

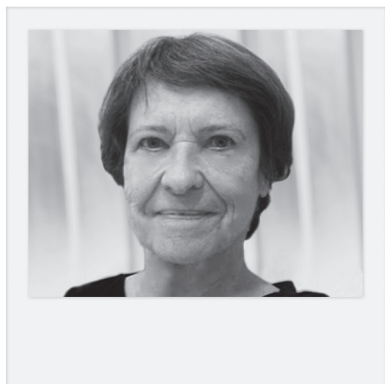
LE DOSSIER

Risques alimentaires chez l'enfant

Faut-il toujours avoir peur des OGM ?

RÉSUMÉ : Quand on parle OGM, on pense surtout plantes transgéniques ; or des bactéries, levures, animaux génétiquement modifiés sont largement utilisés en recherche et dans l'industrie alimentaire ou pharmaceutique. De nombreuses espèces cultivées sont génétiquement améliorables par génie génétique, mais la plupart en sont encore au stade de recherches ou essais en champs. Pas moins de 135 millions d'hectares d'OGM sont cultivés sur 25 pays.

En France, importation, transformation et utilisation en alimentation, essentiellement animale, sont autorisées pour des maïs, sojas, colzas, betteraves et graines de coton, tandis que la culture est autorisée pour un maïs et une pomme de terre industrielle. Ces autorisations de mise sur le marché sont délivrées au niveau européen, mais en France un vaste arsenal réglementaire veille à l'évaluation des risques potentiels tant pour l'environnement que pour la santé. Les expertises des scientifiques ne sont pas pour autant davantage prises en compte que l'opinion publique.



→ F. CASSE

Ancien Professeur
de Biologie Moléculaire Végétale,
Université, MONTPELLIER.

Et s'il n'avait jamais fallu en avoir peur, de ces fameux OGM ? Que seraient la plupart de nos médicaments si le génie génétique n'avait pas permis de fabriquer des protéines, éventuellement humaines, en quantité ? Que serait notre pâtisserie industrielle sans l'usage comme auxiliaires technologiques ou additifs de préparations enzymatiques produites par des micro-organismes GM [1], permettant d'obtenir en quantité et de façon reproductible toutes sortes de pâtes, plus ou moins aérées ou denses ? Que serait la quasi-totalité de nos fromages sans la chymosine recombinante produite par OGM [1] ? Quelle quantité de présure extraite de combien de caillettes de combien de veaux nous faudrait-il utiliser ? Et la litanie pourrait continuer.

Pour être tout à fait correct, il convient de préciser que dans les cas précités, il s'agit non pas d'OGM, mais de produits extraits et plus ou moins purifiés à partir de cultures d'OGM (micro-organismes le plus souvent). Dès lors qu'il ne reste plus d'OGM ni la moindre trace d'ADN de l'OGM, son

mode d'obtention n'a pas à être précisé sur le produit.

A l'heure actuelle, aucune souche (vivante) de micro-organismes GM n'est de fait sur le marché, en raison de la mauvaise presse de ce qui est "génétiquement modifié" (d'aucuns disent "génétiquement manipulés", on pourrait également dire "génétiquement améliorés"). Aucun chef d'entreprise n'ose risquer la réputation de sa marque en bravant les préjugés des consommateurs.

Des animaux transgéniques sont très utilisés pour des recherches fondamentales et médicales [2], mais aussi pour la préparation d'organes animaux non rejetés et de protéines thérapeutiques [3, 4]. Mais notre alimentation ne comporte aucun animal transgénique, même si des poissons à croissance accélérée ont été obtenus, qui surproduisent une hormone de croissance [5].

Contre toute logique linguistique, le terme d'OGM est dans le public associé seulement à des plantes transgéniques. Venons-en à elles.

LE DOSSIER

Risques alimentaires chez l'enfant

**Plantes transgéniques :
un bien ou un mal ?**

Un bien ou un mal ces plantes transgéniques ? A chacun son opinion. Un fait à coup sûr ! Et si sur le plan éthique ou philosophique on peut regretter le bon vieux temps, la belle nature à la Rousseau et les recettes de grand-mère, sur le plan pratique au XXI^e siècle il semble déraisonnable de nier le rôle prépondérant de la science, de ses découvertes, et l'évidence de leur mise en application, jusques et y compris par les sélectionneurs de nouvelles variétés dont le métier consiste en l'amélioration des plantes cultivées. La médecine n'est pas la seule à avoir progressé dans la connaissance. L'agronomie aussi n'est plus celle du XIX^e, ni même du XX^e siècle.

