



IAEA BULLETIN

Agence internationale de l'énergie atomique

55 – 1 / Mars 2014 • www.iaea.org/bulletin



Contribuer à une meilleure nutrition



Contribuer à une meilleure nutrition

Le Bulletin de l'AIEA

est produit par le

Bureau de l'information et de la communication

B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche)

Tél. : +43 1 2600 -21270

Fax : 43 1 2600 -29610

IAEBulletin@iaea.org

Division de l'information

Directeur : Serge Gas

Rédacteur en chef : Peter Kaiser

Conception et production : Ritu Kenn

Le Bulletin de l'AIEA est disponible

- › comme **application pour iPad**
- › en ligne à l'adresse www.iaea.org/bulletin
- › dans les archives à l'adresse www.iaea.org/bulletinarchive

Des extraits des articles du Bulletin peuvent être utilisés librement à condition que la source en soit mentionnée. Lorsqu'il est indiqué que l'auteur n'est pas fonctionnaire de l'AIEA, l'autorisation de reproduction, sauf à des fins de recension, doit être sollicitée auprès de l'auteur ou de l'organisation d'origine.

Les opinions exprimées dans le Bulletin ne représentent pas nécessairement celles de l'Agence internationale de l'énergie atomique, et l'AIEA décline toute responsabilité à cet égard.

Photo de couverture :

Une mère et son bébé au Burkina Faso.
(N. Mokhtar, AIEA)

Imprimé à Vienne (Autriche).

[Découvrez cette édition sur iPad](#)



TABLE DES MATIÈRES

IAEA Bulletin 55 – 1 / Mars 2014

L’AIEA met l’accent sur les besoins nutritionnels dans le monde	2
Yukiya Amano	
Les programmes nutritionnels de l’AIEA, carburant du développement mondial	3
Sasha Henriques	
L’infiniment petit peut révéler le tout : comment les techniques isotopiques aident à comprendre les mécanismes de la nutrition	5
Michael Amdi Madsen	
Les isotopes permettent de concevoir de meilleurs programmes nutritionnels	9
Daud Mohamad	
Améliorer la nutrition grâce aux isotopes stables	10
Aleksandra Sasa Gorisek	
Évaluer les interventions : la coopération technique de l’AIEA renforce les programmes nutritionnels	11
Kwaku Aning	
L’AIEA noue des partenariats avec des organisations internationales pour prévenir la malnutrition chez les enfants et les personnes âgées	12
Omar Yusuf	
Suivi des progrès nutritionnels : les programmes de création de capacités de l’AIEA	13
Christine Slater	
Évaluation des approches alimentaires de la prévention des carences en micronutriments à l’aide de techniques isotopiques	14
Cornelia U. Loechl	
Isotopes stables : la méthode de choix pour évaluer les interventions relatives à la vitamine A	17
Janet R. Hunt	
Utilisation des techniques nucléaires pour détecter une infection à <i>Helicobacter pylori</i>	19
Christine Slater	
Le Chili stoppe l’augmentation de l’obésité infantile	20
Aleksandra Sasa Gorisek	
Évaluation de l’allaitement au sein au moyen des sciences nucléaires	22
Sasha Henriques	
Appui de l’AIEA aux programmes nutritionnels : les États Membres s’expriment	24
• Renforcement des capacités au Burkina Faso sous l’égide de l’AIEA	
Jean-Bosco Ouedraogo	
• Renforcement des capacités d’évaluation des programmes de supplémentation en vitamine A au Cameroun	
Gabriel Medoua	
• Influence des études isotopiques sur les recommandations nutritionnelles nationales à Cuba	
Manuel Hernandez Triana	
• Centre collaborateur de l’AIEA dans le domaine de la nutrition à Bangalore (Inde)	
Anura Kurpad	
• Promotion d’une bonne nutrition par les techniques isotopiques au Maroc	
Hassan Aguentaou et Imane Elmanchawy	
• Amélioration de la nutrition en Thaïlande	
Pattanee Winichagoon	
• Les études appuyées par l’AIEA influencent la politique de supplémentation alimentaire au Sénégal	
Salimata Wade	

L'AIEA MET L'ACCENT SUR LES BESOINS NUTRITIONNELS DANS LE MONDE

Depuis plus de cinquante ans, l'AIEA aide ses États Membres à tirer parti des applications pacifiques des sciences et des techniques nucléaires pour apporter des avantages concrets à leurs populations. La nutrition est l'un des domaines dans lesquels le partenariat entre l'AIEA et les États Membres s'est continuellement approfondi.



