu'à 10 000 \$. Le processus de certification est clairement défini de manière à assurer que, théoriquement, tous les inspecteurs octroient la certification en fonction de normes uniformes.

Tous les aliments qui arborent le label biologique du USDA doivent être issus d'une exploitation agricole ou d'une usine de manipulation certifiée biologique. Les produits arborant la mention « 100 % biologique » ne doivent contenir que des ingrédients issus de l'agriculture biologique, tandis que les produits arborant la mention « biologique » doivent contenir au moins 95 % d'ingrédients issus de

l'agriculture biologique, le 5 % d'ingrédients résiduels doit figurer sur la liste nationale des substances autorisées. Les produits 100 % biologiques et 95 % biologiques peuvent arborer le label biologique du USDA (Figure 2). Les produits qui contiennent au moins 70 % d'ingrédients biologiques peuvent arborer une mention « fait à partir d'ingrédients biologiques » et lister jusqu'à trois de ces ingrédients sur le panneau d'affichage principal. Cependant, ces produits ne peuvent pas arborer le label biologique du USDA. Les produits qui contiennent moins de 70 % d'ingrédients biologiques ne peuvent arborer que la liste des ingrédients biologiques sur le panneau d'information.



Figure 2 : Label biologique du USDA

Le USDA a mis au point un programme d'aide financière, le « National Organic Cost-Share Program » (programme national à frais partagés pour le secteur biologique), destiné aux producteurs biologiques dans 15 états et visant à les appuyer financièrement pour l'obtention de la certification biologique, laquelle est obligatoire pour les producteurs biologiques dont le revenu annuel est supérieur à 5 000 \$. Ce programme, en vigueur depuis 1990, disposait d'une enveloppe de 1 M\$ en 2005 destinée à rembourser les producteurs dans 15 états (Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, Nevada, New Hampshire, New Jersey, New York, Pennsylvanie, Rhode Island, Utah, Vermont, Virginie-Occidentale et Wyoming)

pour les coûts imputables à la certification biologique. Ainsi, les producteurs peuvent se voir rembourser jusqu'à 75 % des coûts liés à la certification, jusqu'à concurrence de 500 \$.

La Commission européenne a récemment adopté une proposition visant l'établissement d'une nouvelle réglementation sur la production biologique. Ces nouveaux règlements entrent en vigueur le 1^{er} janvier 2007 et ont été formulés de manière à être plus faciles à comprendre, tant pour les producteurs que pour les consommateurs, et assez souples pour tenir compte des spécificités des différentes régions de l'Union européenne (l'« UE »). En Europe, les produits biologiques doivent contenir au moins 95 % d'ingrédients biologiques. Les produits biologiques importés doivent être conformes aux normes européennes ou provenir de pays où les garanties sont équivalentes à celle de la certification européenne. Les États-Unis acceptent également des produits provenant de pays où les garanties sont équivalentes, comme c'est le cas de l'Union européenne.

Comparaison entre les aliments biologiques et les aliments conventionnels sur le plan de la qualité et de la sécurité

Pesticides

Dans le cadre d'un sondage récent, 70 % des répondants ont déclaré acheter des aliments biologiques pour éviter les pesticides (Whole Foods Market, 2005). De toute évidence, l'une des principales forces motrices de l'industrie des aliments biologiques est la distinction qui est faite entre les aliments conventionnels et les aliments biologiques en ce qui a trait à l'usage de pesticides et aux résidus perçus comme étant présents dans les aliments. Les produits biologiques peuvent contenir des substances de synthèse à condition que ces dernières figurent sur la liste

nationale. Le recours à ces substances est autorisé seulement dans les cas où ces dernières ne contribuent pas à contaminer les cultures, les sols ou l'eau, et où les autres pratiques de lutte antiparasitaire recommandées s'avèrent insuffisantes pour contrôler ou éliminer les ravageurs. Cette liste comprend plusieurs substances de synthèse autorisées sous régie biologique. Parmi les types de substances dont l'usage est autorisé dans les cultures biologiques, notons les savons herbicides; les désinfectants pour l'eau comme l'hypochlorite de calcium, l'hypochlorite de sodium et le sulfate de cuivre, de même que les insecticides comme l'acide borique, le polysulfure de calcium, le soufre élémentaire, le sulfate de cuivre, les huiles et les phéromones.

Cette liste restreinte de pesticides autorisés, et les restrictions imposées quant à leur utilisation devraient, en principe, se traduire par une réduction des résidus de pesticides présents dans les cultures biologiques comparativement aux cultures conventionnelles. Cela dit, quelques études seulement ont été réalisées sur les différences particulières entre les aliments biologiques et conventionnels en ce qui a trait aux résidus de pesticides. Ce sont Baker et coll. (2002) qui ont mené l'étude la plus exhaustive sur la corrélation entre les résidus de pesticides dans les aliments conventionnels par rapport aux aliments biologiques. Cette étude était fondée sur trois bases de données différentes sur les résidus de pesticides : la base de données du PDP (USDA Pesticide Data Program), la base de données du Marketplace Surveillance Program gérée par le CDPR (California Department of Pesticide Regulation) et celle du programme non gouvernemental d'essais de pesticides géré par l'organisme Consumers Union. Puisque chaque programme diffère considérablement au chapitre de la sensibilité, du cadre

analytique et des techniques de prélèvement des échantillons, la comparaison des résultats de chaque base de données est inappropriée. Cela étant, chaque base de données démontre des corrélations similaires entre les résidus présents dans les aliments conventionnels et les aliments biologiques. Globalement, ces résultats indiquent que l'incidence des résidus de pesticides dans les aliments biologiques est considérablement moins élevée que dans les aliments conventionnels.

La base de données la plus exhaustive est celle du PDP. Elle comprend les résultats d'un échantillonnage réalisé sur 26 893 aliments entre 1994 et 1999 aux fins d'identification des résidus de pesticides. Près de 99 % des produits échantillonnés (soit 26 591) n'arboraient aucune mention de la méthode de production, et 73 % de ces échantillons contenaient des résidus de pesticides en quantités détectables. Un nombre restreint de produits échantillonnés (soit 127) arboraient la mention « production biologique », mais des résidus de pesticides ont néanmoins été détectés dans 23 % de ces échantillons. En outre, 195 échantillons arboraient une allégation selon laquelle ils avaient été produits avec des moyens de lutte antiparasitaire intégrée (LAI) ou ne contenait aucun résidu détectable (ARD). Or, des résidus de pesticides ont été décelés dans 47 % des échantillons arborant la mention LAI ou ARD.