Qui repense aux progrès accomplis par les cultivateurs de tous les temps pour parvenir aux blés et maïs que nous connaissons depuis leurs rachitiques ancêtres respectifs égilope et téosinthe à 2 ou 3 grains ? L'infinie variété de nos belles (et parfois bonnes) tomates qui ne ressemblent plus du tout à leur petite ancêtre des Andes (heureusement, car elle était toxique). Sans compter le nombre infini de légumes et fruits que nous connaissons. Les variétés d'une même espèce sont-elles obtenues autrement que par sélection de modifications génétiques (*stricto sensu*) en général inexplicables (qui s'en souciait ?), patiemment repérées, triées, préservées par le laborieux travail des sélectionneurs, qui depuis Mendel et ses petits pois ont fait de gigantesques progrès dans la compréhension des lois de la génétique et des bases moléculaires qui la sous-tendent.

Ces 25 dernières années ont vu la transgénèse s'ajouter aux biotechnologies végétales déjà classiques de culture *in vitro*, insoupçonnées du consommateur, et ne lui ayant jamais coupé l'appétit. Mais le fait que les premières applications de la transgénèse végétale aient été proposées sur le marché par d'im-

portantes firmes privées étrangères a déclenché l'avalanche de suspensions que l'on sait. Dommage, car les pionniers en recherches dans ce domaine étaient des laboratoires publics européens ! Mais ils ne disposaient pas de financements comparables...

Concrètement, et en faisant abstraction de toute idéologie (si respectable soit-elle), tentons un bilan des OGM potentiellement présents dans notre alimentation, non sans avoir rappelé ce qu'ils sont.

Il s'agit d'ajouter au génome nucléaire (on ne sait pas encore "manipuler" aisément les génomes des chloroplastes et mitochondries) un gène capable de s'exprimer dans la partie voulue de la plante (comportant donc le promoteur *ad hoc*) sous forme d'une protéine conférant le caractère souhaité, sa séquence codante pouvant provenir de n'importe quel règne, voire être synthétique. L'expression du transgène peut aussi conduire à la synthèse d'un court ARN qui régulera l'expression de gènes pré-existant dans le noyau.

**Un "couper/coller"
de molécules d'ADN**

Les gènes chimériques sont construits par les techniques désormais classiques du couper/coller de molécules d'ADN, universellement constituées des 4 mêmes nucléotides. Le gène est donc obtenu *in vitro*, amplifié par un plasmide, vérifié, séquencé, etc. puis purifié en quantité pour être introduit dans une cellule végétale par des moyens biologiques (*Agrobacterium*) ou mécaniques (biolistique), au besoin avec un gène permettant la sélection positive des rares cellules transformées (élimination des innombrables cellules non transformées) ; les biologistes moléculaires passent alors la main aux biologistes cellulaires qui régénèrent par culture *in vitro* des plantes entières GM [6].

Celles-ci sont "baptisées" d'un nom de code (un nom pour chaque "événement de transformation"), multipliées pour obtenir une descendance, étudiées, comparées, et seule l'élue et sa descendance seront utilisées comme génitrices pour introduire le transgène (donc le nouveau caractère) dans diverses variétés par ailleurs pourvues des caractères requis pour culture sous tel ou tel climat par exemple. On se retrouve alors dans la classique transmission naturelle de gènes. Des variétés de la même espèce, extrêmement diverses quant à leur taille, précocité, rendement, etc., pourront ainsi se voir dotées du même "événement de transformation" (ex. le très médiatique maïs MON810 que nous reverrons plus loin).

Destinés aux agriculteurs...

Les premiers caractères recherchés (et les gènes les plus faciles à concevoir) ne visaient pas au premier chef la satisfaction du consommateur mais celle de l'agriculteur (tolérance à un traitement herbicide, résistance aux attaques d'insectes ou de pathogènes divers). Mais avec la progression des connaissances des bases moléculaires de la physiologie et du métabolisme des plantes, le génie génétique peut permettre d'améliorer des caractères plus complexes, comme la tolérance à la sécheresse ou la salinité des sols, ou encore les qualités nutritionnelles [7, 8].