Photo : Lui assurer une bonne nutrition peut avoir une profonde incidence sur la capacité d'un enfant de grandir, d'apprendre et de sortir de la pauvreté.

La malnutrition reste l'une des principales causes de décès chez les jeunes enfants. Éradiquer la malnutrition et améliorer la nutrition des enfants dans le monde figurent parmi les objectifs du Millénaire pour le développement, que l'AIEA s'est engagée à soutenir. Un enfant sur dix nés dans les pays en développement mourra avant son cinquième anniversaire – c'est-à-dire que plus de dix millions d'enfants meurent chaque année. Pour les nourrissons et les enfants de moins de deux ans, les conséquences de la sous-alimentation sont particulièrement graves, souvent permanentes. Les deux premières années de la vie d'un enfant sont essentielles pour sa santé et sa prospérité

futures. Pendant cette période, les enfants sont particulièrement vulnérables à la malnutrition et à une mauvaise hygiène. Lui assurer une bonne nutrition peut avoir une profonde incidence sur la capacité d'un enfant de grandir, d'apprendre et de sortir de la pauvreté, ce qui peut contribuer grandement à améliorer la santé, la stabilité et la prospérité d'une collectivité à long terme.

L'AIEA joue un rôle précieux en encourageant le recours aux techniques nucléaires et isotopiques pour élaborer des interventions nutritionnelles efficaces susceptibles d'améliorer considérablement la santé infantile. C'est ainsi qu'elle apporte une expertise technique pour l'utilisation de techniques faisant appel aux isotopes stables pour déterminer si les enfants, et leurs mères, sont correctement nourris. Ces techniques sont utilisées comme outils de recherche en nutrition depuis de nombreuses années. L'AIEA aide les États Membres à s'en servir pour évaluer les programmes nutritionnels nationaux et améliorer la politique de santé publique.

L'AIEA soutient le mouvement Renforcer la nutrition (SUN), par le biais du réseau du système des Nations Unies. Ce mouvement a été lancé par l'Assemblée générale des Nations Unies en septembre 2010 et repose sur le principe que chacun a un droit à l'alimentation et à une bonne nutrition. Il vise à réduire significativement la malnutrition dans les pays participants.

Le présent numéro du Bulletin de l'AIEA est consacré aux travaux de l'AIEA en matière de nutrition. Il présente notamment nos initiatives concernant la mesure de l'apport en lait maternel chez les nourrissons allaités, de la masse corporelle maigre (masse musculaire) des mères allaitantes et de la biodisponibilité du fer chez les nourrissons et les jeunes enfants. Il évoque aussi le paradoxe de la simultanéité de la sous-alimentation et de la suralimentation que l'on rencontre souvent au sein d'une même communauté, voire d'un même foyer, dans le monde entier.

L'AIEA est déterminée à faire tout son possible pour que la technologie nucléaire pacifique contribue à donner aux enfants du monde un avenir meilleur.

Yukiya Amano, Directeur général de l'AIEA

LES PROGRAMMES NUTRITIONNELS DE L'AIEA, CARBURANT DU DÉVELOPPEMENT MONDIAL

Najat Mokhtar, chef de la Section des études de nutrition et d'écologie sanitaire de l'AIEA, et sa collègue Christine Slater, nutritionniste travaillant dans cette section, expliquent à l'auteur, Sasha Henriques, pourquoi la nutrition est un domaine aussi critique pour l'Agence.

Q : Pourquoi l'AIEA s'intéresse-t-elle à la nutrition ?

En tant qu'organisation, l'un des objectifs statutaires de l'AIEA est « de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier ».

Une bonne nutrition est essentielle pour une bonne santé et le développement des pays. C'est pourquoi l'AIEA s'intéresse à la nutrition.

La nutrition est un tout. La malnutrition est l'une des principales causes de maladie et de décès. Elle affecte le développement du cerveau et la capacité d'apprendre, avec pour conséquence de mauvais résultats scolaires. Subie dans la petite enfance, elle peut causer chez l'adulte des maladies comme le diabète, l'hypertension et les maladies cardio-vasculaires.