Certains des résidus détectés dans les échantillons provenant de toutes les bases de données étaient des insecticides hydrochlorés rémanents dont l'usage est proscrit depuis plusieurs décennies mais qui demeurent présents en petites quantités dans de nombreux champs agricoles et peuvent se retrouver sous forme de résidus dans les aliments. En faisant abstraction des résidus de ces pesticides proscrits, le pourcentage d'aliments biologiques contenant des

résidus chute de 23 % à 13 %, tandis que ce pourcentage passe de 73 % à 72 % pour les aliments n'arborant aucune allégation commerciale particulière.

Dans le cadre du Marketplace Surveillance Program du CDPR, 66 057 échantillons d'aliments n'arborant aucune allégation quant au mode de production et 1 097 échantillons d'aliments arborant la mention « biologique » ont été analysés entre 1989 et 1998. Des résidus de pesticides ont été décelés dans 30,9 % des échantillons n'arborant aucune allégation commerciale et dans 6,5 % des échantillons de produits biologiques.

L'organisme Consumers Union a quant à lui échantillonné un nombre restreint de pommes, de pêches, de poivrons et de tomates biologiques arborant soit la certification biologique, soit une mention LAI/ARD, soit aucune allégation commerciale. Quelque 79 % des 68 échantillons de la catégorie sans allégation commerciale et 51 % des 45 échantillons de la catégorie certifiée LAI/ARD contenaient des résidus, alors que 27 % des 67 échantillons biologiques contenaient des résidus de pesticides. Dans une perspective internationale, Pussemier et coll. (2006) ont cité des résultats provenant de recherches belges réalisées entre 1995 et 2001 dans le cadre desquelles des résidus de pesticides avaient été détectés dans 49 % des aliments conventionnels échantillonnés et dans 12 % des échantillons d'aliments biologiques.

Le Tableau 1 à la page suivante présente un résumé des résultats des différents programmes de contrôle. Comme les méthodes d'échantillonnage et d'analyse adoptées par chaque programme diffèrent considérablement, la comparaison des pourcentages d'échantillons contenant des résidus est difficile à interpréter. Une comparaison plus probante serait l'évaluation du ratio d'aliments

conventionnels contenant des résidus de pesticides par rapport aux aliments biologiques contenant eux aussi des résidus de pesticides. Selon les données du PDP, les aliments conventionnels contiennent 3,2 fois

plus de résidus de pesticides que les aliments biologiques. Ce ratio est de 4,8 pour les données du CDPR, de 2,9 selon les données de l'organisme Consumers Union et de 4,1 selon les données des recherches belges.

Les résultats de ces quatre programmes de contrôle sont sensiblement équivalents et indiquent de manière probante que les produits conventionnels sont beaucoup plus susceptibles de contenir

Tableau 1 : Résidus de pesticides détectés dans des produits biologiques et conventionnels; résumé de plusieurs programmes de contrôle (Source : Baker et coll., 2002; Pussemier et coll., 2006)

	PDP du USDA	Marketplace Surveillance Program du CDPR	Consumers Union	Belgique
Conventionnel (en %)	73	31	79	49
Biologique (en %)	23	6,5	27	12
Ratio (conventionnel/biologique)	3,2	4,8	2,9	4,1

des résidus de pesticides que les produits biologiques.

Les taux de résidus de pesticides détectés dans les aliments biologique sont par ailleurs inférieurs à ceux contenus dans les aliments conventionnels. Une analyse des données du PDP a démontré que, dans les 22 cas où des échantillons biologiques et conventionnels (c'est-à-dire sans allégation commerciale) du même produit contenait des résidus du même pesticide, le taux de résidus décelés dans l'échantillon biologique était inférieur dans 68 % des cas à celui de l'échantillon conventionnel (Baker et coll., 2002), malgré que ces résultats ne soient pas tout à fait statistiquement significatifs ($p = 0,067$).

La présence moins fréquente et à moindre degré de résidus de pesticides dans les aliments biologiques suggère que ces derniers posent moins de risques que les aliments conventionnels en ce qui a trait aux pesticides. En revanche, il importe de tenir compte des risques, s'il en existe, que posent à l'heure actuelle les résidus de pesticides dans les aliments avant de déterminer les avantages additionnels pour la santé associés à la consommation de produits biologiques.

Traditionnellement, on estimait approximativement les risques potentiels liés à la présence de pesticides dans les aliments à l'aide d'une méthode simpliste en vertu de laquelle on comparait les taux de résidus avec les limites réglementaires prescrites appelées « limites maximales de résidus » (LMR). Les résultats fondés sur cette approche ont toujours été relativement stables. Ainsi, la majorité des échantillons prélevés aux fins de contrôle réglementaire ne contiennent aucun résidu détectable, la vaste majorité des résidus détectés sont très en deçà des limites autorisées, et les cas de résidus présents en quantités supérieures aux limites autorisées sont relativement rares.

En 2003, par exemple, la FDA (Food and Drug Administration) aux États-Unis a analysé 2 344 aliments américains et 4 890 aliments importés aux fins de détection des résidus de pesticides dans le cadre de son programme de contrôle réglementaire (FDA, 2005). Des résidus ont été décelés dans 37,3 % des aliments américains et 28,2 % des aliments importés. Des résidus en quantités supérieures aux limites autorisées ont été détectés dans 2,4 % des aliments américains et 6,1 % des aliments importés échantillonnés. La

majorité des cas d'infraction avaient trait à des résidus présents sur des produits pour lesquels aucune limite réglementaire n'avait été fixée. Seulement 9 (0,38 %) des échantillons de produits américains et 26 (0,53 %) des échantillons de produits importés contenaient des résidus en quantité supérieure à la limite maximale autorisée.

Des résultats similaires ont été répertoriés dans le cadre de programmes de contrôle mis en œuvre dans l'Union européenne, en Norvège, en Islande et au Liechtenstein (Commission européenne, 2003). En 2003, 40 577 échantillons alimentaires ont été analysés dans le cadre des différents programmes de contrôle mis en œuvre dans 17 pays. Globalement, 36 % des échantillons contenaient des résidus, et 4,3 % des échantillons contenaient des résidus en quantité supérieure aux limites autorisées.

