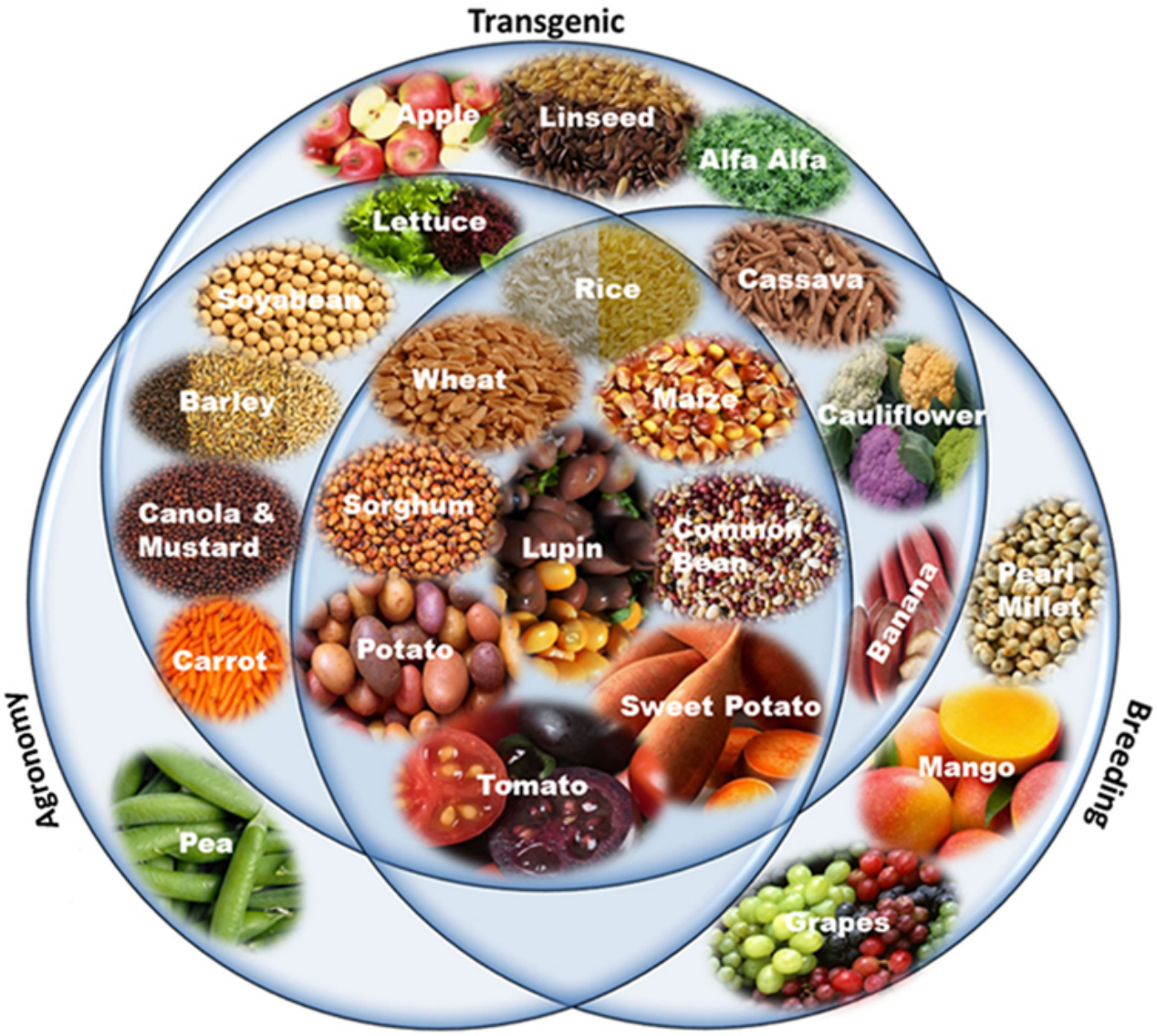
Veille citoyenne d'information sur les OGM et les semences

Biofortification : vers la fin des carences alimentaires ?