Connaissant les gènes codant les enzymes, on peut modifier leur expression au sein de la plante, voire faire emprunter de nouvelles voies métaboliques à certaines cellules, de façon à enrichir la partie consommable en bêta-carotène [9] ou à la fois en bêta-carotène, ascorbate et folate [10], ou encore en acides gras poly-insaturés [11]. Le *New Scientist* annonçait le 27 octobre 2009 que la FDA venait d'autoriser dans la margarine une huile de soja riche en oméga 3 obtenue par Monsanto. Les firmes BASF et Du Pont n'en seraient pas loin. Le riz doré [9] devrait bientôt

avoir surmonté les écueils et polémiques, et pouvoir être adopté aux Philippines en 2012 et au Bangladesh et en Inde avant 2015 [12].

Vingt-cinq pays utilisateurs

En 2009, 134 millions d'hectares répartis sur 25 pays des 5 continents ont été cultivés en plantes transgéniques, essentiellement maïs, soja et coton, plus colza et betterave à sucre [12]. Etats-Unis et Chine commercialisent déjà papayes et poivrons. Dans les années qui viennent, on attend sur le marché des variétés GM de riz, pommes de terre, canne à sucre, bananes et aubergines. Parmi les espèces comestibles chez lesquelles la transgénèse a été tentée avec succès, le plus souvent pour leur conférer des résistances à des virus (fléau majeur contre lesquels aucune guérison n'existe), ou la possibilité de croître en milieux défavorisés (salinité, sécheresse), on compte une quinzaine de fruitiers et une vingtaine de légumes [12]. Mais la plupart sont encore en cours d'étude et d'essais en champs.

Deux OGM autorisés en Europe

Chez nous ? Concrètement, à l'heure actuelle, deux OGM sont autorisés en Europe pour la culture, l'importation, et la transformation industrielle [13] :

>>> Le **maïs MON810** (résistant à la pyrale et à la sésamie, autorisé à l'importation et la transformation en ingrédients et additifs pour l'alimentation humaine et animale depuis 1998), mais l'activation début 2008 de la clause de sauvegarde en empêche maintenant la culture en France ; cette clause permet en effet à un pays d'interdire sur son territoire la culture d'une plante transgénique autorisée en Europe, mais le pays doit pour cela s'appuyer sur des informations scientifiques validées signalant un risque réel pour la santé ou l'environnement ; c'est là que ça devient compliqué !

>>> L'également controversée **pomme de terre Amflora à amidon enrichi en amylopectine** pour laquelle l'autorisation concerne l'industrie du papier, mais pas l'alimentation humaine et animale [14].

Les autres OGM autorisés chez nous [13] le sont pour l'importation et la transformation industrielle mais n'ont pas été proposés à la culture en Europe (variétés non adaptées ou manque d'envie d'affronter ce marché ?) ; ils sont pratiquement tous tolérants à une matière active herbicide et sont : une betterave, trois sojas, quatre cotonniers (pour extraire l'huile des graines), quatre colzas dont un mâle stérile et un restaurateur de cette fertilité (pour la production d'hybrides), et enfin douze maïs portant des gènes de résistance à un insecte et/ou de tolérance à un herbicide, plus certains obtenus par génétique conventionnelle cumulant les deux caractères, donc deux "événements de transformation" [13]. S'y ajoutent, autorisées en compléments dans l'alimentation animale seulement, sous forme de biomasses tuées, des cultures industrielles de deux OGM, respectivement une bactérie surproduisant de la lysine et une "crème de levure" [13].

Contre l'environnement et la santé ?

Toutes sortes de crimes potentiels ont été attribués aux PGM, tantôt contre l'environnement, tantôt contre la santé ; il n'est pas possible en quelques lignes de retracer une telle saga. Disons seulement que malgré d'innombrables attaques, l'ensemble des comités d'expertise (*lire plus bas*) s'accorde à conclure sans hésitation que :

>>> Les herbicides par lesquels certaines PGM peuvent être traitées pour être plus facilement débarrassées des végétaux adventices sont des molécules qui affectent des fonctions n'existant pas dans le monde animal (synthèse d'acides aminés essentiels).

>>> Les résistances à certains insectes sont conférées par des gènes issus de bactéries (*Bacillus thuringiensis*, dont certaines souches sont commercialisées comme insecticides biologiques) qui codent des protéines toxiques spécifiques de certains ravageurs des cultures. Leur efficacité se limite à des familles précises d'insectes (coléo- ou lépidoptères), et ils sont sans effet sur les poissons, oiseaux ou mammifères.