Il faut faire preuve de circonspection dans l'extrapolation des résultats provenant des programmes de contrôle nationaux pour déterminer les risques potentiels pour la santé humaine liés à la consommation d'aliments contenant des résidus de pesticides. Bien que cela puisse sembler peu intuitif, les limites

réglementaires (ou limites maximales de résidus) sont des outils destinés à assurer la conformité à la réglementation sur l'usage des pesticides (Winter 1992). Les limites réglementaires représentent les taux maximaux de pesticides que l'on s'attend à voir dans les aliments à la suite de l'usage de pesticides en quantités autorisées et ne constituent pas un indicateur de risques potentiels pour la santé. Bien qu'il soit déjà arrivé qu'un usage illégal de pesticides soit la cause de maladies à la suite de la consommation d'aliments inadéquatement traités (Goldman et coll., 1990; Ferrer et Cabral, 1991), la vaste majorité des cas de résidus en quantités supérieures aux limites autorisées n'ont eu aucune incidence apparente sur la santé (Winter 1992).

Une évaluation réglementaire des risques est réalisée avant l'établissement des taux de pesticides autorisés sur un produit donné. Aux États-Unis, la Environmental Protection Agency (EPA) est chargée d'assurer que l'exposition aux pesticides présente « une certitude raisonnable d'innocuité » pour les consommateurs (Winter 2001). La loi américaine sur la protection de la qualité des aliments (la « Food Quality Protection Act ») exige que l'EPA tienne compte de la plus grande sensibilité et exposition potentielles des nourrissons et des enfants aux pesticides par le biais des résidus de pesticides dans les aliments et l'eau, l'usage résidentiel de pesticides et l'effet cumulatif des différents groupes de pesticides ayant le même mécanisme d'activité toxicologique. De manière générale, les risques qui répondent à la norme de « certitude raisonnable d'innocuité » se rapportent aux cas où le risque de cancer à vie à la suite de l'exposition au pesticide (évalué au moyen d'hypothèses prudentes

de développement d'un cancer) est inférieur à 1 cas de cancer excédentaire pour 1 million de personnes exposées. En ce qui a trait aux effets autres que le cancer, la certitude raisonnable d'innocuité survient lorsque l'exposition, qu'elle soit aiguë (à court terme) ou chronique (à long terme), est inférieure à la dose de référence dans 99,9 % des cas. La dose de référence ne constitue pas un seuil de toxicité, mais une donnée dérivée visant à déterminer l'effet toxicologique le plus sensible observé dans le cadre d'études toxicologiques sur les animaux en établissant la dose la plus élevée qui ne produit pas cet effet et en divisant cette dose par un facteur de 100 ou plus. Si l'EPA estime que les risques posés par un pesticide pour les consommateurs représentent une certitude raisonnable d'innocuité, elle établit des limites maximales correspondant à des taux suffisamment élevés pour faire en sorte que l'usage dudit pesticide, lorsqu'il est conforme aux directives du fabricant, ne produira pas des résidus en quantités supérieures aux limites maximales prescrites (Winter 2001).

La Commission européenne utilise la « dose journalière admissible » (DJA), une donnée similaire à la dose de référence, comme limite inférieure de toxicité. Pour estimer les risques associés à la consommation d'aliments contenant des résidus de pesticides, on peut multiplier les taux de résidus (publiés dans le cadre des études de contrôle) par la consommation estimative. On obtient alors le taux d'exposition quotidien prévu. En comparant les taux d'exposition prévus avec les DJA, il est possible d'évaluer la marge relative d'innocuité entre l'exposition à un pesticide et le risque potentiel pour la santé. Selon les résultats obtenus par la Commission européenne en 2003, l'exposition chronique à des

pesticides précis varie de 0 à 0,2 % de la DJA. La plupart des cas d'exposition aiguë représentant le 97,5^e percentile et plus étaient inférieurs aux doses de référence aiguës prescrites. Cela dit, les expositions aiguës estimatives variaient de 0 à 257 % de la dose de référence aiguë prescrite pour les adultes et de 1 à 1 035 % de la dose de référence aiguë pour les enfants. La Commission européenne (2003) a déclaré, relativement au fait que certaines expositions aiguës étaient supérieures aux doses de référence : « Il importe de souligner que les résultats précités résultent d'une évaluation de la pire éventualité fondée sur les taux de résidus les plus élevés, sur les données de consommation maximales et les coefficients de variabilité les plus élevés. »

L'exposition aux pesticides par voie alimentaire ne se limite pas, de toute évidence, à la consommation de fruits et de légumes frais. Certains facteurs tels que le lavage, l'épluchage, la cuisson, la friture et la transformation peuvent avoir une incidence importante sur la quantité de pesticides présents sur l'aliment au moment de la consommation. Les études des paniers d'épicerie permettent de rendre compte de ces effets post-récolte sur les résidus de pesticides et sont, par conséquent, plus cohérentes que les programmes de contrôle réglementaire pour ce qui est de prévoir l'exposition des consommateurs aux pesticides. Une étude de paniers d'épicerie prévoit l'achat d'une vaste gamme d'aliments dans des commerces de détail, la préparation des produits alimentaires en aliments prêts à manger et l'analyse des résidus présents dans ces aliments prêts à manger. En combinant les résultats sur les résidus et la consommation estimative des différents produits, il est possible de faire une estimation de l'exposition typique

aux résidus de pesticides par voie alimentaire.

Chaque année, la FDA procède à sa propre étude de paniers d'épicerie (« Total Diet Study »), laquelle prévoit l'analyse d'un panier comprenant 285 aliments différents aux fins de détection des résidus de pesticides dans les formes prêtes à manger. S'il est vrai que les résultats de cette étude ont toujours indiqué des taux peu élevés de résidus de pesticides dans les échantillons alimentaires, la FDA a mis un terme à son évaluation de l'exposition par voie alimentaire à des pesticides précis en 1991. Depuis 1991, la FDA compare directement les valeurs les plus élevées obtenues dans le cadre de la Total Diet Study relativement au taux moyen d'ingestion quotidienne de pesticides parmi différents sous-groupes de la population (nourrissons de 6 à 11 mois, jeunes hommes de 14 à 16 ans et femmes de 60 à 65 ans) avec les DJA prescrites par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et l'Organisation mondiale de la santé et ce, pour 38 pesticides (FDA 1992). Les expositions estimatives étaient inférieures à 1 % des DJA pour 34 des pesticides étudiés, les quatre autres substances ont obtenu des taux d'exposition estimative de 1 %, 1,8 %, 2,7 % et 4,8 % des DJA. Il importe de souligner que les DJA représentent généralement une valeur 100 fois plus petite que le taux de pesticides le plus élevé administré quotidiennement à l'espèce animale la plus sensible pendant toute la durée de vie de l'animal sans que ce dernier ait subi d'incidence toxicologique perceptible. Chez l'homme, une exposition normale à 1 % de la DJA représente une exposition 10 000 fois moins grande que les taux ne produisant aucun effet toxique chez les animaux. Ces résultats suggèrent qu'une

exposition normale par voie alimentaire aux résidus de pesticides présents dans les aliments ne pose qu'un risque minime pour l'homme. D'un point de vue pratique, les avantages complémentaires liés à la réduction de l'exposition aux pesticides par voie alimentaire grâce à l'augmentation de la consommation d'aliments biologiques semblent négligeables.