Par Frédéric PRAT

Publié le 31/07/2018, modifié le 09/03/2026



Alors que quatre pays viennent d'autoriser la commercialisation (mais pas la culture) du riz génétiquement modifié enrichi en provitamine A, *Inf'OGM* revient sur le concept de biofortification [1] et les projets qui y sont liés dans le monde. Les premiers résultats pourraient sembler prometteurs, mais cette solution technique à un problème politique pose beaucoup de questions… et ouvre la porte à de nombreux projets à base d'OGM brevetés... [2]

En décembre 2017, l'organisme gouvernemental sur les normes alimentaires pour l'Australie et la Nouvelle-Zélande (FSANZ) a autorisé la commercialisation d'un riz doré génétiquement modifié, le GR2E. Ce riz produit de la provitamine A (ou bêta-carotène) dont la carence peut provoquer une cécité (voir encadré ci-dessous).

Un riz pas assez doré

En mars 2018, le Canada a également autorisé ce riz [3], suivi, fin mai, par les États-Unis. Dans tous les cas, ces pays assurent qu'il ne s'agit pas d'autoriser la culture, mais uniquement la commercialisation, de façon à ne pas entraver le commerce international en cas de présence fortuite dans les importations provenant de certains pays asiatiques où ce riz est destiné à être cultivé et consommé [4].

Ce riz n'est qu'un exemple des nombreuses variétés que les scientifiques et sélectionneurs développent, avec plus ou moins de succès, pour lutter contre les carences en micronutriments [5].

En Ouganda, une nouvelle variété de patates douces non OGM, enrichie en vitamine A, a été distribuée en 2012 à plus de 10 000 familles paysannes. Résultat : selon HarvestPlus (le programme qui gère la biofortification [6]), à l'origine de cette distribution, « *les niveaux de vitamine A ont augmenté chez les enfants ougandais, ce qui les rend visiblement plus sains qu'avant* » [7]. Du coup, pour Robin Buruchara, directeur régional pour l'Afrique du Centre international d'agriculture tropicale (Ciat) [8], qui collabore avec 30 pays d'Afrique de l'Est et australe, « *la question n'est plus de savoir si c'est possible et sans danger ou si les rendements s'en trouvent accrus, mais plutôt comment faire pour que cet aliment soit distribué à tous les enfants du continent africain* » [9]. Des « *évaluations* » positives de cet acabit émaillent les nombreux documents en provenance de HarvestPlus et les critiques sont difficiles à dénicher. Qu'en est-il vraiment ?

Nombreuses carences en micronutriments

Le constat de ces carences, appelées « *faim cachée* », est bien connu : selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), 155 millions d'enfants dans le monde seraient atteints de retard de croissance [10] du fait d'une alimentation insuffisante, d'un régime pauvre en vitamines et en minéraux, de soins inadéquats et de maladies. Le ralentissement de la croissance se répercute sur le développement du cerveau et l'enfant atteint d'un retard de croissance éprouve des difficultés à assimiler les connaissances [11]. Les vitamines et les minéraux jouent un rôle essentiel dans le régime alimentaire pour renforcer l'immunité et un développement en bonne santé.
Pas de mystère, ces personnes carencées sont surtout originaires d'Afrique, d'Asie du Sud-Est [12] et de certaines parties d'Amérique latine [13]. Un problème de production alimentaire, parfois, notamment insuffisamment diversifiée, mais aussi beaucoup un problème d'accès solvable à une

alimentation saine, comme l'a montré le prix Nobel d'économie Amartya Sen, dès les années 90 [14].

