



Des OGM dans nos assiettes pour une meilleure nutrition mondiale en zinc ?

18

Texte: **Jean-Benoît CHARLIER**

jbcharlier@doct.ulg.ac.be

Photos: **A. JAVELLANA/IRRI/Flickr** (p.18),

IRRI/Flickr (p.19),

Graphique adapté de **B. J. Alloway**

(p.20), **IITA Image Library/Flickr** (p.21)

De part le monde, plus de la moitié des sols dédiés à l'agriculture ont un déficit naturel en zinc (Voir carte p.20). La majorité des populations qui vivent dans ces zones ont accès à un régime alimentaire basé sur des plantes, elles sont donc fortement susceptibles d'avoir des carences en zinc. Ces carences sont donc un véritable problème de santé publique au niveau mondial.

La carence en zinc, un problème de santé mondiale: causes, effets et solutions

Une grande majorité de l'humanité base son régime alimentaire sur des plantes (riz, blé, manioc, etc). Les recherches permettant d'améliorer les qualités nutritionnelles pourront donc bénéficier à toute l'humanité. Dans les faits, les qualités nutritionnelles des parties consommées (feuilles, graines, tiges, racines, fruits) dépendent de l'espèce mais aussi directement de la qualité et du type de sol sur lequel les plantes sont cultivées. Un des problèmes nutritionnels le plus important au niveau mondial, mais également le moins étudié jusqu'à présent, concerne les carences humaines en zinc.

Une étude commanditée par l'organisation des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation a souligné l'importance de certains minéraux pour la santé humaine. Notre corps a besoin d'une certaine dose journalière en minéraux essentiels, tout comme pour le sucre, les graisses et les protéines. L'apport journalier recommandé par l'OMS (*Organisation Mondiale de la Santé*) dépend fortement de l'âge, du sexe et de l'état de santé général. Pour le zinc, il se situe entre 6 et 15 mg par jour et est en relation directe avec le type de régime alimentaire.

En effet, un régime essentiellement composé de noix, de céréales brutes et de légumes contient un zinc qui est moins facilement assimilable par l'organisme. Cette difficulté d'absorption est en partie due à la présence de composés synthétisés par les plantes et liant très fortement les métaux; le zinc ne sait alors plus être capté au niveau du tube digestif. En 2010, l'OMS estimait à 450 000 enfants mourant annuellement à cause d'une carence en zinc.

De manière générale, le zinc intervient dans la stabilisation des composants cellulaires, dans le bon fonctionnement du système immunitaire, etc. De nombreuses maladies peuvent donc être imputées à une carence en zinc: retards de croissance chez les enfants, diarrhées sévères et persistantes, troubles de la reproduction, capacités mentales réduites, etc.

Une des solutions proposées par l'OMS pour combattre cette carence est de favoriser des partenariats public-privé afin de fournir des compléments alimentaires aux populations les plus touchées. Cette solution, bien que rapide et facile à mettre en œuvre, ne permettrait cependant de toucher que les personnes qui se présentent aux consultations médicales, excluant d'office les habitants des régions reculées. Un autre inconvénient est la nécessité de répéter les investissements (estimés à 60 millions de dollars par an) pour un effet maximal. En 2010, seulement 47 pays

possédaient un programme de supplémentation en zinc essentiellement centré sur le traitement de la déshydratation sévère lors de diarrhée chez les jeunes enfants.

À la demande de l'OMS, un groupe d'experts a réalisé une classification des méthodes de lutte contre les carences en micronutriments selon leurs facilités d'applications et leurs possibilités de mise en œuvre rapide. L'utilisation des compléments alimentaires s'est classée troisième, la biofortification arrivant juste après.

La biofortification: un remède miracle ?

La biofortification est une approche concertée entre les sciences agricoles et la biologie végétale ayant pour but d'améliorer le contenu en nutriments dans les parties consommées d'une plante. Puisque le déficit en zinc mesuré dans une plante ne dépend pas uniquement de l'espèce mais également du sol où la plante a poussé, les industriels et les agriculteurs ont proposé une solution logique: l'utilisation d'engrais spéciaux contenant une plus grande quantité de zinc par rapport aux engrais conventionnels. Ceci permet, non seulement, d'améliorer de manière phénoménale le rendement des cultures mais aussi d'augmenter la quantité de zinc stockée dans des parties consommées comme les graines. L'amélioration des qualités nutritionnelles de la plantes en modifiant uniquement les pratiques agricoles est appelée «biofortification agricole».

Un de ses principaux désavantages est que les quantités appliquées sur les sols de culture dépendent de la composition de ceux-ci, qui peut fortement varier au sein d'une même parcelle de culture. Cette approche agricole de la biofortification demande une bonne connaissance technique de l'utilisation

Nouvelles variétés de riz cultivées à la station d'expérimentation IRRI (région des hautes terres)



20

1. Les graines de riz et de blé couvrent près de 40% des besoins énergétiques de la population mondiale. En fixant une grande partie des efforts de sélections et de recherche sur ces deux espèces, la majorité des populations touchées par un déficit en zinc pourrait être concernées.
2. Carte de la répartition mondiale des sols déficitaires en zinc (■ et ■), ainsi que des zones où l'agriculture est impossible ou ne représente que maximum 20% du territoire (■).
Crédit : Graphique adapté de «Zinc in soils and crop nutrition», Brian J. Alloway, 2^e édition publiée par l'IZA et l'IFA, 2008.