L'exposition professionnelle aux pesticides présente un risque bien plus important pour la santé que l'exposition par voie de consommation. En Californie, on a signalé 828 cas de maladies imputables à l'exposition professionnelle aux pesticides en 2004, y compris 552 cas prouvés ou probables et 276 cas possibles (CDPR, 2005). Des 552 cas prouvés ou probables, 12 personnes ont dû être hospitalisées et 95 personnes ont dû s'absenter de leur travail. Au total, 71 cas étaient des préposés au mélange ou au chargement de pesticides, 196 cas étaient des opérateurs antiparasitaires, 22 cas étaient des mécaniciens et 68 cas étaient des ouvriers agricoles. De ces derniers, c'est-à-dire les ouvriers agricoles, la plus grande partie des cas signalés (24) avaient trait à des personnes qui travaillaient le raisin, y compris 13 cas de lésions cutanées. Un des pesticides à l'origine de nombreux cas d'éruptions cutanées chez les ouvriers agricoles du raisin est le soufre, qui est autorisé sous régie biologique (Winter et Krutz, 1985). Quoi qu'il en soit, il est évident que les cas de maladies et de blessures chez les ouvriers agricoles pourraient être considérablement réduits par l'adoption de la régie biologique plutôt que conventionnelle. La production biologique, qui recours moins aux pesticides, peut également avoir une incidence plus favorable sur l'environnement que la production conventionnelle

qui a davantage recours aux pesticides de synthèse. Des pesticides sont fréquemment détectés dans des échantillons d'air et d'eau et peuvent avoir une incidence sur les organismes non visés comme les oiseaux, les mammifères et les poissons.

Composantes nutritionnelles

Bon nombre de consommateurs ont indiqué qu'ils considèrent que les aliments biologiques sont plus nutritifs que les aliments conventionnels (Whole Foods Market, 2005) et que les méthodes généralement utilisées sous régie conventionnelle pour augmenter le rendement, comme les pesticides et les engrais, peuvent inhiber les capacités naturelles d'une plante à assimiler ou à synthétiser les éléments nutritifs. Certaines preuves indirectes de ce raisonnement ont été apportées récemment par Davis et coll. (2004) qui ont comparé la valeur nutritive de 43 légumes du jardin en 1950 (soit avant l'adoption à grande échelle de bon nombre des méthodes culturales modernes) et en 1999. Des baisses statistiquement fiables ont été observées pour six éléments nutritifs (protéines, calcium, potassium, fer, riboflavine et acide ascorbique); ces baisses variaient de 6 % pour les protéines à 38 % pour la riboflavine. Cependant, Davis et coll. ont attribué ces baisses aux nouvelles variétés utilisées. Ils ont soutenu que les nouvelles variétés sont souvent sélectionnées en fonction de leurs taux de rendement et de croissance et de leur résistance aux ravageurs, plutôt que pour leur contenu en éléments nutritifs. La sélection d'une variété particulière en raison de caractéristiques liées à sa faculté à utiliser les ressources (comme les taux de rendement et de croissance et la résistance aux ravageurs) ou d'autres caractéristiques non liées aux valeurs nutritives, peut faire en sorte que

les variétés sélectionnées sont moins aptes à assimiler les minéraux contenus dans le sol, à les transporter à toutes les parties de la plante ou à synthétiser les éléments nutritifs comme les protéines et les vitamines. Les auteurs n'ont établi aucune corrélation entre la baisse des éléments nutritifs observée entre 1950 et 1999 et l'utilisation de pesticides et d'engrais.

Trois importants exposés de synthèse ont été publiés sur la comparaison de la valeur nutritive des aliments biologiques par rapport aux aliments conventionnels. Woese et coll. (1997) ont présenté une revue exhaustive de quelque 150 études comparatives publiées entre 1926 et 1994 et portant sur la qualité des aliments produits selon différents systèmes de production. Cette revue comprenait des aliments comme des céréales, des fruits, du vin, de la bière, du pain, du lait et d'autres produits laitiers, de la viande et d'autres produits à base de viande, des œufs et du miel. Les auteurs ont conclu qu'aucune différence importante au chapitre de la valeur nutritive n'avait été observée entre les différents systèmes de production dans certains cas, tandis que dans d'autres cas, les résultats contradictoires n'ont pas permis de tirer des conclusions claires quant à l'incidence du mode de production sur la valeur nutritive.

Worthington (2001) a passé en revue 41 études comparatives de cultures produites au moyen d'engrais biologiques ou sous régie biologique et de cultures produites selon des méthodes culturales conventionnelles. Cette revue a rapporté que les cultures biologiques contenaient 27 % plus de vitamine C, 21,1 % plus de fer, 29,3 % plus de magnésium et 13,6 % plus de phosphore que les cultures conventionnelles.

Bourn et Prescott (2002) ont résumé un certain nombre d'études comparatives portant sur l'effet des engrais minéraux et des engrais organiques sur la valeur nutritive des cultures. Ils ont conclu que la méthodologie et les résultats des différentes études étaient trop diversifiés pour permettre de tirer des conclusions claires sur l'effet du type d'engrais sur le contenu en minéraux et en vitamines des plantes. Ils ont également conclu que les auteurs de certaines études ont rapporté des différences statistiques dans leurs résultats alors qu'aucune méthode statistique n'avait été utilisée dans le but d'analyser ces différences.

Au cours des dernières années, plusieurs études contrôlées ont été réalisées afin de comparer les aliments biologiques et conventionnels en ce qui a trait à leur composition nutritionnelle. Certaines études ont conclu que la production biologique permet d'accroître la teneur en éléments nutritifs, particulièrement au chapitre des acides organiques et aux composés polyphénoliques, dont plusieurs produiraient les mêmes bienfaits pour la santé de l'homme que les antioxydants. Cependant, certaines autres études n'ont démontré aucune différence entre les aliments biologiques et les aliments conventionnels pour ce qui est de la teneur en éléments nutritifs.