Dans un premier temps, les solutions préconisées étaient d'apporter une supplémentation en minéraux et vitamines, par deux voies : *via* des compléments alimentaires (sous forme de pilules par exemple) ; et/ou en mélangeant ces compléments au cours de la transformation industrielle des aliments (par exemple en ajoutant du fer à de la farine [15]). Mais cette dernière solution, même si elle est d'un coût modique [16], n'est pas durable, puisqu'il faut, année après année, apporter ces compléments en nutriments. « *De plus*, commente pour *Inf'OGM* Claire Mouquet-Rivier, nutritionniste à l'IRD [17], *elle nécessite d'identifier un aliment consommé par tous et transformé de manière centralisée (de façon à ce qu'il y ait un endroit où l'on puisse ajouter le fortifiant), ce qui n'est pas du tout évident dans de nombreux pays d'Afrique subsaharienne* ».
Il faudrait donc, dans une perspective plus large et plus durable, que « *ces exigences nutritionnelles [soient] remplies par un régime alimentaire riche en fruits, en légumes et en protéines* » [18], selon Thom Sprenger, ancien responsable mondial des Alliances stratégiques pour HarvestPlus. Mais il s'empresse d'ajouter « *les prix de ces aliments indispensables étant actuellement hors de la portée des plus pauvres, nous devons donner à ces populations des solutions abordables qu'elles peuvent contrôler. La biofortification offre cette possibilité* ». Les principaux acteurs de HarvestPlus prennent tous soin de ne pas présenter la biofortification comme LA solution aux carences alimentaires, mais comme « *une première étape essentielle qui permettra aux familles pauvres d'améliorer leur nutrition et leur santé de façon durable*" [19].

Un projet nécessairement pluridisciplinaire

Les projets de biofortification sont complexes. En effet, plusieurs conditions doivent être réunies pour qu'un tel projet fonctionne : bien sûr, les variétés obtenues doivent être plus riches en micronutriments, et pouvoir pousser avec des rendements satisfaisants dans les environnements envisagés [20]. Mais pour que les sélectionneurs et agronomes travaillent efficacement, ils doivent connaître les taux d'enrichissement nécessaires et assimilables par la population : c'est le rôle des études de nutrition. Il faut aussi mesurer les éventuelles pertes de ces nutriments au cours des processus de stockage, transport et transformation, bref, s'assurer des quantités qui arrivent effectivement dans les assiettes des consommateurs : des projets de mesures nutritionnelles vont en ce sens.
Les populations cibles, pour prévenir les carences [21], sont essentiellement les enfants, et les femmes enceintes et allaitantes. À chaque fois, on mesure les niveaux de satisfaction des « *besoins quotidiens moyens estimés* » obtenus, en fonction des micronutriments. Par exemple, des études montrent que le zinc du maïs et du riz biofortifiés fournit entre 60 et 80 % de ces besoins ; et que la provitamine A fournit 100 % des besoins dans le cas de la patate douce orange [22]. Mais l'accès par l'organisme à ces nutriments dépend beaucoup des modes de préparation [23].
Et il ne suffit pas que ces cultures soient possibles et efficientes en terme de micronutriments, il faut aussi qu'elles soient socialement acceptées par la population... et rentables pour l'agriculteur : sociologues et économistes entrent alors en scène. À noter que si le haricot enrichi en fer ou en zinc conserve à la fois son goût et sa couleur, il n'en va pas de même pour le manioc, le riz ou la patate douce qui deviennent orange, et changent de goût et d'odeur : des campagnes d'information sont alors nécessaires pour les faire accepter par la population. Pour le moment, aucun étiquetage obligatoire n'est requis, mais le Codex y travaille [24].

Les premières évaluations semblent positives

La majeure partie des études scientifiques publiées sur la biofortification (voir encadré) émanent de chercheurs du programme HarvestPlus, en partie financés par la Fondation Gates. Manque d'intérêt d'autres institutions ? Des chercheurs de l'université de Wageningen signalent ce manquent d'études [25] : « *Même s'il est démontré que la biofortification agronomique a le potentiel d'augmenter le contenu en micronutriments dans les cultures, la littérature reliant ces concentrations améliorées à la biodisponibilité des micronutriments, à l'apport alimentaire et à la santé humaine est rare* ». En tout cas, on peut simplement noter que les chercheurs d'HarvestPlus ont un intérêt à publier des études positives sur la biofortification.