+

Pour plus d'infos:

International Rice
Research Institute (IRRI)
<http://irri.org/>

International Zinc Association
<http://www.zinc.org/crops>

Organisation mondiale
de la Santé (OMS)
[http://www.who.int/nutrition/
fr/index.html](http://www.who.int/nutrition/fr/index.html)

International Fertilizer
Association
<http://www.fertilizer.org/>

d'engrais spécifiques, et une surveillance constante du statut en zinc des parcelles, ce qui n'est pas toujours possible dans certaines régions isolées. De plus, le moment choisi pour l'application de l'engrais influence grandement les quantités de zinc retrouvées dans les parties consommées. Ainsi, l'application lors de la germination garantit une meilleure croissance de la plante mais pas forcément une plus grande quantité de zinc dans les graines.

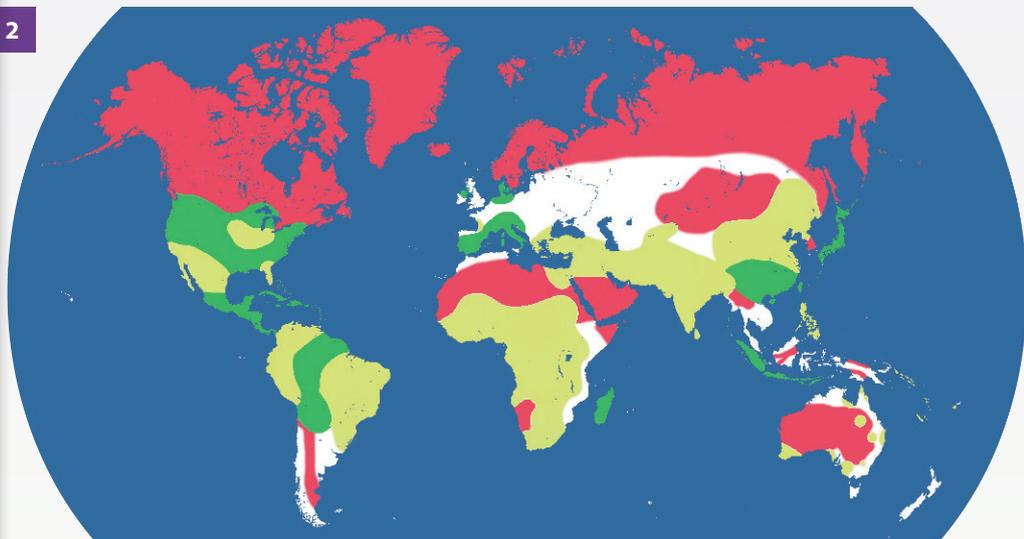
La modification des pratiques d'agriculture n'est donc pas suffisante pour améliorer le contenu nutritionnel des plantes. Par conséquent une autre approche de la biofortification est également envisagée. Cette dernière se base sur l'utilisation de la génétique et des dernières découvertes en biotechnologie. Son but est de sélectionner les plantes qui possèdent naturellement de meilleures qualités nutritionnelles. Tel est le principe de base en biofortification génétique. Une fois ces individus «hors normes» identifiés, ils seront utilisés dans des programmes de croisement à grande échelle. Après plusieurs années d'essais-erreurs, les semenciers pourront mettre sur le marché une nouvelle variété capable de combattre les carences en zinc.

L'inconvénient majeur dans la sélection de nouvelles variétés est le temps extrêmement long entre la découverte d'un caractère exceptionnel et son utilisation dans les variétés de cultures les plus utilisées, tout en conservant un rendement et une résistance aux maladies du même ordre de grandeur que les variétés actuelles.

Les graines de riz et de blé couvrent près de 40% des besoins énergétiques de la population mondiale. En fixant une grande partie des efforts de sélections et de recherche sur ces deux espèces, la majorité des populations touchées par un déficit en zinc pourrait être concernées. Il n'est malheureusement pas toujours possible de trouver des variétés naturelles, «délaissées» ou «oubliées» qui possèdent de meilleures caractéristiques nutritionnelles du point de vue du contenu en zinc et cette richesse génétique n'est pas présente chez toutes les espèces. C'est pour dépasser ce genre d'obstacles qu'intervient la biologie végétale qui, en étudiant tous les mécanismes régulant le contenu en zinc dans les parties consommées, peut accélérer l'obtention de nouvelles variétés. Il s'offre alors deux voies possibles aux chercheurs et aux agronomes.

- La **première option** consiste à introduire dans la plante les éléments clés mis en évidence par les recherches fondamentales en biologie végétale. Pour l'heure, l'introduction de ces éléments conduit obligatoirement à l'utilisation de techniques liées aux OGM. Ce passage obligé par la case OGM est un mal nécessaire dans l'état actuel de nos connaissances. Les OGM dont il est question ici n'ont que le nom en commun avec ceux décriés par tant d'associations écologistes. Dans notre cas, il n'est nullement question de leur faire produire des pesticides ou autres désherbants pour améliorer les rendements mais de modifier quelques étapes pivots qui permettront, au final, d'obtenir

2



des quantités plus importantes de zinc dans les parties consommées.

