



The Organic Center www.organic-center.org

Rapport sur l'état des connaissances scientifiques :
Le goût des aliments biologiques



*Les fruits et légumes biologiques ont-ils meilleur goût
que les fruits et légumes conventionnels?*

Richard C. Theuer
Septembre 2006

I. AVANT-PROPOS



Le présent Rapport sur l'état des connaissances scientifiques a pour but de répondre à la question suivante : « Les fruits et légumes biologiques ont-ils meilleur goût que les fruits et légumes conventionnels? » Plusieurs facteurs justifient la pertinence de cette question.

D'abord, 43 % des consommateurs d'aliments biologiques mentionnent le « meilleur goût » comme une des principales raisons d'acheter des fruits et légumes biologiques (sondage MORI 2001, cité par Heaton (Heaton, 2001)). Cela dit, il importe de déterminer si l'« effet de halo¹ » provoqué par l'étiquette biologique constitue la seule explication de cette conviction qu'a le consommateur quant au « meilleur goût » ou, sinon, quels sont les éléments qui entrent en ligne de compte dans l'affirmation populaire voulant que les produits biologiques goûtent meilleur.

Ensuite, les fruits et légumes biologiques affichent un taux plus élevé de certains composés phénoliques (Benbrook, 2005). Les plantes produisent des composés phénoliques pour différentes raisons. L'une des plus importantes consiste à rendre les tissus végétaux moins attractifs pour les herbivores, les insectes et les autres prédateurs. Certains composés phénoliques ont réellement mauvais goût (Drewnowski et Gomez-Carneros, 2000; Lesschaeve et Noble, 2005). Ainsi, l'amertume et l'astringence du thé, du cidre, du vin rouge et du chocolat proviennent des flavonoïdes phénoliques, dont les flavanols et les flavonols (Lesschaeve et Noble, 2005). Ces composés phénoliques, comme ceux contenus dans les raisins rouges, confèrent une saveur unique à certains fruits. Il est donc important de déterminer si le taux élevé en composés phénoliques influence le goût des fruits et légumes biologiques comparativement à celui des fruits et légumes conventionnels.

ORGANOLEPTIQUE

Qu'est-ce que la « qualité organoleptique »?

Selon le dictionnaire, le terme organoleptique signifie « qui affecte les organes des sens ». Les qualités organoleptiques comprennent les propriétés sensorielles typiques d'un aliment : son goût, son apparence, sa couleur, son arôme, sa taille, sa fermeté et même le son qu'il produit lorsqu'il est croqué, par exemple, le « crac » que produit une pomme bien ferme. Mais l'évaluation des qualités organoleptiques tient aussi compte des sensations en bouche que provoque un aliment et toute autre sensation reliée à la consommation de cet aliment.



Dans le présent document, l'expression « qualités organoleptiques » est abondamment employée pour exprimer également les « aptitudes à l'entreposage ». En effet, plusieurs fruits et légumes sont entreposés pour des périodes plus ou moins longues de manière à maintenir un approvisionnement hors saison pour le marché de détail. De toute évidence, les produits supportant bien l'entreposage seront plus attrayants pour les consommateurs que les fruits blessés, blets ou moins goûteux. Les pratiques culturelles biologiques peuvent influencer les aptitudes à l'entreposage et modifier les qualités organoleptiques des produits, tant au point de vente qu'une fois chez le consommateur.

¹ « L'effet de halo » est un biais cognitif qui affecte la perception que l'on a des gens et des choses. Une caractéristique jugée positive à propos d'une personne ou d'une chose a tendance à rendre plus positives les autres caractéristiques de cette personne ou de cette chose, même sans les connaître (et inversement pour une caractéristique négative).

Finalement, plusieurs détaillants, distributeurs et promoteurs d'aliments biologiques soutiennent que les aliments biologiques goûtent meilleur. Lorsque de telles affirmations sont utilisées dans la publicité et le matériel promotionnel, elles sont régies par la réglementation fédérale sur la publicité. Celle-ci exige que ces affirmations soient appuyées par des résultats de recherche crédibles. Alors que l'industrie des produits biologiques affiche des allégations de plus en plus percutantes sur les comparaisons de goût dans la publicité et l'étiquetage des produits, il est essentiel d'appuyer ces affirmations sur des preuves scientifiques tirées de travaux de recherche sérieux et reconnus. En l'absence de telles preuves, l'industrie des produits biologiques pourrait devenir la cible d'enquêtes de la part des organismes de réglementation et perdre la confiance des consommateurs.

Il existe plusieurs façons d'interpréter cette simple question : « Les fruits et légumes biologiques ont-ils meilleur goût que les fruits et légumes conventionnels? » et au moins autant de réponses.

- Est-ce qu'un fruit ou un légume affichant la mention « biologique » mérite une note organoleptique supérieure à celle du même produit sans étiquette?
- Les fruits et légumes provenant de marchés biologiques méritent-ils des notes organoleptiques supérieures à celles des mêmes fruits et légumes provenant de marchés d'alimentation conventionnels?
- Les fruits et légumes biologiques provenant d'une certaine région géographique ou climatique méritent-ils des notes organoleptiques supérieures à celles des fruits et légumes conventionnels de la même région géographique ou climatique?
- Est-ce que les fruits et légumes produits selon différentes pratiques culturales comportent des qualités organoleptiques significativement différentes? Si oui, quels facteurs ou quelles pratiques culturales sont responsables de ces différences?

Malgré leur similarité, ces questions sont toutes différentes. Le présent Rapport sur l'état des connaissances scientifiques vise à faciliter au lecteur la compréhension des résultats disponibles dans la littérature scientifique au sujet des qualités organoleptiques des aliments, dans la foulée des questions exprimées ci-dessus.



II. MÉTHODOLOGIE POUR COMPARER LES QUALITÉS ORGANOLEPTIQUES DES ALIMENTS

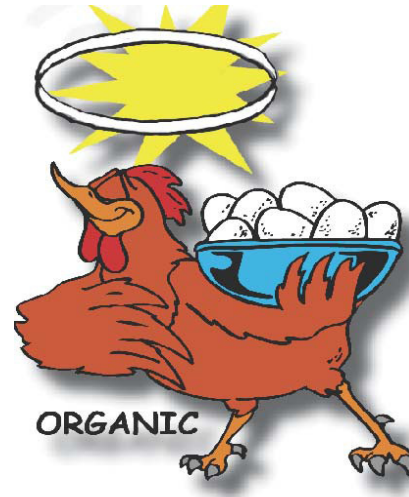
Au cours des deux dernières décennies, une douzaine de revues de littérature ont résumé les principaux rapports de recherche visant à comparer les propriétés sensorielles des aliments biologiques à celles des aliments conventionnels. Les premiers rapports datent d'aussi loin que les années 1950. Comme les pratiques culturales, tant biologiques que conventionnelles, ont évolué au cours des 50 dernières années, plusieurs de ces revues de littérature s'avèrent particulièrement utiles puisque les auteurs évaluent la pertinence, la validité et le contexte des premiers travaux de recherche. Par exemple, le rapport 2001 de la Soil Association (Heaton, 2001) porte une attention spéciale aux méthodes culturales afin de s'assurer que les aliments dits « biologiques » respectent les normes actuelles de la « certification biologique » (ex. : pour un champ, trois années consécutives de régie biologique). De plus, le classement des différents modes de comparaison des aliments conventionnels et biologiques, décrit par Woese et coll., facilite l'analyse critique et permet de formuler des conclusions objectives (Woese et coll., 1997).

Le présent Rapport sur l'état des connaissances scientifiques résume ces revues de littérature tout en intégrant les résultats de certaines études plus récentes visant à comparer les propriétés organoleptiques des fruits et légumes produits sous régie biologique et de ceux produits sous régie conventionnelle.

Il est plus difficile de mesurer et de décrire les propriétés organoleptiques d'un aliment que sa teneur en composés chimiques ou en éléments nutritifs particuliers. Un jour, l'utilisation d'un « nez électronique » sera peut-être une opération de routine pour obtenir des données quantitatives objectives (Müller et coll., 2003), mais, pour l'heure, cette méthodologie n'en est qu'à ses premiers balbutiements.

Heaton (2001) a établi une liste partielle des facteurs qui compliquent l'analyse des résultats de recherche publiés sur le goût :

- **La cuisson :** Dans le cadre d'une étude, des différences de goût ont été perçues pour les carottes crues, mais pas lorsque les carottes étaient cuites.
- **La maturité :** Dans le cadre d'une étude agronomiquement valide qui a démontré des différences atypiques ou non significatives entre les fruits et légumes biologiques et les fruits et légumes conventionnels, on a déterminé que le goût dépend surtout du degré de maturité des échantillons (lequel n'a pas été pris en compte correctement) (Basker, 1992).