Des études probantes

En Inde, dans les campagnes, le mil bioenrichi en fer a permis de façon avérée d'améliorer l'état nutritionnel des enfants [26] (Bhalchandra S. Kodkany et *al.*, 2013). Haas et *al.* (2005) ont également démontré que le riz riche en fer pouvait effectivement améliorer le niveau de fer chez les femmes [27], tandis que Van Jaarsveld et *al.* (2005) ont montré que la consommation de patate douce à chair orange améliore le niveau de vitamine A chez les enfants au Mozambique – 100?g/g de bêta-carotène et 80 % de rétention lorsqu'elle est consommée sous forme bouillie – et que même une portion de 50 g de cet aliment suffit pour couvrir 75 % de l'apport journalier recommandé (AJR) en vitamine A pour les enfants [28].

Les premières études de suivis nutritionnels, publiées dans des journaux scientifiques, portent sur trois pays : Mozambique, Ouganda, et Zambie. Elles montrent toutes des améliorations dans les taux de vitamine A et micronutriments absorbés (fer et zinc) [29]. Par ailleurs, deux études ont aussi été publiées [30] pour montrer une forte adoption de ces cultures par les paysans : le taux d'adoption de la patate douce orange par exemple est passé de 9 à 56 % au Mozambique, et de 1 à 44 % en Ouganda. Bien sûr, ce taux d'adoption dépend du contexte : quelle autre disponibilité de semences ? Quelle information donnée au préalable ? Quels prix des semences ? Il faudra donc suivre sur la durée ce « *choix* » paysan.
Enfin, les paysans peuvent librement resemer ces cultures, sauf bien sûr pour les variétés hybrides où ils rachètent la semence chaque année, avec l'idée qu'il y ait un très faible différentiel de prix par rapport aux semences non enrichies.
Malgré ces évaluations, l'OMS précise que « *de plus amples recherches doivent être menées avant que des recommandations spécifiques puissent être formulées* » [31].

Les questions posées par la biofortification

Howarth Bouis a reçu le prix Mondial de l'alimentation en 2016. Mais dès le départ, on l'a vu, les acteurs de la biofortification ont envisagé ce projet comme UNE des voies possibles pour éliminer les carences en micronutriments. La voie royale reste bien sûr une alimentation diversifiée et équilibrée. Mais cette voie, la biofortification, ne va-t-elle pas empêcher ou retarder des réformes complexes et structurelles ?
L'intérêt d'un projet de Biofortification est son caractère renouvelable, dès lors que les variétés enrichies sont au point et adoptées par la population. C'est un peu mieux qu'un cataplasme sur une jambe de bois, mais il est évident qu'une solution à long terme serait d'abord un rééquilibrage de nos relations Nord-Sud, pour arriver à une souveraineté alimentaire de chaque grande région du monde [32]. Et il faudrait aussi que la sélection classique par les semenciers n'aboutisse pas à