Il existe deux hypothèses pour expliquer l'augmentation possible de la teneur en acides organiques et en composés polyphénoliques dans les aliments biologiques par rapport aux aliments conventionnels. La première hypothèse est fondée sur l'incidence des différentes pratiques en matière de fertilisation sur le métabolisme des plantes. Sous régie conventionnelle, les engrais de synthèse font en sorte que l'azote est plus

facilement assimilable par les plantes, comparativement aux engrais biologiques, et peuvent, de ce fait, accélérer la croissance et le développement de la plante. Par conséquent, la plante octroie les ressources disponibles à la croissance, ce qui se traduit par une diminution de la production de métabolites secondaires (donc, non essentiels à la survie de la plante) comme les acides organiques, les composés polyphénoliques, la chlorophylle et les acides aminés.

La seconde hypothèse est fondée sur la réaction des plantes aux stress environnementaux comme les attaques des insectes, des mauvaises herbes et des agents pathogènes. D'aucuns soutiennent que les méthodes de production biologiques (qui font un usage limité d'insecticides, d'herbicides et de fongicides destinés à lutter contre les ravageurs) peuvent causer davantage de stress aux plantes et faire en sorte que ces dernières doivent consacrer davantage de ressources à la synthèse de leur propres mécanismes de défense chimique. Ainsi, l'augmentation du taux d'antioxydants tels que les composés polyphénoliques a déjà été attribuée au processus de défense des plantes (Asami et coll., 2003), bien que ces mêmes mécanismes peuvent être le résultat d'une augmentation du taux d'autres métabolites secondaires dont la pertinence est plus du domaine de la toxicologie que de la nutrition.

Bien que ces deux hypothèses constituent une explication de la teneur possiblement plus élevée en éléments nutritifs des aliments biologiques par rapport aux aliments conventionnels, comme il a été démontré dans quelques études, l'incidence, chez l'homme, d'une consommation accrue d'acides organiques et de

composés polyphénoliques demeure inconnue. Des études sur les fraises biologiques et conventionnelles ont démontré que les extraits de fraises biologiques ont une activité antiproliférative sur les cellules cancéreuses du colon et du sein plus intense que les extraits de fraises conventionnelles (Olsson et coll., 2006). S'il est vrai que ces résultats suggèrent l'existence possible d'un mécanisme par lequel les aliments biologiques pourraient réduire les risques de cancer chez l'homme, ils ont néanmoins été obtenus à la suite d'études in vitro et non dans le cadre d'études sur des sujets humains ou des rongeurs. Dans le cadre d'une étude in vitro, aucune différence n'a pu être décelée en ce qui a trait aux taux de vitamine C et de lycopène dans le plasma de sujets humains à qui l'on avait donné des purées de tomates biologiques ou conventionnelles pendant trois mois. Par contre, cette étude a démontré que les tomates biologiques contiennent davantage de vitamine C et que la purée de tomates biologiques contient davantage de vitamine C et de composés polyphénoliques que les tomates et la purée de tomates conventionnelles (Caris-Veyrat et coll., 2004).

Nitrates

Bien que les études comparatives des éléments nutritifs contenus dans les aliments biologiques et les aliments conventionnels donnent des résultats très variables en ce qui a trait aux différences possibles dans la teneur en métabolites secondaires et en minéraux des plantes, il semble que la production biologique soit associée à une diminution du taux de nitrates dans les aliments. Worthington (2001) a présenté un résumé de 18 études comparatives sur les taux de nitrates dans les aliments biologiques et conventionnels et a recensé 127 cas où les taux de

nitrates étaient plus élevés dans les aliments conventionnels, 43 cas où les taux de nitrates étaient plus élevés dans les aliments biologiques, et 6 cas où aucune différence à cet égard n'avait été observée. Le ratio de la présence de nitrates dans les aliments conventionnels par rapport aux aliments biologiques varie de 97 à 819 %. Une revue réalisée par Woese et coll. (1997) a également permis de conclure que « les légumes issus de l'agriculture conventionnelle où fertilisés au moyen d'engrais minéraux contiennent beaucoup plus de nitrates que les légumes issus de l'agriculture biologiques ou fertilisés au moyen d'engrais biologiques ». Des données obtenues sur les aliments vendus en Belgique indiquent une valeur moyenne en nitrates de 1 703 mg/kg dans les aliments biologiques et de 2 637 mg/kg dans les aliments conventionnels (Pussemier et coll., 2006).

Toxines d'origine naturelle

S'il est vrai que l'augmentation apparente du taux de composés polyphénoliques dans les aliments biologiques peut être considérée comme une conséquence favorable du point de vue nutritionnel en raison des avantages présumés liés à la consommation de tels composés, la hausse du taux des autres métabolites secondaires présents dans les plantes peut s'avérer problématique sur le plan de la santé. À ce jour, on a recensé des centaines de métabolites secondaires différents et étudié de manière exhaustive leur occurrence (Beier et Nigg, 1994). Bon nombre des métabolites secondaires des plantes n'ont pas encore fait l'objet d'études afin d'en identifier les effets toxicologiques, bien que l'on considère que plusieurs d'entre eux puissent poser des problèmes pour la santé humaine. Les glycoalcaloïdes, par exemple, sont des toxines

d'origine naturelle produites par des plantes comme la pomme de terre et la tomate et assurent aux plantes une résistance contre les insectes. Une exposition intensive à ces substances peut inhiber la cholinestérase (une enzyme) chez l'humain et d'autres mammifères. Des études ont démontré que le taux de glycoalcaloïdes dans les pommes de terre endommagées ou exposées à la lumière. En outre, un programme de sélection visant à développer une variété de pommes de terre résistantes aux insectes a été abandonné quand on a découvert que ces dernières contenaient des glycoalcaloïdes en quantité susceptible d'entraîner une toxicité aigue chez l'homme.

Le céleri est reconnu pour sa capacité à synthétiser les furanocoumarines à chaîne linéaire à des taux élevés dans des conditions de stress intense comme l'infestation fongique et le brouillard acide. Les furanocoumarines à chaîne linéaire sont quant à elles reconnues pour leur tendance à provoquer une dermatite de contact et sont considérées comme des substances cancérigènes potentielles pour l'homme. Les programmes de sélection visant à conférer au céleri une résistance aux ravageurs ont entraîné une augmentation du taux (jusqu'à 10 et 15 fois le taux initial) de furanocoumarines à chaîne linéaire, ce qui peut causer une photophyodermatite chez les travailleurs d'épicerie.