- **La subjectivité :** Le goût est une affaire très personnelle, et les préférences individuelles diffèrent.
- **Les préjugés :** Le consommateur peut avoir des idées préconçues à l'égard du meilleur goût des produits biologiques (ex. : l'effet de halo) (Hansen, 1981).

Parmi les autres obstacles se trouvent :

- **La pelure :** La préférence pour les pommes de terre biologiques ne se manifestait plus une fois que les morceaux de pommes de terre cuites étaient pelés.
- **Le cultivar :** Des cultivars différents utilisés par les deux types de régie expliquent parfois les différences de goûts (Heaton, 2001).
- **La composition du jury de dégustation :** Les dégustateurs expérimentés fournissent généralement des données plus cohérentes et plus objectives que les dégustateurs moins expérimentés. Cependant, l'expérience des membres du jury de dégustation est rarement mentionnée dans les études.

L'analyse des questions mentionnées précédemment illustre l'importance de ces difficultés et de ces obstacles.

Question

Est-ce qu'un fruit ou un légume affichant la mention « biologique » mérite une note organoleptique supérieure à celle du même produit sans étiquette?

En général, la réponse à cette question est **OUI**. Les résultats de recherches expérimentales montrent qu'un aliment portant la mention « biologique » est jugé plus « acceptable » par le consommateur. Tel que mentionné auparavant, l'« effet de halo » décrit un biais cognitif qui affecte la perception que l'on a des gens et des choses. Une caractéristique jugée positive à propos d'une personne a tendance à rendre plus positives les autres caractéristiques de cette personne, même sans les connaître (et inversement pour une caractéristique négative).

La connaissance des pratiques culturales influence les consommateurs en faveur des légumes biologiques par rapport aux légumes conventionnels (Johansson et coll., 1999; Schutz et Lorenz, 1976). Dans ces deux études, les produits portant la mention « biologique » ont généralement obtenu les meilleures notes en ce qui a trait aux préférences. Dans le cadre de tests de goût portant sur des tomates identiques, mais arborant des étiquettes différentes, les consommateurs ont perçu des différences de goût fondées sur les étiquettes (Alvensleben et Meier, 1989).

Question

Les fruits et légumes provenant de marchés biologiques méritent-ils des notes organoleptiques supérieures à celles des mêmes fruits et légumes provenant de marchés d'alimentation conventionnels?

La réponse à cette question est **PARFOIS**, aucune tendance claire ne pouvant être établie.

Les études sur l'approvisionnement des marchés visent à répondre à cette question du point de vue de l'acheteur au détail. Généralement, les aliments vendus un jour donné proviennent de marchés d'aliments biologiques et d'autres marchés d'aliments conventionnels. Woese et coll. ont souligné les principales faiblesses de ce type d'étude : l'origine des échantillons est inconnue ainsi que toute l'information concernant les conditions de croissance (climat, type de sol, régie, cultivar, etc.). En outre, la maturité et le cultivar, souvent variables d'un échantillon à l'autre, peuvent grandement influencer plusieurs facteurs de qualité.



Dans le cadre d'une étude classique sur l'approvisionnement des marchés, laquelle devait tenir compte des contraintes décrites ci-dessus, Bordeleau et coll. ont comparé certaines caractéristiques de qualité intrinsèques et extrinsèques particulières des pommes Golden Delicious biologiques et conventionnelles achetées chez des détaillants du Danemark (Bordeleau et coll., 2002). Les pommes biologiques provenaient d'Italie et avaient été emballées dans des sacs plastiques en avril 2002. Les pommes conventionnelles provenaient de France et étaient emballées dans des boîtes de carton en mars 2002. À l'achat, toutes les pommes semblaient avoir la même maturité, mais la date d'achat était inconnue. Aucun détail sur la régie de culture n'était disponible. Manifestement, cette comparaison est très utile pour les consommateurs danois présents au moment où les échantillons ont été achetés, mais son intérêt demeure autrement très limité.



Harker utilise son étude sur la mise en marché de la pomme pour appuyer son point de vue selon lequel la réglementation sur l'industrie et les normes réglementaires de qualité contribuent à saper la crédibilité des allégations concernant les aliments

biologiques pourtant prouvées par le contrôle d'échantillons prélevés sur le marché (Harker, 2004).

Les études sur l'approvisionnement des marchés pourraient, à l'avenir, être mieux défendables du point de vue scientifique. La popularité des aliments biologiques croît depuis quelques décennies, les normes de production sont plus précises et les produits sont maintenant disponibles dans les grandes chaînes d'alimentation. Souvent, les produits biologiques sont récoltés au même stade de maturité et traités et mis en marché à travers un système semblable à celui des produits conventionnels. En fait, certaines fermes produisent à la fois des aliments biologiques et conventionnels qui sont plantés et récoltés à peu près en même temps et dont le traitement et la manutention sont tout à fait comparables. Tant les fruits et légumes biologiques que les produits conventionnels doivent respecter les normes de qualité propres au détaillant. Les prochaines études sur l'approvisionnement des marchés fourniront des résultats comparatifs plus fiables dans la mesure où le contrôle de la qualité, la réglementation et les programmes de certification améliorent la traçabilité, tant des aliments biologiques que des aliments conventionnels, et donnent plus de détails sur où et comment ces aliments ont été produits, entreposés puis, enfin, expédiés aux détaillants.

Question

Les fruits et légumes biologiques provenant d'une certaine région géographique ou climatique méritent-ils des notes organoleptiques supérieures à celles des fruits et légumes conventionnels de la même région géographique ou climatique?

La réponse à cette question est aussi **PARFOIS**. En outre, il importe de s'assurer que les échantillons évalués sont bel et bien comparables.

Woese et coll. ont émis certaines réserves à propos de ce type d'études (Woese et coll., 1997). En effet, ces derniers expliquent que des échantillons sont d'abord prélevés dans des fermes biologiques sélectionnées, puis que des fermes conventionnelles et intégrées avoisinantes sont sélectionnées de manière à ce que le climat et le type de sol soient les plus ressemblants possible. Cela dit, même lorsque le climat et le type de sol sont tout à fait comparables, d'autres différences peuvent exister telles l'hérédité de la plante, l'efficacité des pratiques d'irrigation ou la date de récolte. C'est pourquoi il est difficile de trouver des exploitations biologiques et conventionnelles qui soient parfaitement appariées et dont la production affiche des différences relatives aux qualités organoleptiques qui soient uniquement attribuables aux pratiques culturales biologiques. Quoi qu'il en soit, cette méthodologie expérimentale constitue, à l'heure actuelle, le meilleur dispositif pour évaluer les différences entre les aliments biologiques et les aliments conventionnels.

La plupart des études de ce type ne font que brièvement allusion aux sols, au climat et aux pratiques culturales et les résultats publiés ne peuvent être vérifiés. Bon nombre de rapports de recherche publiés s'avèrent incorrects sur le plan agronomique (Heaton, 2001). Une gestion biologique doit être appliquée au champ pendant trois ans avant que le sol puisse être considéré comme « biologique ». Selon Heaton, ces résultats ne sont pas valides parce qu'ils englobent à la fois les données sur la production des deux premières années de transition à la régie biologique et sur la production de la première année sous régie biologique certifiée.

Question

Est-ce que les fruits et légumes produits selon différentes pratiques culturales présentent des qualités organoleptiques significativement différentes? Si oui, quels facteurs ou quelles pratiques culturales sont responsables de ces différences?

Des essais au champ constituent le meilleur moyen de distinguer les effets des différentes pratiques culturales. Les essais au champ visent à déterminer s'il existe un lien entre une pratique culturale en particulier et une ou plusieurs propriétés organoleptiques. Dans le cadre de ces études, les chercheurs modifient une seule variable à la fois afin de mettre en évidence l'existence ou non de liens particuliers. Les essais au champ visent à déterminer si les récoltes provenant de différents modes de production présentent des différences significatives au chapitre de leurs propriétés organoleptiques et, le cas échéant, quels facteurs et quelles pratiques sont responsables de ces différences. Quoi qu'il en soit, Woese et coll. ont exprimé certaines réserves justifiées quant à ces études (Woese et coll., 1997). Par exemple, les résultats de ces études ne sont valables que pour des secteurs et des pratiques de gestions bien précis, même si une extrapolation est parfois acceptable.



Des chercheurs de la Washington State University cueillent des fraises (2005) pour une étude comparative de fruits biologiques et conventionnels.