>>> L'innocuité de l'enzyme NPTII qui confère la résistance aux aminoglycosides comme la kanamycine ou la néomycine (et permet la sélection de cellules GM), et la non transmission d'un gène de plante à la flore microbienne ont été largement débattues et l'imaginaire danger relégué après des recherches fortement stimulées par des fonds européens [15, 16].

>>> Sauf si la nouvelle protéine synthétisée dans la PGM est allergène, il n'y a aucune raison pour que la transgénèse conduise à de nouvelles allergies [17]. Par transgénèse, on peut aussi empêcher la synthèse de protéines allergènes propres à l'espèce cultivée...

Le cas de la pomme de terre féculière Amflora

Pour être dans l'actualité, citons le récent dossier de la pomme de terre féculière *Amflora*, destinée à n'être cultivée qu'à usage industriel et non alimentaire. Elle est, en effet, génétiquement modifiée pour contenir beaucoup plus d'amylopectine dans son amidon (destiné à la papeterie-cartonnerie et au textile). Pour sélectionner ce caractère, il a fallu lui adjoindre le gène NPTII (*lire plus haut*). Naturellement, d'aucuns crient au scandale : et si ces transgènes se retrouvaient dans des pommes de terre à notre table ? Peut-être nos purées seraient-elles un peu collantes... Mais ce scénario, que je qualifierais volontiers d'anti-OGM primaire, ne peut impressionner que

LE DOSSIER

Risques alimentaires chez l'enfant

ceux qui ignorent que ce tubercule est exclusivement produit par multiplication végétative (chaque variété une fois obtenue est un clone tétraploïde); seuls les rares sélectionneurs tentent sur des surfaces restreintes d'obtenir des graines pour créer de nouvelles variétés.

Avez-vous souvent trouvé des "Roseval" au milieu de vos "Ratte"? Et évidemment, les cultivateurs connaissent leur métier et pratiquent les rotations (alternance de culture de céréales entre deux variétés de pommes de terre) propres à éviter tout mélange entre les quelque 300 variétés cultivées sur notre territoire [18].

Un catalogue officiel commun

Les semences ou plants ne peuvent être commercialisés que si la variété est inscrite à un catalogue officiel d'un des pays de l'Union Européenne. Le catalogue commun est constitué par la somme des catalogues officiels nationaux. En France, l'inscription d'une variété d'espèces de grande culture (potagères ou fruitières) relève d'une décision du ministère chargé de l'Agriculture qui s'appuie sur les avis d'un comité consultatif, le Comité technique permanent de la sélection (CTPS), et les résultats des expérimentations conduites par le Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences (GEVES) [19]. Les variétés OGM n'y dérogent pas.

Pour tout usage en alimentation humaine ou animale, les AMM sont européennes et délivrées après avis de l'EFSA [20]. En France, la Commission du génie biomoléculaire (présidée par un médecin, longtemps Axel Kahn puis Marc Fellous) a eu de 1976 à juin 2007 la charge de veiller à l'environnement ainsi qu'à la santé animale et humaine en émettant des avis sur les cultures expérimentales aux champs et les AMM [21]. Depuis sa création en 1999, l'AFSSA, devenue ANSES, se prononce sur les risques pour la santé du consom-

mateur [22] et depuis avril 2009 le Haut Conseil des biotechnologies, structuré en deux comités: Comité scientifique, et Comité économique, éthique et social [23] sur l'utilisation confinée et non confinée des OGM pour la recherche ou l'exploitation. En outre, un Comité de surveillance biologique du territoire a été créé [24].

OGM: pas de danger spécifique

Pour rester dans le domaine alimentation/santé, on peut dire que l'AFSSA, pas plus que la CGB en son temps ni l'Académie des sciences [25] ou celles de médecine [26] ou de pharmacie [27], ni l'Agence européenne [20] n'ont jamais pu relever de danger spécifique aux OGM. Les évaluations par comités d'experts spécialisés sont réalisées au cas par cas selon des procédures précises qui s'apparentent à celles des médicaments [22]. Aucun organisme n'est identique à un autre, et les évaluations de ceux qui sont GM sont infiniment plus poussées que pour ceux obtenus par des méthodes plus classiques.