- La **deuxième option** est d'utiliser les connaissances acquises par la recherche fondamentale pour aider les sélectionneurs de nouvelles variétés. Les dernières avancées techniques de biologie moléculaire rendent capable les semenciers de vérifier, dès la germination, si une plante possède de manière optimale tous les caractères souhaités (qualité nutritionnelle, rendement, résistance aux maladies, etc.). Il n'est pas question d'avoir recours à des OGM mais bien d'accélérer grandement la vitesse de sélection d'une nouvelle variété. Avec un peu d'optimisme, il n'est pas impensable d'imaginer pouvoir améliorer le contenu en zinc d'une plante en moins de dix ans. Malheureusement, pour que cette option sorte du domaine de l'anticipation, il faudra encore de longues années de recherche afin de connaître toutes les relations entre la génétique d'un individu et son comportement face à l'environnement extérieur.

Dans les deux cas, une connaissance parfaite du fonctionnement de tous les mécanismes internes qui régulent le zinc dans la plante est nécessaire à l'accomplissement de l'une ou l'autre option.

Le transport du zinc du sol aux racines, des racines aux feuilles et puis aux graines: la grande aventure du zinc

Actuellement, nos connaissances sont fragmentaires et limitées à quelques aspects de la physiologie de la plante. Hélas, la complexité du sujet ne facilite pas la vie aux chercheurs ! Chaque espèce ne peut être étudiée indépendamment. Au vu de la grande biodiversité terrestre, le travail serait titanesque et mobiliserait d'énormes ressources. Les chercheurs sont donc obligés de ruser et d'étudier en profondeur une espèce ou quelques-unes en particulier. Ensuite, ils pourront poser des hypothèses sur le fonctionnement général de tel ou tel système au sein d'une famille de plantes,



voire de tout le règne végétal. Afin de résoudre les mystères qui entourent le zinc dans la plante, l'étude de l'organisme peut s'envisager de deux façons, soit dans sa globalité, soit en le réduisant à des parties de plus en plus restreintes.

L'étude détaillée doit permettre d'obtenir des informations importantes sur les briques qui composent la plante tandis qu'une étude globale doit permettre de comprendre les liens entre ces différents éléments. À l'image d'une poupée russe, le transport des minéraux à travers la plante est composé de plusieurs acteurs, tout en faisant lui-même partie d'un plus grand ensemble. De part le monde, différentes équipes de chercheurs tentent depuis une petite dizaine d'années d'identifier les éléments charnières du transport des minéraux.

Tout d'abord, la plante doit être capable de prendre les minéraux dans le sol. Celui-ci contient plus ou moins de minéraux selon sa composition et sa capacité à donner les nutriments aux plantes dif-fère. Les plantes se sont donc adaptées au cours du temps à différentes conditions de vie. Pourtant, un point important reste constant chez les plantes car elles sont incapables de différencier de manière précise certains minéraux. Il en découle un risque d'intoxication de la plante avec des éléments chimiques très toxiques pour les êtres vivants en général mais proches de minéraux essentiels. Ces phénomènes de toxicité doivent être pris en compte dans la biofortification.

Une fois les minéraux entrés dans la plante, ils doivent être transportés des racines aux parties aériennes. Ensuite, la plante doit pouvoir mobiliser les minéraux pour faire face à des changements de son environnement de vie ou lorsque la demande est plus importante, notam-

ment lors de la floraison, où la plante investit toutes ses ressources dans les futures graines.

Dans un contexte plus global, le zinc est très proche du cadmium, un élément très toxique pour les êtres vivants. Les plantes ont donc mis au point au cours de l'évolution deux méthodes pour contrôler ces éléments toxiques dans la plante. Soit elle dépense son énergie à les faire sortir en continu, soit elle fait son nécessaire pour le stocker là où ils ne lui feront pas de mal. C'est ainsi que le stockage du zinc dans les parties consommées d'une plante peut être accompagné du stockage de minéraux toxiques et non-désirés. Les éléments contrôlant le stockage des minéraux est une étape clé dans la maîtrise de la biofortification.

L'approche de biofortification génétique ne peut se permettre des approximations. Un changement mineur peut induire des modifications inattendues. Des recherches doivent encore être entreprises pour identifier certains éléments charnières dans le transport du zinc. Beaucoup d'éléments ont été identifiés comme jouant un rôle direct ou indirect dans le transport du zinc et sont en cours d'étude. Mais seulement deux ou trois d'entre eux peuvent réellement prétendre au titre d'éléments charnières comme décrit ci-dessus.

En conclusion, c'est en comprenant comment fonctionne un organisme dans sa totalité, ou du moins en ce qui concerne quelques éléments importants pour le contrôle de ses qualités nutritionnelles, que les chercheurs d'aujourd'hui construisent le futur de notre alimentation. ■