Il importe de souligner qu'il existe une grande diversité de pratiques de gestion en production biologique et que les compétences et l'expérience du producteur jouent un rôle déterminant dans la qualité des aliments produits. De plus, les pratiques varient en fonction de la situation et des saisons. Dans la même veine, les pratiques culturelles conventionnelles ont évolué au fil des ans et continuent de le faire, si bien qu'elles englobent aujourd'hui de plus en plus de principes écologiques ou durables. L'expérience et les compétences sont tout aussi importantes en agriculture conventionnelle. Par exemple, des données recueillies par le Economic Research Service (Service de recherche en économie agricole, ou ERS) du département de l'Agriculture des États-Unis ont démontré que, pour de nombreuses cultures, les producteurs classés parmi les 10 % les plus performants avaient des coûts de production d'au moins un tiers moindre par rapport aux coûts de production des 10 % de fermes ayant les plus grandes structures de coûts (ERS, 2004). L'ERS considère les compétences et l'expérience comme les facteurs les plus déterminants au chapitre des coûts de production. La compétence en gestion et l'expérience sont probablement encore plus importantes sur les fermes biologiques puisque ces dernières sont davantage tributaires de pratiques culturelles axées sur la prévention, alors que les agriculteurs conventionnels s'appuient davantage sur les intrants pour lutter contre les ravageurs et pour corriger les problèmes de fertilité.



Une ferme de production de tomates biologiques de Taïwan utilise un système sophistiqué de treillage pour maintenir une bonne circulation d'air à travers le feuillage des plantes et réduire les pertes causées par les maladies. Ces treillages peuvent aussi influencer le goût en modifiant le rayonnement solaire qui atteint les fruits.

Le goût des aliments est souvent perçu comme une qualité à laquelle seuls les humains sont sensibles. Cependant, plusieurs études ont eu recours à des animaux (poules, rats ou souris) comme « dégustateurs » à qui l'on donnait le choix entre des aliments biologiques et des aliments conventionnels, afin de mesurer la prise alimentaire de chaque type d'aliments. Woese et coll. ont conclu de ces études sur le comportement alimentaire que « les animaux distinguent les aliments issus des différentes régions de culture et préfèrent presque toujours les produits biologiques » (Woese et coll., 1997).

III. REVUES DE LITTÉRATURE SUR LA COMPARAISON DU GOÛT DES ALIMENTS BIOLOGIQUES ET DES ALIMENTS CONVENTIONNELS

Dans une étude menée à la fin des années 1980 en Israël et abondamment citée, Basker a employé des dégustateurs ayant une certaine expérience du déroulement d'un test de dégustation, afin de réduire au minimum la subjectivité du jury de dégustation (Basker, 1992). Il a obtenu en tout 460 évaluations de 29 échantillons de 5 fruits et de 4 légumes biologiques et conventionnels. Il n'a finalement pu tirer aucun modèle quant à la préférence pour les produits biologiques ou conventionnels. Après analyse, il a toutefois découvert que les fruits et les légumes n'avaient pas tous le même degré de maturité, ce qui a pu en altérer grandement le goût et, par conséquent, les résultats de l'expérience. De plus, peu d'information était disponible concernant la source ou le type de régie des aliments évalués dans le cadre de cette étude. C'est pourquoi il est impossible de déterminer si ces aliments étaient représentatifs d'aliments biologiques ou conventionnels de grande qualité.



Échantillons de fraises conventionnelles et biologiques prêts pour le jury de dégustation à la Washington State University. Les jurys de 2005 et 2006 ont préféré les fraises biologiques.

Woese et coll. ont publié une vaste revue de littérature à la demande du German Federal Institute for Consumer Health Protection and Veterinary Medicine

(Institut fédéral allemand pour la protection du consommateur et la médecine vétérinaire). Dans ce rapport, ils ont analysé et évalué les résultats de plus de 150 enquêtes visant à comparer la qualité des aliments produits sous régie biologique et sous régie conventionnelle, et celle des aliments produits sous différentes régies de fertilisation (Woese et coll., 1995). En 1997, une synthèse approfondie de ce rapport a été publiée dans une revue en anglais (Woese et coll., 1997). La plupart des travaux de recherche évalués portaient sur les concentrations de constituants souhaitables ou non, sur la présence de résidus de produits antiparasitaires ou d'autres contaminants, sur les analyses organoleptiques et sur des expériences d'alimentation animale. Les études nutritionnelles sur des humains ont été analysées, tout comme les nouvelles méthodes systémiques d'analyse (par exemple, l'imagerie ascendante, la cristallisation sensible au chlorure de cuivre et les émissions biophotoniques, méthodes qui ne sont généralement pas utilisées ni maîtrisées par les chercheurs américains).

Malgré la grande diversité des études passées en revue, quelques différences de qualité ont été découvertes entre les aliments produits sous régie biologique et ceux produits sous régie conventionnelle (Woese et coll., 1997). Parmi ces différences de qualité, notons : un contenu en protéines plus faible dans le blé biologique, ce qui en réduit la valeur boulangère; des taux sensiblement plus élevés en vitamine C, mais plus faibles en nitrates dans les pommes de terre biologiques, ce qui constitue une tendance souhaitable attribuable à l'utilisation de fumier plutôt que d'engrais minéraux; des taux de nitrates beaucoup plus faibles dans les légumes feuilles, les légumes racines et les tubercules; et, enfin, un taux de matière sèche plus élevé et un taux sensiblement plus élevé en vitamine C remarqués principalement dans les légumes feuilles (laitue, chou, épinard et bette à carde). Aucune tendance claire ne distinguait les propriétés organoleptiques des légumes conventionnels et des légumes biologiques.

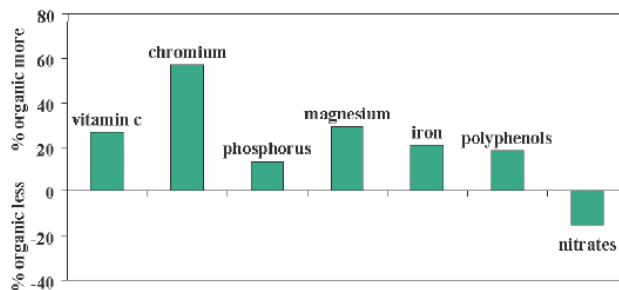


Figure 1. Comparaison de cultures biologiques et de cultures conventionnelles. Pourcentage de différence dans le contenu de certains éléments nutritifs, V. Worthington, 1998.

En revanche, les études sur les préférences alimentaires réalisées sur plusieurs espèces animales (poules, souris et rats) démontrent une préférence constante et significative pour les produits biologiques.

Alföldi et coll. ont réalisé une revue de littérature sur les différences entre le système de gestion biologique et les autres systèmes de gestion (Alföldi et coll., 1998). Des sept études de comparaison de goût entre la régie biologique et la régie conventionnelle, seules deux d'entre elles démontraient une incidence positive attribuable à la régie biologique : l'une sur des pommes en Autriche (Velimirov et coll., 1995), l'autre sur des pommes de terre en Finlande (Varis et coll., 1996). Aucune différence n'a pu être démontrée dans les cinq autres études.

Worthington a effectué une revue de la littérature publiée au cours des 50 dernières années et comparant les qualités nutritives des cultures biologiques et des cultures conventionnelles (Worthington, 1998). Elle a conclu que les preuves de la supériorité nutritive des aliments biologiques fondées uniquement sur le contenu nutritionnel sont évocatrices, mais non concluantes. Une tendance générale montre un taux plus élevé d'éléments nutritifs dans les cultures biologiques, probablement attribuable à un contenu plus faible en eau. Seuls les contenus en vitamine C et en nitrates étaient clairement influencés par le type d'engrais utilisé, puisque les cultures biologiques présentaient les taux les plus élevés en vitamine C et les taux les plus faibles en nitrates. La qualité des protéines semble aussi supérieure dans les cultures biologiques. Quant aux autres éléments nutritifs, les données sont insuffisantes ou divergentes. Les observations provenant d'élevages animaux et d'études supervisées d'alimentation animale permettent de croire à un avantage certain des cultures biologiques pour la santé. Worthington ne s'est pas attardée au goût ni aux autres caractéristiques sensorielles.

Worthington a scruté la littérature existante comparant le contenu en éléments nutritifs des produits biologiques et conventionnels en utilisant une méthode statistique particulière pour déterminer les différences significatives et les tendances dans les données (Worthington, 2001). Les dosages comparatifs tirés des différentes études sur les contenus en éléments nutritifs des produits biologiques et conventionnels ont été saisis dans une base de données aux fins de calcul. Pour chaque comparaison entre un produit biologique et un produit conventionnel, le calcul donnait un pourcentage de différence : $(\text{biologique} - \text{conventionnel}) / \text{conventionnel} \times 100$. Le test de Wilcoxon a été utilisé dans les cas où les données étaient suffisantes, afin de déterminer les différences statistiquement significatives dans les contenus en éléments nutritifs. En outre, dans le cas des légumes les plus communément évalués, une moyenne des

pourcentages de différence a aussi été calculée pour chaque élément nutritif, par étude et par légume. Selon l'analyse de Worthington, qui ne tient pas compte des différences dans le contenu en eau, les cultures biologiques contiennent considérablement plus de vitamine C, de fer, de magnésium et de phosphore. Elles présentent aussi un contenu en nitrates considérablement plus faible que les cultures conventionnelles. Worthington a par ailleurs observé une tendance non significative selon laquelle les aliments biologiques semblent contenir moins de protéines, mais ces protéines sont de meilleure qualité que celles des aliments conventionnels. La chercheuse a également observé un taux plus élevé en éléments minéraux significatifs et des taux plus faibles de certains métaux lourds. Worthington n'a pas évalué les données sensorielles (Worthington, 2001).