Si l'on ne s'intéresse pas à la nutrition entre la conception et l'âge de deux ans, période décisive pour le reste de la vie d'une personne, il est souvent impossible d'intervenir efficacement plus tard.

Q : À première vue, nucléaire et nutrition ne vont pas ensemble. Quel est le rapport ?

Les États Membres de l'AIEA utilisent les techniques nucléaires pour faire avancer leurs programmes nutritionnels. Ces techniques comprennent le recours aux isotopes stables (non radioactifs) pour mieux comprendre comment les nutriments sont absorbés, utilisés ou stockés dans l'organisme. Ces techniques très précises et puissantes peuvent être utilisées de manière sûre et non invasive sur tout un chacun, des bébés aux personnes âgées, pour déterminer l'état nutritionnel et mesurer l'efficacité des programmes nutritionnels.

Les techniques nucléaires apportent souvent des réponses qu'aucun autre moyen ne permet de trouver.

En formant les États Membres à utiliser les techniques nucléaires en nutrition, l'AIEA complète les travaux que ces pays mènent avec



d'autres organisations internationales et des organismes à but non lucratif dans le monde pour combattre la malnutrition sous toutes ses formes et promouvoir la santé.

Q : La nutrition peut sembler être un créneau assez étroit. Pourquoi pensez-vous qu'elle requiert une attention nationale et internationale ?

La nutrition mérite une attention mondiale car elle a un impact direct avéré sur la santé et sur la croissance économique des pays. Pour qu'un pays se développe, il a besoin d'une population en bonne santé et capable d'acquérir de nouvelles compétences. La population doit être en bonne forme physiquement et mentalement. La malnutrition affecte à la fois le corps et le cerveau.

Une bonne nutrition dès le plus jeune âge est essentielle pour une croissance en bonne santé. Mère et son bébé dans un centre de santé au Burkina Faso.

(Photo : N. Mokhtar, AIEA)



Dans de nombreux pays en transition économique, l'obésité et les MNT connexes ont atteint les proportions d'une épidémie. L'AIEA aide les autorités nationales des Seychelles à se doter des capacités d'évaluer un programme d'intervention pour la prévention et le traitement de l'obésité infantile.

(Photo : N. Mokhtar, AIEA)

Les sciences nucléaires fournissent des données de grande valeur qui aident à formuler de meilleures stratégies d'intervention nutritionnelle.

Ainsi, il est prouvé que l'allaitement exclusif au sein pendant les six premiers mois est le meilleur départ nutritionnel qu'une mère puisse donner à son enfant. Or, de nombreuses mères ne pensent pas que donner à leurs nourrissons de l'eau ou un peu de tisane en cas de problème digestif signifie qu'elles n'allaitent pas exclusivement au sein.

Avec des méthodes de suivi classiques (questionnaires par exemple), les professionnels de santé seraient incapables de relever de telles incohérences. Pourtant, les techniques faisant appel aux isotopes stables fournissent des données irréfutables sur la pratique de l'allaitement exclusif au sein, et les décideurs, les médecins et les nutritionnistes peuvent modifier leur approche en conséquence.

Outre la mesure de l'apport en lait maternel chez les nourrissons allaités, les techniques nucléaires et isotopiques servent aussi à évaluer la composition corporelle et la dépense énergétique ; à évaluer la santé des os chez les personnes âgées ; à étudier comment l'organisme absorbe, utilise et retient d'importants nutriments comme les protéines, les glucides, les graisses, les vitamines et les sels minéraux ; à mesurer les réserves de vitamine A ; et à mesurer comment et dans quelle mesure l'organisme utilise le fer et le zinc apportés par les aliments et les régimes locaux.

Q : Est-ce que la malnutrition, c'est plus que de ne pas avoir assez à manger ?

Dans les pays plus prospères et les pays en transition économique se profile une épidémie de surpoids et d'obésité. C'est un problème majeur de santé publique et cette forme de malnutrition touche des personnes de tous âges et de tous horizons.

En conséquence, les taux de diabète, de maladies cardio-vasculaires et d'autres maladies non transmissibles (MNT) liées à l'alimentation augmentent dans le monde entier.