Les mycotoxines constituent un autre exemple de toxines d'origine naturelle dont les taux peuvent varier avec l'utilisation de pesticides. Le développement de mycotoxines dans les cultures vivrières peut varier à la suite de l'application de fongicides ou d'insecticides visant à prévenir les dommages causés par une infestation d'insectes primaires, ce qui réduit les probabilités de

colonisation fongique secondaire aux tissus végétaux endommagés.

Les aflatoxines sont fréquemment détectées dans plusieurs types d'aliments, y compris le maïs et les arachides, et sont des substances potentiellement mutagènes, cancérigènes ou tératogènes. La fumonisine, par exemple, a déjà été identifiée, dans le cadre d'une étude épidémiologique, comme une mycotoxine susceptible de causer le cancer de l'œsophage chez l'homme. Cette substance a par ailleurs déjà été identifiée comme une cause de cancer et de dommages au foie chez les rats, d'œdème pulmonaire chez les cochons et de leucoencéphalomalacie chez les chevaux. On retrouve fréquemment des contaminations aux mycotoxines de tricothécènes dans les produits céréaliers. Une consommation faible à modérée de ces toxines, particulièrement du déoxynivalénol, peut entraîner des troubles du système immunitaire et une toxicité gastrointestinale chez les animaux. (Pour en savoir davantage sur les mycotoxines, consulter: « Food Mycotoxins: An Update », dans *Journal of Food Science*, juin-juillet 2006.)

Dans un article publié en 1999, Winter présente un résumé de l'incidence des pesticides sur les taux des toxines d'origine naturelle présentes dans les aliments et conclut que très peu d'études ont été réalisées sur les corrélations directes entre l'usage de pesticides et la présence de toxines d'origine naturelle, particulièrement des métabolites secondaires des plantes. Cet article cite des exemples de réduction du taux de mycotoxines dans les aliments et les cultures fongiques traités aux fongicides. De plus, des études réalisées sur les insecticides et les nématicides ont démontré une diminution de la mycoflore sur les tomates, les graines de

tournesol et les fruits en décomposition.

Quelques études ont démontré une augmentation du taux de toxines d'origine naturelle à la suite de l'application de pesticides. Ainsi, le taux de nivalénol, une mycotoxine, a augmenté sur le blé d'hiver traité au moyen de fongicides, bien que l'incidence de la brûlure de l'épi due à *Fusarium* a diminué, ce qui donne à croire que ce champignon réagit au stress en synthétisant davantage de mycotoxines (Gareis et Ceynowa, 1994). L'application d'herbicides sur différents types de plantes a augmenté la production de plusieurs substances défensives par la féverole à gros grains, le haricot Pinto, le pois, le céleri et le coton. Dans ces cas précis, des doses sublétales d'herbicides semblent avoir stimulé la synthèse de certains métabolites secondaires des plantes (Komives et Casida, 1983).

Ces résultats indiquent que le stress subi par les plantes est vraisemblablement lié aux taux de toxines d'origine naturelle dans les aliments et que les pesticides peuvent dans certains cas réduire le niveau de stress subi par les plantes, réduisant de ce fait le taux de toxines d'origine naturelle dans les aliments. Dans d'autres cas, le recours aux pesticides augmente le stress subi par les plantes et, par conséquent, le taux de toxines d'origine naturelle, comme c'est le cas lorsque les plantes reçoivent une dose sublétale d'herbicides. En fait, certaines pratiques biologiques, mécaniques et chimiques sont souvent mises à contribution, tant sous régie biologique que conventionnelle, pour réduire l'intensité des infestations par les ravageurs et du stress subi par les plantes, si bien qu'on ne doit pas nécessairement présumer que les plantes issues de l'agriculture biologique subissent

davantage de stress que celles qui sont issues de l'agriculture conventionnelle. Dans les cas où le taux de toxines d'origine naturelle varie entre une plante biologique et une plante conventionnelle, la pertinence, du point de vue toxicologique, de cet écart demeure à déterminer.

Innocuité microbiologique

L'utilisation de fumier d'étable comme engrais peut présenter certains risques microbiologiques si le fumier utilisé n'a pas été adéquatement composté puisque ce dernier peut contaminer les produits alimentaires. Bien que le fumier d'étable soit utilisé comme engrais tant sous régie biologique que conventionnelle, les agriculteurs biologiques utilisent davantage ce type d'engrais parce qu'ils ne peuvent avoir recours aux engrais de synthèse. En outre, les normes biologiques exigent que le fumier d'étable soit composté conformément à des procédures précises et appliqué au champ plus de 90 jours avant la récolte, alors que de telles exigences sont absentes sous régie conventionnelle.

Ce sont Mukherjee et coll. (2004) qui ont réalisé l'étude comparative la plus exhaustive sur l'innocuité microbiologique des aliments biologiques par rapport aux aliments conventionnels. Dans le cadre de cette étude, 476 échantillons d'aliments biologiques et 129 échantillons d'aliments conventionnels ont été prélevés au Minnesota, puis analysés pour détecter la présence d'*E. coli*, de *Salmonella* et d'*E. coli* 0157:H7. Aucun des échantillons ne portait de trace de l'agent pathogène *E. coli* 0157:H7, et seulement deux échantillons (un échantillon de laitue biologique et un échantillon de poivron vert) étaient porteurs de *Salmonella*. L'*E. coli* générique a été détecté dans 9,7 % des échantillons biologiques et dans 1,6 % des

échantillons conventionnels. Dans le cas des échantillons d'aliments certifiés biologiques, le taux de détection d'*E. coli* générique a reculé à 4,3 %, cette donnée n'étant pas statistiquement différente du taux de détection enregistré pour les échantillons conventionnels. Le taux de détection correspondant d'*E. coli* générique dans les échantillons d'aliments non certifiés biologiques (échantillons prélevés dans des exploitations non certifiées biologiques mais qui soutiennent avoir recours aux pratiques biologiques) s'est établi à 11,4 %. De tous les aliments échantillons, c'est dans la laitue que les taux les plus élevés de contamination au *E. coli* générique ont été détectés. Aucune trace de contamination au *E. coli* générique n'a été détectée dans les 10 échantillons de laitue certifiée biologique. En revanche, la présence d'*E. coli* générique a été détectée dans 12 échantillons de laitue non certifiée biologique (sur les 39 échantillons prélevés, soit 30,8 %) et dans un des six échantillons de laitue conventionnelle prélevés (soit 16,7 %). Les résultats de cette étude indiquent sans équivoque qu'il existe une différence, sur le plan de l'innocuité microbiologique, entre les aliments certifiés biologiques et les aliments non certifiés biologiques, mais ne permettent pas de conclure que les aliments certifiés biologiques présentent un risque accru de contamination microbiologique, comparativement aux aliments conventionnels. Une autre étude semblable, portant sur l'innocuité microbiologique de la laitue Iceberg lorsque cette dernière est fertilisée au moyen d'engrais minéraux, de compost, de fumier solide et de lisier, n'a pas permis de conclure à une différence entre les différents types de fertilisation (Johannessen et coll., 2004).