L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, 2000) a résumé ainsi les différences sensorielles: « De nombreuses analyses sensorielles ont été réalisées pour étudier les différences d'un point de vue organoleptique entre les produits bio et les autres, et, dans l'ensemble, les résultats indiquent qu'il n'y a guère de différence entre les deux types de produit (Conklin et Thompson, 1993; Woese et coll., 1997). Certaines études constatent des écarts importants pour certains produits comme les pommes Golden Delicious, jugées plus fermes et meilleures lorsqu'elles sont issues de l'agriculture biologique. Selon ces études, la teneur en flavanoïdes des pommes biologiques est plus élevée (Weibel et coll., 2000). Une autre étude a montré que les tomates biologiques étaient plus sucrées et que les carottes classiques avaient davantage le goût de "carotte" (Haglund et Johansson, 1995). »

Brandt and Mølgaard ont examiné les différences possibles entre les produits végétaux biologiques et conventionnels en mettant l'accent sur les effets potentiels sur la santé humaine (Brandt et Mølgaard, 2001). Ils ont conclu qu'il n'existe vraisemblablement pas de différences importantes sur le plan nutritif quant à la teneur en minéraux, en vitamines, en protéines et en hydrates de carbone, puisqu'aucun de ces éléments n'est déficient dans le régime alimentaire des pays industrialisés, et que les taux actuels des résidus de pesticides dans les aliments conventionnels ne constituent pas une source de

préoccupation. Cela dit, ils estiment que le contenu en métabolites secondaires attribuables aux mécanismes de défense des plantes est inférieur aux teneurs optimales pour la santé humaine. De nombreuses observations, empiriques pour la plupart, démontrent que les fruits et les légumes biologiques contiennent en moyenne plus de ces métabolites secondaires que les produits conventionnels. Pour une analyse détaillée, consulter le Rapport sur l'état des connaissances scientifiques sur les antioxydants dans les aliments biologiques et conventionnels publié par le Organic Center (Benbrook, 2005). Il serait ainsi possible que les aliments végétaux biologiques aient plus d'effets bénéfiques sur la santé humaine que les mêmes aliments conventionnels. Les auteurs n'ont pas évalué les effets sur le goût, si ce n'est pour mentionner que plusieurs métabolites secondaires ont une action nutritionnelle négative qui peut retarder la croissance ou réduire la biodisponibilité des éléments nutritifs des aliments.

La Soil Association (Association pour les sols) du Royaume-Uni a publié deux rapports en 2001. Fookes a mis l'accent sur les allégations les plus courantes contre l'agriculture biologique (mais qui ne concernent pas les qualités sensorielles des aliments) (Fookes, 2001). La revue de littérature de Heaton est applicable au rapport de Fookes et comprend une section portant uniquement sur le goût (section 3.4.3) (Heaton, 2001). Selon Heaton :

« Bien que les différences de goût soient difficiles à démontrer à partir d'études supervisées, cinq des six études reconnues au point de vue agronomique et évaluées aux présentes soulignent que les aliments biologiques ont meilleur goût » :

- **Basker** – Différences variables et non significatives du goût de neuf fruits et légumes (Basker, 1992).
- **Dlouhy** – Meilleur goût des pommes de terre pelées de culture biologique, après quatre mois d'entreposage (Dlouhy, 1981).
- **Hogstad et coll.** – Globalement, saveur plus intense, goût plus sucré et plus haute teneur en sucre pour les carottes biologiques (Hogstad et coll., 1997).
- **Reganold et coll.** – Les pommes cultivées sous régie biologique étaient plus sucrées et moins acidulées (Reganold et coll., 2001).
- **Rembialkowska** – Goût et odeur plus agréables des carottes crues et de la choucroute (choux) cultivées sous régie biologique (Rembialkowska, 2000).
- **Weibel et coll.** – Score de goût 15 % plus élevé pour les pommes biologiques (Weibel et coll., 2000).

Dans sa revue de littérature, Kumpulainen n'a trouvé aucune différence de goût pour les pommes de terre, les laitues, les haricots verts, les brocolis ou les épinards (Kumpulainen, 2001). Il a noté que la plupart des études démontrant des différences de saveur portaient sur les légumes feuilles.

Bordeleau et coll. ont analysé les comparaisons sensorielles et les revues de littérature antérieures sur les aliments biologiques et conventionnels (Bordeleau et coll., 2002). Ils ont conclu que, globalement, aucune tendance n'a pu être démontrée quant au meilleur goût des fruits et légumes biologiques. Dans le cas des légumes, comme les carottes, pour lesquels un contenu en eau élevé est privilégié, les légumes biologiques semblent obtenir de moins bonnes notes dans les tests de dégustation.

Bourn et Prescott ont réalisé une étude exhaustive et détaillée sur les qualités sensorielles des aliments produits sous régie conventionnelle et sous régie biologique (Bourn et Prescott, 2002). Après avoir précisé les nombreuses difficultés imputables aux techniques d'évaluations sensorielles (tests de différenciation, techniques d'analyses descriptives, évaluations de préférence ou d'acceptabilité), ils ont conclu que la preuve reste à faire quant à la supériorité des propriétés sensorielles des aliments biologiques, si tant est qu'une telle différence existe véritablement.

Tauscher et coll. ont évalué des aliments produits sous différentes régies et ont démontré un léger avantage en faveur des produits biologiques (Tauscher et coll., 2003).

V. NOUVEAUTÉS SCIENTIFIQUES SUR LES PROPRIÉTÉS ORGANOLEPTIQUES DES ALIMENTS

Quelques études publiées au cours des cinq dernières années offrent de nouvelles perspectives quant aux différences dans les propriétés organoleptiques des aliments.

Pommes

Weibel et coll. (2000) ont analysé cinq paires de pommes Golden Delicious provenant d'une ferme biologique et d'une ferme sous régie intégrée en Suisse. Les vergers biologiques étaient situés à moins d'un kilomètre des vergers conventionnels jumelés. Aucun autre détail sur la production n'a été fourni. Les pommes biologiques avaient une chair plus ferme (14 % plus ferme à la récolte, 12 % plus ferme après 40 à 43 jours d'entreposage au froid) et une teneur en composés phénoliques (surtout des flavanols) 19 % plus élevée que les pommes intégrées. Des dégustateurs expérimentés ont donné aux pommes biologiques des notes plus élevées de 15 %.



En Suisse, la production intégrée des fruits a remplacé presque complètement la production conventionnelle et compte pour 94 % de la production de pommes. Cinq pour cent des pommes y sont cultivées selon les normes de production biologique (Bertschinger et coll., 2002). Quatre différentes variétés de pommes ont été cultivées en Suisse sous régie biologique et sous régie intégrée dans un dispositif de trois blocs avec répétition, sur une seule parcelle. Les rendements et la proportion de pommes conformes aux normes de qualité commerciales étaient plus faibles sous régie biologique, mais les fruits étaient plus fermes, plus sucrés et moins acides (Bertschinger et coll., 2002).

Reig et coll. ont comparé la qualité des pommes Fuji et Golden Delicious cultivées sous régie biologique et sous régie conventionnelle à Lleida en Espagne (Reig et coll., 2006). Aucun autre détail sur les fermes ni sur les pratiques culturales n'a été fourni. Les pommes Golden Delicious ont été récoltées à deux dates différentes et les différences dans l'activité antioxydante totale ont été mesurées à la récolte. Ces différences portaient sur la couleur, la fermeté, l'acidité et la concentration en solides solubles (CSS). Aucune différence dans l'activité antioxydante n'a été décelée à la récolte entre les pommes Golden Delicious biologiques et conventionnelles. Cependant, des différences importantes de qualité ont été

découvertes. Les pommes Fuji biologiques étaient considérablement plus fermes, plus acides et affichaient une CSS beaucoup plus importante. En outre, elles affichaient une couleur plus vive et plus jaune, selon les mesures d'un colorimètre HunterLab. Les pommes Golden Delicious biologiques présentaient les mêmes améliorations de qualité, mais uniquement quand les fruits étaient récoltés à un stade de mûrissement plus avancé (2^e date de récolte). Aux deux dates de récolte, les pommes Golden Delicious biologiques étaient considérablement moins mûres que les Golden Delicious conventionnelles (taux d'amidon plus faible), alors que les pommes Fuji biologiques et conventionnelles n'affichaient aucune différence de maturité. Globalement, ces résultats montrent que la régie biologique peut retarder le mûrissement sur l'arbre et améliorer les qualités gustatives des fruits.