L'AFSSA a produit un rapport [28] analysant en détail quatre cas d'OGM susceptibles d'apporter des bénéfices en matière de santé au regard des produits conventionnels:

- les plantes résistantes à des insectes,
- la betterave tolérante au glyphosate,
- l'enrichissement en vitamine A: cas du riz doré,
- des micro-organismes génétiquement modifiés.

Une excellente synthèse sur l'historique et l'état du développement des OGM, leur intérêt et l'analyse des risques, les réactions sociétales qu'ils suscitent, les enjeux économiques et les incidences sur les politiques agricoles du XXI^e siècle a été établie par le Conseil général de l'agriculture, de l'alimentation et des espaces ruraux [29].

Un intérêt sous forme de crainte

Ce fut avec les OGM que survint pour la première fois un intérêt, sous forme de crainte, du consommateur vis-à-vis de la façon dont sont obtenues les nouvelles variétés (ou leurs dérivés) qui garnissent nos assiettes. C'est là qu'est apparue l'ignorance quasi absolue, due jusque-là au manque d'intérêt, de la majorité du public dans les domaines de la génétique, mais davantage encore de la pathologie végétale et de l'agronomie. Dans cette faille se sont engouffrés magistralement les ennemis jurés du capitalisme, présentant les grandes firmes (certes pas philanthropiques de nature) comme le diable qui ferait n'importe quoi pour s'enrichir. On oublie que les mêmes firmes font des médicaments, et que l'industrie chimique s'est diversifiée en acquérant des firmes semencières, etc.

La mondialisation et ses divers aspects, la répartition inégale des richesses, autant de réalités qui posent à l'humanité des problèmes majeurs de responsabilité; mais de là à déduire ou même soupçonner que les OGM constituent un danger pour la Santé publique, il y a un pas que certains idéologues franchissent allègrement, entraînant les foules crédules, mais que les centaines d'experts scientifiques de tous les pays ne peuvent accréditer. Même si les avis scientifiques ne cautionnent pas les craintes largement diffusées par les opposants aux OGM, pour prendre leurs décisions, les responsables se fondent souvent, et c'est leur droit, sur l'opinion publique bien davantage que sur les experts, lesquels, chez nous, sont volontiers taxés de soumission aux grandes firmes, ce qui revient à nier une des caractéristiques majeures des vrais scientifiques: l'indépendance d'esprit.

Conclusion

Pour conclure sur cette question: "Faut-il avoir peur des OGM?", je crois raison-

nable de dire “Peur des OGM, certes non ! Envie des OGM, c’est une autre affaire”. Une précaution bien comprise impliquerait d’avancer avec prudence, en vérifiant les impacts de la transgénèse comme de toute nouvelle technologie. Comme indiqué plus haut, nous sommes législativement suréquipés pour cela. Une précaution se réduisant à un refus par principe entraîne notre pays dans une voie d’autant plus irréversible à court terme que la recherche appliquée est bloquée dans ces domaines.

Par la voix de son PDG, l’INRA a déclaré : “C’est à la société européenne de décider si elle veut ou non des OGM. Pour l’instant, elle n’en veut pas en agriculture, alors qu’en médecine ou dans le domaine vétérinaire, cela ne lui pose aucun problème. Nous ne serons pas là pour imposer les OGM à la société... En revanche, il serait inconscient de perdre les compétences d’expertise scientifique en ce domaine”. Hélas, à mon humble avis, le chemin en est déjà bien pris...