Les éleveurs biologiques ne sont généralement pas autorisés à avoir recours aux antibiotiques. D'aucuns soutiennent que cette interdiction pourrait, théoriquement, entraîner une augmentation du taux d'agents pathogènes et accroître les risques sur le plan de l'innocuité microbiologique. Dans le cadre d'une étude réalisé au Wisconsin, l'incidence d'isolats de *Campylobacter* ssp. dans des échantillons d'excréments de bovins s'est établie à 26,7 % pour les établissements biologiques et à 29,1 % dans les exploitations conventionnelles (Sato et coll., 2004). Ces résultats ne concordent pas avec les résultats d'une étude danoise dans le cadre de laquelle 100 % des 22 échantillons provenant d'un élevage biologique de volailles à griller se sont avérés positifs pour la présence de *Campylobacter* ssp., contre 36,7 % des 79 échantillons prélevés dans un élevage conventionnel de volailles à griller (Heuer et coll., 2001).

L'interdiction d'utiliser des antibiotiques dans les élevages biologiques semble par ailleurs être responsable de la diminution observée au chapitre de la résistance microbiologique des isolats de bactéries chez les animaux élevés sous régie biologique par rapport aux animaux élevés sous régie conventionnelle. Cette résultante a été démontrée par bon nombre d'études et a fait l'objet d'un résumé succinct publié dans un rapport d'experts de l'IFT (IFT, 2006).

Conclusion

La popularité des aliments biologiques continue d'augmenter de manière fulgurante. En effet, les aliments biologiques comptent aujourd'hui pour plus de 2 % de la totalité des ventes d'aliments. En

2005, les ventes d'aliments biologiques ont dépassé les 13,8 G\$ aux Etats-Unis (Organic Trade Association, 2006). Les consommateurs achètent des aliments biologiques pour diverses raisons, dont les avantages perçus en ce qui a trait à l'environnement, au bien-être des animaux et à la sécurité des ouvriers, de même que la perception selon laquelle les aliments biologiques sont plus sécuritaires et plus nourrissants.

La présente revue se veut une analyse des différences entre les aliments biologiques et les aliments conventionnels sur le plan de l'innocuité et de la valeur nutritive et conclut sans équivoque à l'existence d'importantes différences qualitatives. Les fruits et légumes biologiques contiennent moins de résidus de pesticides et de nitrates que les fruits et légumes conventionnels. Dans certains cas, les aliments biologiques peuvent contenir des taux plus élevés de métabolites secondaires des plantes, ce qui peut être avantageux en ce qui concerne certains antioxydants présumés tels que les composés polyphénoliques, mais peut également présenter un risque potentiel pour la santé en ce qui a trait aux toxines d'origine naturelle. Certaines études suggèrent que les aliments biologiques présentent un risque sanitaire accru sur le plan microbiologique en raison de l'interdiction d'utiliser des antibiotiques. Or, d'autres études n'ont pas conclu à un tel risque. Les isolats de bactéries obtenus à partir d'animaux d'élevage biologique semblent afficher une moins grande résistance aux agents antimicrobiens que ceux des animaux produits sous régie conventionnelle (IFT, 2006).

Bien que plusieurs études aient démontré qu'il existe des différences qualitatives entre les aliments biologiques et les

aliments conventionnels, il serait prématuré de conclure à la supériorité de l'un ou l'autre de ces systèmes de production alimentaire en ce qui a trait à l'innocuité et à la valeur nutritive. Les résidus de pesticides, les toxines d'origine naturelle, les nitrates et les composés polyphénoliques exercent leur influence sur la santé, tant favorable que défavorable, en fonction de la dose ingérée, et il n'existe pas encore de données permettant d'établir avec précision si les différences entre les taux de ces substances dans les aliments biologiques et les aliments conventionnels sont significatives du point de vue biologique.

La présente revue illustre bien qu'il existe des avantages et des inconvénients inhérents aux deux systèmes de production alimentaire. La culture des fruits et légumes biologiques exige beaucoup moins de pesticides que la culture des fruits et légumes conventionnels, ce qui réduit le taux de résidus de pesticides dans les aliments mais peut également stimuler la production de toxines d'origine naturelle lorsque les cultures biologiques sont soumises à un stress accru imputable à une infestation de ravageurs, aux mauvaises herbes ou aux maladies. Puisque les fruits et légumes biologiques ne reçoivent aucun pesticide ni engrais de synthèse, ces plantes disposent de plus d'énergie biochimique pour synthétiser des métabolites secondaires bénéfiques, tels que les antioxydants polyphénoliques, et des toxines d'origine naturelle. Dans certains cas, des produits d'origine animale issus de l'agriculture biologique peuvent contenir un taux plus élevé de contamination bactérienne que les produits d'origine animale issus de l'agriculture conventionnelle parce que le recours aux antibiotiques est généralement prohibé sous régie biologique. L'interdiction

d'utiliser des agents antimicrobiens est en outre responsable de l'incidence moins importante de résistance aux antibiotiques dans les isolats de bactéries prélevés sur des produits d'origine animale biologiques. À cet égard, certaines études ont démontré qu'il existe une corrélation entre le taux d'utilisation d'antibiotiques et la résistance accrue aux antimicrobiens.

Remerciements

L'IFT tient à remercier Charles R. Santerre, Ph. D., professeur de toxicologie alimentaire à la Purdue University et Michael P. Lacy, professeur et chef du Poultry Science Department à la University of Georgia qui ont révisé le texte du présent résumé sur l'état de la recherche.