Quatre cultivars de pommes ont été cultivés dans des vergers expérimentaux, biologiques et intégrés, à l'Université Debrecen en Hongrie (Róth et coll., 2004). La rigidité acoustique (une mesure non destructive de la fermeté) a été utilisée pour évaluer les mêmes pommes avant et après six mois d'entreposage au froid. Aucune différence significative n'a été démontrée entre les deux types de régie. C'est la pomme Liberty, un cultivar résistant à la tavelure et très populaire auprès des producteurs biologiques, qui a perdu le moins de fermeté pendant l'entreposage.

Róth et coll. ont tenté de déceler des différences dans la qualité (texture, goût, saveur) et dans le comportement post-récolte de pommes biologiques et intégrées provenant de vergers de trois différentes régions de Belgique (Róth et coll., 2006). Dans chaque région, les vergers (biologiques et intégrés) bénéficiaient des mêmes conditions climatiques et les sols présentaient les mêmes aptitudes. Les pommes ont été récoltées à la fin de septembre 2004 et entreposées pendant six mois à l'air ou sous atmosphère très appauvrie en oxygène (1 % O₂, 2,5 % CO₂). La rigidité acoustique (fermeté), la concentration en solides solubles, l'acidité, la concentration en sucres et le profil aromatique ont été évalués. Les paramètres de qualité ont été analysés immédiatement après la récolte et après l'entreposage. Au moment de prendre ces deux mesures, une expérience additionnelle sur la durée de conservation (de 14 jours) a été menée, simulant les conditions sur les étalages des marchés d'alimentation au détail. Les fruits entreposés à l'air ont subi un ramollissement considérable et une réduction de leur durée de conservation, contrairement aux fruits entreposés sous atmosphère contrôlée. Les paramètres évalués ne différaient pas selon la provenance géographique ni selon le type de régie des pommes. Les pommes fraîchement

récoltées contenaient des concentrations élevées en acide malique, en acide quinique et en sucrose, alors que les pommes entreposées contenaient davantage de glucose et d'acide citrique. Les pommes fraîches présentaient un profil aromatique différent de celui des pommes en étalage depuis 14 jours, sauf pour les pommes entreposées à l'air, immédiatement après l'entreposage. Le composé volatil responsable de l'arôme typique des pommes (2-méthylbutyle-acétate) était présent en plus fortes concentrations relatives au moment de la récolte, après la période d'étalage et l'entreposage à l'air. Les auteurs ont conclu que les conditions d'entreposage ont beaucoup plus d'incidence sur la qualité des pommes que le type de régie.

Dans l'État de Washington, la régie biologique a produit des pommes Golden Delicious plus sucrées et moins acidulées que les régies conventionnelle ou intégrée. Les pommes ont été cultivées en parcelles répétées quatre fois et disposées en blocs aléatoires complets pour chaque type de régie (Reganold et coll., 2001).

Peck a étudié des pommes Gala cultivées à la neuvième et à la dixième saison de régie biologique, conventionnelle ou intégrée dans la vallée de Yakima (État de Washington) (Peck, 2004). Les pommes biologiques obtenaient une mesure de fermeté de 6 à 10 N (le Newton, « N », est l'unité de mesure de la force) supérieure à celle des pommes conventionnelles, et de 4 à 7 N de plus que les pommes intégrées. Les consommateurs ont aussi noté de façon constante que les pommes biologiques étaient plus fermes et possédaient de meilleures caractéristiques de texture. Peu de résultats homogènes sur la saveur des fruits ont été obtenus par la mesure de la concentration des solides solubles ou de l'acidité totale, et les jurys de dégustation ont produit des résultats semblables. Certaines années, les pommes Gala étaient légèrement plus petites, mais tout aussi fermes, sinon plus, et présentaient systématiquement des aptitudes à l'entreposage supérieures à celles des pommes conventionnelles (Peck et coll., 2006). Après six mois d'entreposage sous atmosphère contrôlée, à peine 10 % des pommes biologiques ne répondaient plus aux normes de fermeté, comparativement à 36 % pour les pommes conventionnelles et à 54 % pour les pommes produites sous régie intégrée.

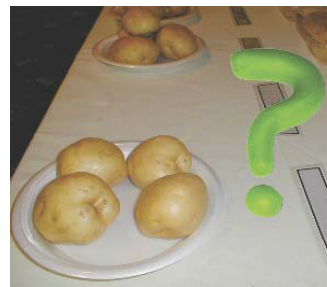
Bordeleau et coll. ont comparé certains paramètres de qualité intrinsèques et extrinsèques des pommes Golden Delicious biologiques et conventionnelles achetées dans des marchés au Danemark (Bordeleau et coll., 2002). Les pommes conventionnelles étaient 24 % plus grosses, avec un volume moyen de 156,5 mL, contre 126,7 mL pour les pommes biologiques. La concentration en solides solubles (sucres selon le Brix) et le taux d'acidité n'étaient pas significativement différents, mais le rapport Brix/acidité était légèrement plus élevé pour les pommes

biologiques. Aucune différence de fermeté n'a été démontrée dans le cadre de cette étude de marché.



Fraises

En Espagne, des fraises ont été cultivées sous régie biologique et sous régie conventionnelle sur des parcelles contiguës bénéficiant des mêmes conditions environnementales (Cayuela et coll., 1997). Les rendements ont été supérieurs de 76 % dans les parcelles conventionnelles. Les fruits biologiques étaient de meilleure qualité que les fruits conventionnels : leur couleur était plus vive, leur contenu en sucres et en matières sèches était supérieur, et ils possédaient de meilleures propriétés organoleptiques. Les fruits cultivés sous régie biologique se détérioraient moins rapidement lors des simulations de mise en marché et présentaient donc de meilleures propriétés de conservation. Comparativement aux fraises conventionnelles, les fraises biologiques provenant de Californie étaient légèrement plus petites, mais plus sucrées et plus appétissantes, et ont obtenu la faveur des consommateurs (Andrews et Reganold, 2006).



Pommes de terre

Les pommes de terre figurent parmi les premiers légumes biologiques à avoir fait l'objet d'études comparatives. Sur un total de 22 études portant sur la valeur nutritive ou les propriétés sensorielles des pommes de terre produites sous régie biologique et conventionnelle ou sous différentes régies de fertilisation, seulement six visent à comparer les qualités sensorielles des pommes de terre à l'aide de dégustateurs expérimentés. S'il est vrai que quelques différences sensorielles ont été décelées entre les types de pommes de terre, rien ne permet d'établir une position ferme en faveur d'une régie ou d'une autre (Woese et coll., 1997).

Heaton (2001) a considéré que trois de ces articles étaient agronomiquement irrecevables puisque les pommes de terre dites biologiques provenaient de parcelles comptant moins de trois ans sous régie biologique (Dlouhy, 1977; Pettersson, 1977; Pettersson, 1978; Svec et coll., 1976). Il a toutefois considéré que le deuxième rapport de Dlouhy (1981) était « agronomiquement valable ». Dlouhy (1981) avait démontré qu'après quatre mois d'entreposage, les pommes de terre biologiques pelées avaient meilleur goût. Heaton n'a pas fourni une appréciation de chacune des six études évaluées par Woese et coll. (1997).

Les plus récentes études comparatives sur les qualités sensorielles des pommes de terre biologiques et conventionnelles ne fournissent aucune nouvelle connaissance sur les différents aspects liés au goût relatif de ce légume. Dans le cadre d'une étude menée à l'Ohio State University, des essais triangulaires ont été appliqués pour déterminer si des dégustateurs pouvaient distinguer, une fois cuites, les pommes de terre biologiques ayant été fertilisées avec du compost ou non et les pommes de terre conventionnelles (Wszelaki et coll., 2005). Les dégustateurs ont noté des différences entre les pommes de terre biologiques et les pommes de terre conventionnelles, sans égard au type d'engrais, lorsque les légumes n'étaient pas pelés. En revanche, les dégustateurs n'ont détecté aucune différence entre les pommes de terre biologiques (non pelées) cultivées au moyen de différents types d'engrais. Ils n'ont pas non plus détecté de différences entre les traitements lorsque les morceaux de pommes de terre étaient pelés avant la préparation et la présentation.