un appauvrissement en nutriments : blé, maïs et soja sont en effet aujourd'hui plus pauvres en zinc, en cuivre et en fer qu'il y a cinquante ans [33]. Et cela, même dans les pays dit développés.
Par ailleurs, si HarvestPlus s'appuie sur l'alimentation et les réseaux déjà existants, le projet dédaigne les dynamiques d'organisations paysannes, ce que regrette Renato S. Maluf, Président du Conseil National sur la sécurité de l'alimentation et la nutrition (CONSEA) [34] au Brésil.
De plus, et sans vouloir faire de procès d'intention, on pourrait pousser à l'extrême le concept d'enrichissement d'une culture jusqu'à obtenir une culture « *idéale* », contenant tous les éléments dont le corps a besoin : ce serait assurément la perte d'une culture forte (dans le sens culturel cette fois-ci) liée à l'alimentation, point de départ de nombreuses civilisations, mais aussi, paradoxalement, le renforcement de déficiences puisqu'une monodiète ne pourrait prévoir tous les besoins. « *Corriger une carence en un élément (...) sans remédier à l'absence de diversité de l'alimentation, c'est augmenter les carences en d'autres éléments nutritionnels indispensables mais absents dans ce seul aliment* », réagit Guy Kastler, de la Confédération paysanne, partageant en cela l'avis de certains chercheurs [35]. Le site Commodoafrica.com vient d'ailleurs de se faire l'écho d'une plante allant dans ce sens, le riz multinutriment : « *les scientifiques dirigés par Navreet Bhullar, scientifique principal au Laboratoire de biotechnologie végétale à l'EPFZ, ont mis au point avec succès un riz multi-nutriment. Les résultats sont publiés dans la revue* Scientific Reports [36]. « *Nos résultats démontrent qu'il est possible de combiner plusieurs micronutriments essentiels - fer, zinc et bêta-carotène - dans une seule plante de riz pour une alimentation saine* », explique Navreet Bhullar » [37].
Agronomiquement parlant, la diversité des cultures est aussi la condition des équilibres des agroécosystèmes, avec leurs nombreuses interrelations (dont les microfaune et flore du sol, les parasites et prédateurs…). La mise en avant d'une culture « *miracle* » enrichie, paradoxalement, ne poussera-t-elle pas à ne plus cultiver que cette variété, au détriment d'une diversité de cultures ?
Il est de plus évident qu'un sol cultivé avec les techniques « *modernes* » de culture (labours profonds, engrais minéraux et pesticides de toutes sortes…) est appauvri, notamment en micronutriments : ne serait-il pas plus judicieux de retrouver des techniques agro-écologiques qui prennent soin de la terre et l'enrichissent, leitmotiv cher aux agrobiologistes, avant d'enrichir les variétés ?

Retrouver la voie d'un développement endogène

On se souvient aussi de la lettre de dizaines de Prix Nobel accusant Greenpeace de Crime contre l'Humanité en luttant contre le riz transgénique enrichi en provitamine A [38]. Il est plus que probable qu'avec ces premiers résultats, s'ils sont réellement probants en terme d'amélioration du statut en micronutriments de la population, les chercheurs (dont ceux des multinationales semencières privées) poussent pour utiliser les OGM (transgenèse et nouveaux OGM) pour « *biofortifier* » les cultures, ce qu'ils ont déjà commencé à faire. Les arguments de la faim dans le monde et de la rapidité d'introduction de nouveaux caractères balaieront sans doute les réticences de la majorité de la population [39]. Mais pour le moment, pour le riz doré, on est encore loin du compte : dès février 2018, l'organisation allemande Testbiotech avait critiqué la quantité de provitamine A contenue dans ce riz, cinq fois inférieure en champ à ce qu'elle était en laboratoire [40]. L'agence étasunienne FDA approuve : si ce riz est suffisamment orange pour s'appeler « *riz doré* », il ne contient pas suffisamment de bêta-carotène pour qu'on puisse retenir une allégation santé quelconque sur ses étiquettes [41], [42].
Enfin, de façon plus globale, il ne faudrait pas que les projets de biofortification interfèrent - financièrement, en ressources humaines et matérielles, en surfaces cultivées - avec des politiques de souveraineté et sécurité alimentaire. Selon le rapport brésilien déjà cité, « *l'initiative de biofortification au Brésil peut exposer le pays dans son ensemble à des risques inutiles pour la santé, l'agriculture et l'environnement, et se développe de façon totalement dissociée des*

politiques officielles d'alimentation, de santé, d'agroécologie et de souveraineté alimentaire du pays » [43]. Jugement excessif ? L'avenir le dira mais la vigilance est de mise, car cet engouement international pour la biofortification pourrait bien être le cheval de Troie des OGM de demain. Retrouver la voie d'un développement endogène, basé sur les organisations paysannes et l'agroécologie est sans conteste le chemin le plus sûr pour construire, à long terme, la souveraineté alimentaire de chaque nation et chaque peuple.