Références

- Asami, D.K., Y.J. Hong, D.M. Barrett et A.E. Mitchell. 2003, « Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices », *J. Agric. Food Chem.*, N° 51, pp. : 1237 à 1241.
- Baker, B.P., C.M. Benbrook, E. Groth et K.L. Benbrook. 2002, « Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)-grown and organic foods: Insights from three U.S. data sets » *Food Addit. Contam.*, N° 19, pp. : 427 à 446.
- Beier, R.C. et H.N. Nigg. 1994, « Toxicology of naturally occurring chemicals in food », dans : Y.H. Hui, J.R. Gorham, K.D. Murrell et D.O. Cliver (ed.). *Foodborne disease handbook: Diseases caused by hazardous substances*, Marcel Dekker, New York.
- Bourn, D. et J. Prescott. 2002, « A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods », *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, N° 42, pp. : 1 à 34.
- Caris-Veyrat, C., M.J. Amiot, V. Tyssandier, D. Grasselly, M. Buret, M. Mikolajczak et coll. 2004, « Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees; consequences on antioxidant plasma status in humans », *J. Agric. Food Chem.*, N° 52, pp. : 6503 à 6509.
- [CDPR]California Department of Pesticide Regulation. 2005, « Summary of results from the California Pesticide Illness Surveillance Program – 2004 », California Environ. Protection Agency, Dep. of Pesticide Regul., Sacramento, Etats-Unis.
- Davis, D.R., M.D. Epp et H.D. Riordan. 2004, « Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999 », *J. Am. College Nutr.*, N° 23, pp. : 669 à 682.
- Dreezens, E., C. Martijn, P. Tenbult, G. Kok et N. Vries. 2005, « Food and values: An examination of values underlying attitudes toward genetically modified- and organically grown food products », *Appetite*, No 44, pp. : 115 à 122.
- Commission européenne. 2003, Monitoring of pesticide residues in products of plant origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein, Commission des Communautés européennes, Bruxelles, Belgique.
- Ferrer, A. et R. Cabral. 1991, « Toxic epidemics caused by alimentary exposure to pesticides: A review », *Food Addit. Contam.*, No 8, pp. : 755 à 776.
- [FDA] U.S. Food and Drug Administration. 1992, « FDA pesticide program, 1991 », *J. Assoc. Offic. Anal. Chem.*, No 71, pp. : 156A à 174A.
- [FDA] U.S. Food and Drug Administration. 2005, Food and Drug Administration pesticide program residue monitoring 2003, FDA, Washington, Etats-Unis.
- Gareis, M. et J. Ceynowa. 1994, « Influence of the fungicide Matador (tebuconazole/triadimenol) on mycotoxin production by *Fusarium culmorum* » *Lebensmittel-*

- Untersuchung-Forsch.*, N° 198, pp. : 244 à 248.
- Goldman, L.R., D.F. Smith, R.R. Neutra, L.D. Saunders, E.M. Pond, J. Stratton et coll. 1990, « Pesticide food poisoning from contaminated watermelons in California – 1985 », *Arch. Environ. Health*, N° 45, pp. : 229 à 236.
- Heuer, O.E., K. Pedersen, J.S. Andersen et M. Madsen. 2001, « Prevalence and antimicrobial susceptibility of thermophilic *Campylobacter* in organic and conventional broiler flocks », *Lett. Appl. Microbiol.*, N° 33, pp. : 269 à 274.
- [IFT] Institute of Food Technologists. 2006, « Antimicrobial resistance: Implications for the food system. An expert report by the Institute of Food Technologists », *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, Vol. 5(3), pp.: 71 à 137.
- Johannessen, G.S., R.B. Froseth, L. Solemdal, J. Jarp, Y. Wasteson et L.M. Rorvik. 2004, « Influence of bovine manure as fertilizer on the bacteriological quality of organic iceberg lettuce », *J. Appl. Microbiol.*, N° 96, pp. : 787 à 794.
- Komives, T. et J.E. Casida. 1983, « Acifluorfen increases the leaf content of phytoalexins and stress metabolites in several crops », *J. Agric. Food Chem.*, N° 31, pp. : 751 à 755.
- Mukherjee, A., D. Speh, E. Dyck et F. Diez-Gonzalez. 2004, « Preharvest evaluation of coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Escherichia coli* 0157:H7 in organic and conventional produce grown by Minnesota farmers », *J. Food Protection*, N° 67, pp. : 894 à 900.
- Olsson, M.E., C.S. Andersson, S. Oredsson, R.H. Berglund et K.-E. Gustavsson. 2006, « Antioxidant levels and inhibition of cancer cell proliferation in vitro by extracts from organically and conventionally cultivated strawberries », *J. Agric. Food Chem.*, N° 54, pp. : 1248 à 1255.
- Organic Trade Association. 2006, *U.S. organic industry overview. OTA's 2006 Manufacturer Survey*, Organic Trade Association, Greenfield (Mass.), Etats-Unis.
- Pussemier, L., Y. Larondelle, C. Van Peteghem et A. Huyghebaert. 2006, « Chemical safety of conventionally and organically produced foodstuffs: A tentative comparison under Belgian Conditions », *Food Control*, N° 17, pp. : 14 à 21.
- Sato, K., P.C. Bartlett, J.B. Kaneene et F.P. Downes. 2004, « Comparison of prevalence and antimicrobial susceptibilities of *Campylobacter* spp. Isolates from organic and conventional dairy herds in Wisconsin », *Appl. Environ. Microbiol.*, N° 70, pp. : 1442 à 1447.
- Siderer, Y., A. Maquet et E. Anklam. 2005, « Need for research to support consumer confidence in the growing organic food market », *Trends Food Sci. Tech.*, N° 16, pp. : 332 à 343.
- Whole Foods Market. 2006, *2005 Whole Foods Market organic trend tracker*, Whole Foods Market, Austin (Texas), Etats-Unis.
- Winter, C.K. 1992, « Pesticide tolerances and their relevance as safety standards », *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, N° 15, pp. : 137 à 150.
- Winter, C.K. 1999, « Pesticides and human health: The influence of pesticides on levels of naturally-occurring plant and fungal toxins », *Pesticides: Managing risks and minimizing benefits*, pp. : 165 à 173, In N. Ragsdale et J.N. Seiber (ed.), ACS Symp. Ser. 734. Am. Chem. Soc., Washington, Etats-Unis.
- Winter, C.K. 2001, « Contaminant regulation and management in the United States: The case of pesticides », pp. : 295 à 313, In D.H. Watson (ed.) *Food chemical safety: volume 1: contaminants*. Woodhead Publ. and CRC Press, Cambridge, Angleterre.
- Winter, C.K. et P.H. Kurtz. 1985, « Factors influencing grape worker susceptibility to skin rashes », *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, N° 35, pp. : 418 à 426.
- Woese, K., D. Lange, C. Boess et K.W. Bogl. 1997, « A comparison of organically and conventionally grown foods— results of a review of the relevant literature », *J. Sci. Food Agric.*, N° 74, pp. : 281 à 293.
- Worthington, V. 2001, « Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains », *J. Alternative Compl. Med.*, N° 7, 161 à 173.