Tomates

Des tomates biologiques et conventionnelles cultivées en Floride en décembre 2003 et en janvier 2005 ont été récoltées au début du rougissement et mûries à 20 °C. Lorsqu'un examen visuel permettait de croire que les tomates étaient bien mûres, des échantillons ont été prélevés aux fins d'analyse de la qualité (couleur, fermeté, concentration en solides solubles, pH et acidité totale). Pour chaque année de récolte, aucune différence significative de la couleur ou de la concentration en solides solubles n'a été détectée entre les traitements. Pour la récolte de 2003, l'acidité totale était le seul facteur de qualité qui affichait une différence significative entre les fruits biologiques (0,40 %) et conventionnels (0,44 %). En 2005, la concentration en solides solubles des tomates conventionnelles était significativement plus élevée

que celle des tomates biologiques (4,4 °Brix contre 4,0 °Brix), tout comme leur fermeté (déformation de 2,5 mm contre 3,4 mm). Une évaluation sensorielle (essai duo-trio avec substance de référence équilibrée) a été réalisée en 2005 pour déterminer si les consommateurs pouvaient percevoir des différences entre des tomates biologiques et des tomates conventionnelles. Selon les dégustateurs, il existait une différence hautement significative ($P < 0,001$) de goût et d'odeur entre les tomates biologiques et conventionnelles. Certains dégustateurs ont trouvé que les tomates biologiques étaient plus tendres et en ont préféré le goût, la saveur, la texture et la jutosité. Quant aux tomates conventionnelles, elles ont été perçues comme « moins mûres », « sèches » et « moins parfumées » (McCollum et coll., 2005).

Heeb et coll. ont comparé des tomates conventionnelles, fertilisées avec différentes doses de nitrate et de nitrate d'ammonium, et des tomates biologiques, fertilisées avec du fumier ou un engrais vert de graminées ou de trèfle. Les tomates biologiques et les tomates fertilisées au moyen de nitrate d'ammonium ont obtenu des notes considérablement plus élevées que les tomates traitées au moyen en ce qui a trait au goût sucré, à l'acidité, à la saveur et à l'accueil, des notes considérablement plus élevées ont été obtenues par les tomates biologiques et par les traitements au nitrate d'ammonium comparativement aux traitements avec les solutions de nitrate. Les chercheurs croient que les tomates fertilisées avec de faibles doses d'azote ou avec de l'azote à dégagement lent, comme le nitrate d'ammonium ou l'azote sous forme organique, ont meilleur goût (Heeb et coll., 2005).

Les ketchups biologiques contiennent une concentration considérablement plus élevée de lycopène, un caroténoïde, que les ketchups conventionnels (Ishida et Chapman, 2004). Les auteurs ont conclu que l'on peut distinguer les ketchups biologiques des ketchups conventionnels en comparant la profondeur de leur couleur. Malheureusement, aucune information sur les cultivars utilisés pour la fabrication des ketchups n'était donnée. La concentration en lycopène peut varier en fonction des cultivars.

Autres légumes

Succop et Newman ont cultivé du basilic en serre et ont appliqué différentes solutions fertilisantes, certaines de source biologique, les autres provenant de sources minérales classiques. Les deux tiers des dégustateurs expérimentés ont distingué le basilic ayant reçu une fertilisation biologique du basilic conventionnel, mais ils n'ont exprimé pas de préférence pour l'un ni pour l'autre (Succop et Newman, 2004).

Taiwo et coll. ont fait pousser des gombos en serre en utilisant des engrais organiques (sciure de bois compostée et fumier de poulet décomposé) ou des engrais chimiques. Les soupes cuisinées avec les fruits des différentes régions ont été soumises à des évaluations sensorielles. Les soupes à base de gombos ayant reçu une fertilisation organique ont été jugées les meilleures (Taiwo et coll., 2002).



V. CONCLUSIONS

Les différentes études comparatives sur les qualités organoleptiques des aliments biologiques et conventionnels permettent de tirer plusieurs conclusions :

- La plupart des études ne démontrent aucune différence importante ou constante à l'égard des qualités organoleptiques ou du goût.
- La vaste majorité des études qui démontrent de telles différences concluent que les produits biologiques sont meilleurs ou obtiennent la faveur des dégustateurs comparativement aux produits conventionnels et aux produits issus d'une régie intégrée.
- Il est extrêmement rare que le goût des fruits et légumes biologiques soit perçu comme inférieur à celui des fruits et légumes conventionnels ou produits sous régie intégrée.



Les pommes biologiques, en particulier, obtiennent généralement la préférence des dégustateurs comparativement aux pommes conventionnelles ou intégrées. Cette observation a été faite dans le cadre d'études supervisées, ce qui renforce notre conviction selon laquelle les pommes biologiques ont vraiment meilleur goût que les pommes conventionnelles. Plusieurs études ont également démontré que les produits biologiques supportent mieux l'entreposage et ont une durée de conservation plus longue que les produits conventionnels. Ces résultats semblent reliés au contenu en nitrates généralement plus faible dans les produits biologiques.

Plus de recherche pour relever les prochains défis

Bon nombre d'études ont démontré que les rendements plus faibles des fruits et légumes biologiques, leur goût supérieur et leur contenu plus élevé en vitamine C et en antioxydants sont reliés à des taux plus faibles d'azote assimilable. Un des principaux défis que doivent relever de nombreux producteurs biologiques est d'augmenter l'apport en azote des cultures, afin de réduire l'écart entre le rendement des cultures biologiques et celui des cultures conventionnelles. La question essentielle consiste à savoir si l'apport accru en azote assimilable dans les cultures biologiques réduira les avantages qualitatifs de ces dernières. Autrement dit, des rendements plus faibles ne sont-ils pas tout simplement le prix à payer pour une qualité supérieure des produits biologiques?

Les pommes biologiques sont généralement plus fermes et démontrent de meilleures aptitudes à l'entreposage. Les pommes de terre biologiques présentent en général un taux plus élevé en acide ascorbique (vitamine C) (Hajslova et coll., 2005). Ces deux phénomènes sont liés au contenu en nitrates plus faible dans les tissus végétaux et, par conséquent, à une croissance plus lente et à une plus grande maturité physiologique au moment de la récolte. Ces observations mettent en évidence une différence importante entre les régies biologique et conventionnelle : la dynamique de l'azote dans la plante. La dynamique de l'azote comporte à la fois un aspect quantitatif, soit la dose d'azote appliquée, et un aspect qualitatif, soit la source d'azote.

La production biologique est souvent synonyme d'un plus faible apport en azote. Cette particularité peut expliquer les plus faibles rendements obtenus pour les cultures sous régie biologique, et ce, même par les producteurs les plus à jour sur le plan technologique. En Corse, par exemple, la culture des agrumes biologiques est actuellement en expansion, malgré que les rendements soient parfois inférieurs de 50 % à ceux des productions conventionnelles. Berghman et coll. ont découvert que les faibles rendements étaient imputables à une mauvaise assimilation par les racines de l'azote provenant du compost de végétaux (Berghman et coll., 1999). Ainsi, l'atteinte de rendements satisfaisants nécessitait un apport supplémentaire en azote de deux sources différentes : le guano, riche en azote soluble, et le tourteau de ricin, riche en carbone organique. Ces chercheurs ont déterminé qu'un apport supplémentaire en azote et un calendrier d'application plus adéquat permettent d'accroître l'azote total dans les feuilles et d'atteindre des rendements d'agrumes biologiques comparables aux rendements moyens observés dans les exploitations conventionnelles. Il aurait été très utile

d'étudier le contenu en nitrates de la chair des fruits biologiques, afin d'établir si ce dernier atteint celui des fruits conventionnels.

Il a été établi qu'une forte fertilisation azotée a un impact négatif sur la couleur des pommes conventionnelles et leurs aptitudes à l'entreposage (Saitoh, 1995). Dans le cadre d'une étude, Poudel et coll. ont démontré que l'augmentation des doses d'azote sous forme de fumier composté dans les cultures biologiques a permis de mieux répondre aux besoins en azote du maïs et des tomates biologiques et, ainsi, d'en accroître le rendement (Poudel et coll., 2002). Malheureusement, ces produits n'ont pas été soumis à des tests organoleptiques ni à des analyses du contenu en nitrates.



Retournement d'un andain de fumier de bovin composté à l'aide d'un vire-andains à vis Brown Bear.

VI. RECOMMANDATIONS RELATIVES À LA RECHERCHE

Du point de vue de la rentabilité, la production de fruits biologiques peut être avantageuse si le producteur peut compter sur un prix seuil plus élevé pour ses produits (Weibel et coll., 2004). La régie biologique est plus onéreuse en raison des dépenses supplémentaires associées au compostage, à l'ensemencement, à la gestion des cultures de couverture et à la lutte contre les ravageurs. Une disponibilité accrue des produits biologiques pourrait exercer une pression à la baisse sur les prix. Weibel et coll. ont cependant observé que « cette situation peut amener les producteurs à modifier leurs pratiques et à mettre en œuvre des programmes d'application intensive de produits antiparasitaires et d'engrais "biologiques" sur les vergers plus sensibles aux insectes et aux maladies. Cette méthode de culture ne correspond pas à l'esprit de l'agriculture biologique ni aux attentes des consommateurs » (Weibel et coll., 2004).