---

[1] Le terme même de « biofortification » est remis en cause, voir notamment Frédéric PRAT, « Biofortification : une définition pleine d'enjeux », *Inf'OGM*, 11 juillet 2020

[2] Un prochain article relatera les relations Biofortification et brevets.

[3] Charlotte KRINKE, « Canada – Une curieuse autorisation du riz OGM doré », *Inf'OGM*, 25 avril 2018

[4] Des essais en champ ont déjà eu lieu au Bangladesh et aux Philippines. Une demande d'autorisation pour la culture à des fins expérimentales et pour l'utilisation directe dans l'alimentation humaine et animale et la transformation a été déposée en 2017 aux Philippines par PhilRice et l'IRRI. Aucun pays n'a encore autorisé la culture à des fins commerciale du riz doré.

[5] Voir nos articles précédents sur la biofortification, notamment : Frédéric PRAT, « Biofortification : une définition pleine d'enjeux », *Inf'OGM*, 11 juillet 2020 et Frédéric PRAT, « Biofortification : un projet, des techniques… et un marché qui s'ouvre », *Inf'OGM*, 6 décembre 2017

[6] voir Frédéric PRAT, « Biofortification : un projet, des techniques… et un marché qui s'ouvre », *Inf'OGM*, 6 décembre 2017

[7] En 2012, HarvestPlus et l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) ont lancé une initiative baptisée « Feed the Future » et introduit cette nouvelle variété de patate douce, voir « La biofortification offre un espoir contre la malnutrition en Afrique », Busani Bafana, *Afrique Renouveau*, Août 2014.

[8] Le Centre international d'agriculture tropicale (Ciat) est une organisation internationale sans but lucratif chargée de conduire des recherches dans les domaines social et environnemental pour lutter contre la faim et la pauvreté et préserver les ressources naturelles des pays en voie de développement. Il fait partie du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR) qui comprend quinze centres partageant les mêmes objectifs à l'échelle mondiale. Ils sont tous adeptes de la « révolution verte » et travaillent souvent en partenariat avec les entreprises semencières.

[9] Voir « La biofortification offre un espoir contre la malnutrition en Afrique », article cité

[10] Chiffres OMS de 2016

[11] http://www.who.int/features/factfiles/nutrition/facts/fr/index1.html

[12] « *Les taux les plus élevés de retard de croissance sont enregistrés en Afrique et en Asie - atteignant 42% des enfants en 2011 dans la partie centrale de l'Asie méridionale* ».

[13] La recherche publique agricole brésilienne (Embrapa) coordonne depuis 2002 les projets d'HarvestPlus en Amérique latine, réunis sous le nom de BioFort, dans les pays suivants : Bolivie, Colombie, Guatemala, Haïti, Nicaragua et Panama, voir Chapitre 17, The way forward, Bouis HE et *al.*, . L'Embrapa travaille actuellement sur huit plantes : la citrouille, le riz, la patate douce, la fève, le niébé, la cassave, le maïs et le blé.

[14] Voir notre dossier « Les cultures transgéniques réussiront-elles à nourrir le monde ? », et notre FAQ sur la « Faim ».

[15] Voir par exemple « Impact de l'enrichissement de la farine en fer élémentaire sur la prévalence de l'anémie chez les enfants en âge préscolaire au Maroc », http://www.emro.who.int/emhj-volume-16-2010/volume-16-issue-11/article-08.html

[16] par exemple, un euro/enfant/an pour uniquement la vitamine A.

[17] Institut de recherche pour le développement (public, en France).

[18] "Biofortification – offrir une meilleure nutrition aux familles agricoles", *CTA*, avril 2015.

[19] Biofortificação no Brasil, Marilia Regini Nutti, Embrapa Agroindústria de Alimentos.