Bibliographie

1. Annexes de l’Arrêté du 1^{er} février 2010 modifiant l’arrêté du 19 octobre 2006 relatif à l’emploi d’auxiliaires technologiques dans la fabrication de certaines denrées alimentaires. JORF n° 0042 du 19 février 2010, texte n° 22, page 3027. http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=3FB896B16DFA43A39728DD5701E52F42.tpdjo10v_2?cidTexte=JORFTEXT000021844294&dateTexte=&oldAction=rechJO&categorieLien=id?
2. RENNER S *et al.* Genetically engineered pigs for diabetes research. In: Abstracts from the UC Davis Transgenic Animal Research Conference VII. *Transgenic Res*, 2010; 19: 141-142.
3. HOUEBINE LM. Meeting Report: UC Davis Transgenic Animal Research Conference VII Granlibakken Conference Center, Tahoe City, Californie, 17-21 août 2009. *Transgenic Res*, 2010; 19: 127-130.
4. HOUEBINE LM. Utilisation des grands animaux transgéniques. *Biofutur*, 2010.
5. MOREAU D *et al.* Environmental risk assessment parameters for growth hormone transgenic Atlantic salmon, *Salmo salar*. In: Abstracts from the UC Davis Transgenic Animal Research Conference VII. *Transgenic Res*, 2010; 19: 136.
6. CASSE F, BREITLER JC. OGM: Description, méthodes d’obtention, domaines d’application. Série “Comprendre”. Ed. La France Agricole, 2001; p. 166.
7. KLEEREBEZEM M. Molecular advances and novel directions in food biotechnology innovation Editorial overview. *Current Opinion in Biotechnology*, 2006; 17: 179-182.
8. FLACHOWSKY *et al.* Studies on feeds from genetically modified plants (GMP) – Contributions to nutritional and safety assessment. *Animal Feed Science and Technology*, 2007; 133: 2-30.
9. YE X *et al.* Engineering the provitamin A (beta-carotene) biosynthetic pathway into (carotenoid free) rice endosperm. *Science*, 2000; 287: 303-305.
10. NAQVI S *et al.* Transgenic multivitamin corn through biofortification of endosperm with three vitamins representing three distinct metabolic pathways. *Proc Natl Acad Sci*, 2009; 106: 7762-7767.
11. DAMUDE HG, KINNEY AJ. Engineering oil-seed plants for a sustainable, land-based source of long chain polyunsaturated fatty acids. *Lipids*, 2007; 42: 179-185.
12. ISAAA. Brief 41-2009 : global status of commercialized biotech/GM Crops. The first fourteen years, 1996 to 2009. Sommaire accessible sur le site [ISAAA.org](http://www.isaaa.org)
13. Community register of genetically modified food and feed. http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm
14. Amflora – a potato for industrial applications. <http://www.gmo-safety.eu/en/potato/starch/32.docu.html>
15. Horizontal gene transfer: do bacteria absorb plant genes? (2008). http://www.gmo-safety.eu/en/gene_transfer/marker_genes/461.docu.html
16. EFSA. Evaluates antibiotic resistance marker genes in GM plants (2009). http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211
17. AFSSA (2006). Rapport “OGM et allergies alimentaires: les plantes génétiquement modifiées ont-elles un impact?” <http://www.afssa.fr/Documents/PASER-Ra-OGMAA.pdf902569389.htm>
18. <http://jardihaie.free.fr/potager/pdt/variete/catalogue.htm>
19. GEVES <http://geves.zarcrom.fr/index2.php>
20. European Food Safety Authority (EFSA). <http://www.efsa.europa.eu/>
21. Rapport d’activité de la Commission du Génie Biomoléculaire (2006). L’expertise scientifique: 20 années d’évaluation. http://www.ogm.gouv.fr/experimentations/evaluation_scientifique/cgb/CGB_rapports_activite.htm
22. AFSSA (janvier 2002). Evaluation des risques relatifs à la consommation de produits alimentaires composés ou issus d’organismes génétiquement modifiés <http://www.afssa.fr/Documents/BIOT-Ra-ConsoOGM.pdf>
23. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Composition-du-Haut-conseil-des-12688.htm>
24. Arrêté du 16 février 2010. JORF du 25 février 2010. Texte 93 sur 162.
25. Rapport de l’Académie des Sciences n° 13. Décembre 2002. Rapport sur la science et la technologie. “Les plantes génétiquement modifiées”. Ed. Tec & Doc Lavoisier.
26. *Bull Acad Natl Med*, 2002; 186.
27. *Ann Pharm*, 2003; 61.
28. AFSSA (2004). Rapport “OGM et alimentation: peut-on identifier et évaluer des bénéfices pour la santé?” 67 p. <http://www.afssa.fr/Documents/BIOT-Ra-ConsoOGM.pdf>
29. Cahier thématique “Alimentation Agriculture Espaces Ruraux”, n° 11 “OGM”, du Conseil Général de l’Agriculture, de l’Alimentation et des Espaces Ruraux (octobre 2009). <http://agriculture.gouv.fr/sections/mediatheque/periodiques/aaer/cahier-thematique-aaer-n3760>

L’auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d’intérêts concernant les données publiées dans cet article.