La croissance rapide du secteur de la production biologique, tant sur le plan de la disponibilité des produits que du développement technologique, permettra vraisemblablement d'améliorer la fraîcheur et la variété des fruits et légumes offerts en épicerie. En revanche, cette croissance pourrait nuire à la qualité organoleptique des aliments, en raison des facteurs mentionnés précédemment et, possiblement, en raison d'autres facteurs liés à la production alimentaire. Par exemple, le maintien des qualités organoleptiques des fruits et légumes biologiques peut s'avérer problématique si l'approvisionnement continue de dépendre largement de l'importation de produits provenant de l'autre bout du monde.

La réalisation d'études de marché valides sur la qualité des aliments comme paramètre du système de production devient plus difficile lorsque des produits cultivés localement, récoltés à maturité, puis mis en marché immédiatement sont comparés à des produits récoltés à un stade de maturité plus précoce et transportés sur des milliers de kilomètres ou à des produits entreposés pendant des mois avant leur mise en marché. Plusieurs chercheurs ont conclu que le niveau de mûrissement à la récolte et les pratiques d'entreposage influencent davantage les qualités organoleptiques que le type de régie.



Les éléments qui appuient la thèse du meilleur goût des produits biologiques sont plus manifestes pour les pommes. Cette supériorité apparaît clairement dans **la plupart** des études rigoureuses, mais pas dans **toutes** les études. La question cruciale consiste à

déterminer pourquoi cette incidence n'est ni constante, ni prévisible. La régie biologique exige l'application de différentes pratiques pour répondre de façon ciblée aux problèmes spécifiques qui peuvent survenir à la ferme. À cet égard, les « études culturelles » constituent l'outil idéal pour déterminer l'incidence de ces pratiques. L'évaluation d'une pratique culturelle particulière à la régie biologique doit permettre de quantifier la teneur en nitrates dans la plante et les qualités organoleptiques des produits, y compris la fermeté et le goût.

Les études d'approvisionnement des marchés constituent un outil de surveillance utile pour évaluer les qualités organoleptiques des produits biologiques et conventionnels offerts au consommateur, à un endroit et un moment donnés. Des évaluations répétées sur une base régulière fournissent aux consommateurs des renseignements intéressants à l'égard des variations de qualité.

Les études qui comparent des fermes ou des parcelles expérimentales voisines devraient évaluer les différentes pratiques culturelles biologiques et conventionnelles, afin de réduire le nombre de variables qui ont une incidence sur les résultats. Par exemple, Lombardia-Boccia a évalué l'incidence de différentes pratiques agronomiques sur des prunes jaunes biologiques et conventionnelles produites à la même ferme (Lombardi-Boccia et coll., 2004). Les prunes conventionnelles étaient cultivées avec travail du sol. Trois pratiques culturelles biologiques ont été testées : avec travail du sol et avec deux types de cultures de couverture, trèfle et prairie naturelle. Les taux d'acide ascorbique, de tocophérols (alpha et gamma) et de bêta-carotène étaient plus élevés dans les prunes biologiques cultivées sur prairie naturelle. Carbonaro et coll. ont étudié des pêches et des poires biologiques cultivées soit avec travail du sol, soit sur culture de couverture, trèfle souterrain ou prairie naturelle (Carbonaro et Mattera, 2001; Carbonaro et coll., 2002). Les pêches et les poires conventionnelles étaient produites avec travail du sol. Toutes les pêches biologiques présentaient un contenu significativement plus élevé ($P < 0,001$) en polyphénols, comparativement aux pêches conventionnelles. Pour les poires biologiques, deux traitements sur trois ont permis d'obtenir un contenu en polyphénols supérieur ($P < 0,05$) à celui des poires conventionnelles : sur prairie naturelle et avec travail du sol. Aucune de ces études n'évaluait les qualités organoleptiques.

La majorité des études sur l'effet du calendrier de récolte et des techniques d'entreposage sur les qualités organoleptiques des aliments ont été réalisées avec des aliments conventionnels. De nouveaux projets de recherche sont nécessaires pour déterminer les méthodes qui permettront d'améliorer les qualités organoleptiques des fruits et légumes

biologiques au moment de la récolte. Les études disponibles actuellement donnent à croire que les fruits et légumes biologiques ne réagissent pas à l'entreposage de la même façon que les fruits et légumes conventionnels. Des études supplémentaires sont requises afin de déterminer les pratiques optimales d'entreposage pour les produits biologiques et ainsi assurer le maintien de la qualité des produits, de la ferme jusqu'au consommateur.

VII. BIBLIOGRAPHIE

- Alföldi, T., Bickel, R. et Weibel, F. (1998) Vergleichende Qualitätsuntersuchungen zwischen biologisch und konventionell angebauten Produkten: Eine kritische Betrachtung der Forschungsarbeiten zwischen 1993 und 1998., p. 31. Coop Schweiz, Frick, Switzerland.
- Alvensleben, R.v. et Meier, T. (1989) Verbrauchereinstellungen zu Obst - insbesondere zu exotischen Früchten und Äpfeln, p. 72. Institut für Gartenbauökonomie der Universität Hannover. Arbeitsbericht Nr. 63, Hannover.
- Andrews, P.K. et Reganold, J.P. (2006) Organically and Conventionally Grown Apples and Strawberries. Presentation at the 2006 Annual Meeting of the Amer. Assoc. for the Advancement of Science, St. Louis, Missouri.
- Andrews, P.K. et Reganold, J.P. (2006) Proceedings of the National Academy of Sciences.
- Basker, D. (1992) Comparison of taste quality between organically and conventionally grown fruits and vegetables. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7, 129-136.
- Benbrook, C.M. (2005) Elevating Antioxidant Levels in Food Through Organic Farming and Food Processing, p. 81. The Organic Center, Foster, R.I.
- Berghman, P., Crestey, M., de Monpezat, G. et de Monpezat, P. (1999) Citrus nitrogen nutrition within organic fertilization in Corsica. In D. Anac, and P.M. Prével, Eds. *Improved crop quality by nutrient management*, p. 211-214. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.
- Bertschinger, L., Mouron, P., Dolega, E., Höhn, H., Holliger, E., Husistein, A., Schmid, A., Siegfried, W., Widmer, A., Zürcher, M. et Weibel, F. (2002) Ecological Apple Production: A comparison of organic and integrated apple-growing. XXVI International Horticultural Congress: Sustainability of Horticultural Systems in the 21st Century.
- Bordeleau, G., Myers-Smith, I., Midak, M. et Szeremeta, A. (2002) Food Quality: A comparison of organic and conventional fruits and vegetables, p. 79. *Ecological Agriculture*, Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, Denmark.
- Bourn, D. et Prescott, J. (2002) A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 42(1), 1-34.
- Brandt, K. et Mølgaard, J.P. (2001) Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(9), 924-931.
- Carbonaro, M. et Mattera, M. (2001) Polyphenoloxidase activity and polyphenol levels in organically and conventionally grown peach (*Prunus persica* L., cv. Regina bianca) and pear (*Pyrus communis* L., cv. Williams). *Food Chemistry*, 72(4), 419-424.
- Carbonaro, M., Mattera, M., Nicoli, S., Bergamo, P. et Cappelloni, M. (2002) Modulation of antioxidant compounds in organic vs conventional fruit (peach, *Prunus persica* L., and pear, *Pyrus communis* L.). *J Agric Food Chem*, 50(19), 5458-62.
- Cayuela, J.A., Videira, J.M., Albi, M.A. et Gutierrez, F. (1997) Influence of the ecological cultivation of strawberries (*Fragaria x Ananassa* Cv. Chandler) on the quality of the fruit and on their capacity for conservation. *J Agric Food Chem*, 45(5), 1736-1740.
- Conklin, N. et Thompson, G. (1993) Product quality in organic and conventional produce: is there a difference? *Agribusiness*, 9(3), 295-307.
- Dlouhy, J. (1977) The quality of plant products under conventional and bio-dynamic management. *Bio-Dynamics*, 124, 28-32.
- (1981) Product quality in alternative agriculture. *Food Quality - Concepts and methodology*; Elm Farm Research Centre Colloquium, p. 30-35.
- Drewnowski, A. et Gomez-Carneros, C. (2000) Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review. *Am J Clin Nutr*, 72, 1424-1435.
- FAO. (2000) Food safety and quality as affected by organic farming. Twenty-second FAO Regional Conference for Europe, Porto, Portugal.
- Fookes, C. (2001) Organic food and farming: Myth and reality: organic versus non-organic: the facts, p. 31. The Soil Association, Bristol.
- Haglund, Å. et Johansson, L. (1995) Sensorisk undersökning av morötter och tomater /Sensory testing of carrots and tomatoes. *Vår föda / Our food*, Journal of Swedish National Food Administration, 47(8), 52-55.
- Hajslova, J., Schulzova, V., Slanina, P., Janne, K., Hellenas, K.E. et Andersson, C. (2005) Quality of organically and conventionally grown potatoes: four-year study of micronutrients, metals, secondary metabolites, enzymic browning and organoleptic properties. *Food Addit Contam*, 22(6), 514-34.
- Hansen, H. (1981) Comparison of chemical composition and taste of biodynamically and conventionally grown vegetables. *Plant Foods Human Nutrition*, 30, 203-211.
- Harker, F.R. (2004) Organic food claims cannot be substantiated through testing of samples intercepted in the marketplace: a horticulturalist's opinion. *Food Quality and Preference*, 15(2), 91-95.
- Heaton, S. (2001) Organic farming, food quality and human health. A review of the evidence., p. 88. Soil Association, Bristol.
- Heeb, A., Lundegårdh, B., Ericsson, T. et Savage, G.P. (2005) Nitrogen form affects yield and taste of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(8), 1405-1414.