[20] Une autre approche, également utilisée par HarvestPlus *via* le projet HarvestZinc, est d'enrichir directement le sol en zinc.

[21] Il s'agit de prévention, et non d'un traitement de carence aiguë.

[22] « *Une racine tubéreuse de petite ou de taille moyenne bouillie (équivalant à 125 g ou ½ -1 tasse) de la plupart des variétés de patate douce à chair orange peut fournir la quantité journalière de vitamine A recommandée pour les jeunes enfants et les femmes qui n'allaitent pas* », voir *Tout ce que vous avez toujours voulu savoir à propos de la patate douce*, juin 2013. ; voir aussi : Proposition pour la mise au point d'un document de réflexion sur la biofortification des cultures vivrières de base en vitamines et minéraux essentiels à l'aide de méthodes de sélection conventionnelle.

[23] Eric MEUNIER, « Convention sur la diversité biologique : nouveaux OGM en débat », *Inf'OGM*, 8 novembre 2017

[24] Frédéric PRAT, « Biofortification : une définition pleine d'enjeux », *Inf'OGM*, 11 juillet 2020

[25] « Dietary mineral supplies in Malawi : spatial and socioeconomic assessment, Agronomic biofortification of crops to fight hidden hunger in sub-Saharan Africa », A.W. de Valença et *al.*, *Global Food Security*, Volume 12, Mars 2017, Pages 8-14.

[26] Étude réalisée sur 40 enfants âgés de deux ans dans le Karnataka, voir « Biofortification of Pearl Millet with Iron and Zinc in a Randomized Controlled Trial Increases Absorption of These Minerals above Physiologic Requirements in Young Children », *J. Nutr.* doi : 10.3945/jn.113.176677

[27] Étude sur 192 sœurs religieuses réparties dans 10 couvents.

[28] *Document de travail sur la biofortification avec des éléments nutritifs essentiels, Op.cit.*

[29] http://www.harvestplus.org/about/faqs

[30] *British Journal of Nutrition* (2011) et *Journal of Nutrition* (2012)

[31] http://www.who.int/elena/titles/biofortification/fr/

[32] Valentin BEAUVAL, « Déséquilibres alimentaires dans le Monde : pourquoi ? », *Inf'OGM*, 19 octobre 2017

[33] voir http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=18139766

[34] Voir p.4 de Biofortificacao : as controversias e as ameaças a soberania e segurança alimentar e nutricional.

[35] « Biofortification, biodiversity and diet : A search for complementary applications against poverty and malnutrition », Timothy Johns, Pablo B. Eyzaguirre, *Food Policy*, Volume 32, Issue 1, February 2007, Pages 1-24

[36] « Single genetic locus improvement of iron, zinc and ?-carotene content in rice grains », Simrat Pal Singh et *al.*, *Scientific Reports* 7, Article number : 6883 (2017), doi:10.1038/s41598-017-07198-5.

[37] « Un « super » riz riche en micronutriments pour lutter contre la malnutrition », 12 septembre 2017.

[38] Christophe NOISETTE, « Greenpeace accusée de crime contre l'humanité », *Inf'OGM*, 23 août 2016. Écouter aussi la critique du riz doré par Luigi d'Andrea, de l'ONG Stop OGM en Suisse.

[39] Il y a une opposition forte au riz doré dans les pays du Sud Est asiatique, dont le réseau Stop Golden Rice, qui regroupe plus de 30 organisations de plusieurs pays asiatiques, se fait l'écho.

[40] https://www.testbiotech.org/en/node/2151

[41] http://www.journaldelenvironnement.net/article/riz-dore-un-ogm-pas-tres-vitamine,92056

[42] https://www.greenpeace.fr/riz-dore-tout-ce-qui-brille-nest-pas-or/

[43] Voir en p.35 de *Biofortificacao : as controversias e as ameaças a soberania e segurança alimentar e nutricional, Op. cit.*

Adresse de cet article : https://infogm.org/biofortification-vers-la-fin-des-carences-alimentaires/