- Hogstad, S., Risvik, E. et Steinsholt, K. (1997) Sensory Quality and Chemical Composition in Carrots: A Multivariate Study. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science.*, 47(253-264).
- Huber, K., Hennig, J., Dlugosch, G. et Fuchs, N. (2005) Food Quality Study (Convent study): Impact on the behavior and nutrition pattern of human subjects during a consistent diet of biodynamic foods for a limited period. In J. Heß, and G. Rahmann, Eds. *Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, p. 559-562. Kassel University Press GmbH, Kassel.
- Ishida, B.K. et Chapman, M.H. (2004) A comparison of carotenoid content and total antioxidant activity in catsup from several commercial sources in the United States. *J Agric Food Chem*, 52(26), 8017-20.
- Johansson, L., Haglund, A., Berglund, L., Lea, P. et Risvik, E. (1999) Preference for tomatoes, affected by sensory attributes and information about growth conditions. *Food Quality and Preference*, 10, 289-298.
- Kumpulainen, J. (2001) Organic and conventional grown foodstuffs: Nutritional and toxicological quality comparisons. *The International Fertiliser Society Proceeding*, 472, 20.
- Lesschaeve, I. et Noble, A.C. (2005) Polyphenols: factors influencing their sensory properties and their effects on food and beverage preferences. *Am J Clin Nutr*, 81(1 Suppl), 330S-335S.
- Lombardi-Boccia, G., Lucarini, M., Lanzi, S., Aguzzi, A. et Cappelloni, M. (2004) Nutrients and antioxidant molecules in yellow plums (*Prunus domestica* L.) from conventional and organic productions: a comparative study. *J Agric Food Chem*, 52(1), 90-4.
- McCollum, T.G., Chellemi, D.O., Roskopf, E.N., Church, G.T. et Plotto, A. (2005) Postharvest quality of tomatoes produced in organic and conventional production systems. *Hort Science*, 40(4), 959.
- Müller, J.P., Jaeggi, M., Spichiger, S. et Spichiger-Keller, U.E. (2003) Qualitätssicherung in Lebensmitteln mit chemischen Sensoren. *Lebensmittel-Technologie*, 12, 8-11.
- Peck, G.M. (2004) Orchard productivity and apple fruit quality of organic, conventional, and integrated farm management systems. *Horticulture and Landscape Architecture*, p. 142. Washington State University, Pullman.
- Peck, G.M., Andrews, P.K., Reganold, J.P. et Fellman, J.K. (2006) Apple orchard productivity and fruit quality under organic, conventional, and integrated management. *HortScience*, 41(1), 99-107.
- Pettersson, B.D. (1977) Vergleiche Untersuchungen von konventionellem und biologisch-dynamisch Anbau mit besonderer Berücksichtigung von Erträgen und Qualitäten. *Lebendige Erde*, 5, 175-184.
- . (1978) A comparison between the conventional and biodynamic farming systems as indicated by yields and quality. *Toward a sustainable agriculture - Proceedings of the IFOAM Conference*, p. 87-94, Sissach, Switzerland.
- Poudel, D.D., Horwath, W.R., Lanini, W.T., Temple, S.R. et Bruggen, A.H.C.v. (2002) Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern California. *Agricultural, Ecosystems and Environment*, 90(2), 125-137.
- Reganold, J.P., Glover, J.D., Andrews, P.K. et Hinman, H.R. (2001) Sustainability of three apple production systems. *Nature*, 410(6831), 926-30.
- Reig, G., Soria, Y. et Larrigaudiere, C. (2006) Effects of organic and conventional growth management on apple fruit quality at harvest. *First International Organic Apple & Pear Symposium.*, Wolfville, Nova Scotia, Canada.
- Rembalkowska, E. (2000) The nutritive and sensory quality of carrots and white cabbage from organic and conventional farms. *13th IFOAM Scientific Conference*, p. 297.
- Róth, E., Berna, A., Beullens, K., Lammertyn, J., Schenk, A., and Nicolai, B. (2006) The postharvest quality of integrated and organically produced apple fruit. *First International Organic Apple & Pear Symposium*, Wolfville, Nova Scotia, Canada.
- Róth, E., Kovács, E. et Felföldi, J. (2004) The Effect of Growing System on the Storability of Apple. *Acta Alimentaria*, 33(1), 79-86.
- Saitoh, H. (1995) The influence of heavy application of nitrogen on tree growth, yield and fruit quality in apples. *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Hiroshima University*, 58, 198-314.
- Schutz, H.G. et Lorenz, O.A. (1976) Consumer preferences for vegetables grown under "commercial" and "organic" conditions. *J. Food Science*, 41(70), 73.
- Succop, C.E. et Newman, S.E. (2004) Organic Fertilization of Fresh Market Sweet Basil in a Greenhouse. *HortTechnology*, 14(2), 235-239.
- Svec, L.V., Thoroughgood, C.A. et Mok, H.C.S. (1976) Chemical Evaluation of Vegetables Grown with Conventional or Organic Soil Amendments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 7(2), 213-228.
- Taiwo, L.B., Adediran, J.A., Ashaye, O.A., Odofin, O.F. et Oyadoyin, A.J. (2002) Organic okro (*Abelmoschus esculentus*): its growth, yield and organoleptic properties. *Nutrition & Food Science*, 32(5), 180-183.
- Tauscher, B., Brack, G., Flachowsky, G., Henning, M., Köpke, U., Meier-Ploeger, A., Münzing, K., Niggli, U., Pabst, K., Rahmann, G., C., W. et Mayer-Miebach, E. (2003) Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren: Statusbericht 2003 vorgelegt von der Senatsarbeitsgruppe 'Qualitative Bewertung von Lebensmitteln aus alternativer und konventioneller Produktion'. In D.S.d. Bundesforsch ungsanstalten, Ed, p. 166. *Angewandte Wissenschaft, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag.*

- Varis, E., Pietila, L. et Koikkalainen, K. (1996) Comparison of conventional, integrated and organic potato production in field experiments in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science.*, 46(1), 41-48.
- Velimirov, A., Plochberger, K., Schott, W. et Walz, V. (1995) Neue Untersuchungen zur Qualität unterschiedlich angebauter Äpfel - Nicht alles, was golden ist, ist auch delicious! *Das Bioskop: Fachzeitschrift für Biolandbau und Ökologie*, 6, 4-8.
- Weibel, F.P., Bickel, R., Leuthold, S. et Alföldi, T. (2000) Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. In M. Herregods, Ed., *Acta Horticulturae*, 517, p. 417-426. ISHS.
- Weibel, F.P., Häseli, A., Schmid, O. et Willer, H. (2004) Present status of organic fruit growing in Europe. XXVI International Horticultural Congress: Sustainability of Horticultural Systems in the 21st Century. in Bertischinger, L. and Anderson, J.D., Eds. *ISHS Acta Horticulturae 638: International Society for Horticultural Science ISHS, Leuven, Belgium.*, International Society for Horticultural Science ISHS, Leuven, Belgium.
- Woese, K., Lange, D., Boess, C. et Bögl, K.W. (1995) Ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel im Vergleich - Eine Literaturstudie., p. Hefte 4-5. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin.
- . (1997) A comparison of organically and conventionally grown foods: Results of a review of the relevant literature. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74(3), 281-293.
- Worthington, V. (1998) Effect of agricultural methods on nutritional quality: a comparison of organic with conventional crops. *Alternative Therapies in Health & Medicine*, 4(1), 58-69.
- . (2001) Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. *J Altern Complement Med*, 7(2), 161-73.
- Wszelaki, A.L., Delwiche, J.F., Walker, S.D., Liggett, R.E., Scheerens, J.C. et Kleinhenz, M.D. (2005) Sensory quality and mineral and glycoalkaloid concentrations in organically and conventionally grown redskin potatoes (*Solanum tuberosum*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(5), 720-726

Original English-language version http://www.oacc.info/Docs/OrganicCenter_Taste06.pdf , translated with permission from Organic Center

Le CABC remercie sincèrement Organic Center d'avoir autorisé l'affichage de cet article.