Les MNT sont un fardeau croissant dans les pays à revenu faible et intermédiaire, car elles touchent des personnes dans la force de l'âge et accroissent les pressions sur des systèmes de santé et des budgets publics et familiaux déjà sollicités à l'extrême. Les pays à revenu faible et intermédiaire supportent 86 % du fardeau que sont les décès prématurés dus aux MNT, qui ont pour conséquences d'immenses pertes économiques et des millions de personnes prises au piège de la pauvreté. La plupart de ces décès prématurés dus aux MNT sont largement évitables, mais nécessitent une approche plurisectorielle des politiques qui influent sur des facteurs de risque tels qu'une mauvaise alimentation, le manque d'activité physique et un accès insuffisant aux soins de santé.

Souvent, le surpoids et l'obésité surviennent tôt dans l'enfance. D'après les chiffres de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) pour 2011, ce sont quelque 43 millions d'enfants de moins de cinq ans qui sont en surpoids dans le monde entier. Ces enfants courent un risque accru de contracter une MNT pendant le reste de leur vie.

Q : Quelles sont les incidences mondiales et politiques de l'intérêt ou du manque d'intérêt pour la nutrition ?

Comme la malnutrition entrave la capacité de l'individu de mener une vie productive, ne pas s'intéresser à la nutrition perpétue la pauvreté dans les familles, les collectivités et les pays.

D'après le mouvement Renforcer la nutrition (SUN), plus de 30 % des jeunes enfants dans le monde souffrent de malnutrition avec de graves conséquences pour la santé, la capacité d'apprentissage, la productivité, le développement économique et la sécurité. Investir dans la nutrition contribue à briser le cycle de la pauvreté en accroissant le produit intérieur brut d'un pays d'au moins 2 à 3 % par an. Investir 1 dollar des États-Unis dans la nutrition peut rapporter jusqu'à 30 dollars.

L'INFINIMENT PETIT PEUT RÉVÉLER LE TOUT : COMMENT LES TECHNIQUES ISOTOPIQUES AIDENT À COMPRENDRE LES MÉCANISMES DE LA NUTRITION



Fig. 1 : Détermination de la quantité de graisse dans le corps humain par estimation de l'eau corporelle totale (ECT) au moyen d'isotopes.

Les isotopes stables donnent la possibilité d'estimer la quantité d'eau ou d'autres nutriments dans l'organisme ou la quantité d'un nutriment ingéré qui est absorbé et métabolisé ou excrété. Ils servent aussi à mesurer le taux d'absorption, d'utilisation ou de synthèse des protéines, graisses ou glucides.

Les isotopes stables du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène, de l'azote, du fer et du zinc peuvent être mis à contribution dans des études visant à évaluer l'état nutritionnel, la dépense énergétique, les pratiques d'allaitement au sein, le taux de micronutriments et l'absorption des nutriments présents dans nos aliments.

Les plus couramment utilisés sont notamment le deutérium (hydrogène 2), l'oxygène 18, le carbone 13 et l'azote 15. Pour les isotopes du fer, ce sont le ^{57}Fe et le ^{58}Fe , et pour ceux du zinc, ce sont le ^{67}Zn , le ^{68}Zn et le ^{70}Zn . Tous sont d'origine naturelle, mais certains de leurs éléments ou composés peuvent être synthétisés et enrichis par rapport à leur teneur naturelle. Ces isotopes ou composés marqués sont métabolisés par l'organisme de la même manière qu'à l'état naturel, mais présentent l'avantage supplémentaire de pouvoir être tracés. Les isotopes stables n'étant pas radioactifs, ils ne présentent donc aucun risque pour les êtres humains, quel que soit leur âge.

L'eau est composée d'isotopes d'hydrogène et d'oxygène. L'eau naturelle est essentiellement composée de ^1H et de ^{16}O , mais contient en très faible quantité du ^2H (deutérium) et du ^{18}O . On peut cependant faire en sorte qu'elle contienne ces deux derniers isotopes en plus grande quantité.

On dira alors qu'elle est enrichie. L'eau deutérée (D_2O) est de l'eau enrichie dans laquelle 99,8 % des atomes d'hydrogène se présentent sous la forme d'hydrogène 2.

Évaluation de la composition corporelle

Il est possible de déterminer la quantité de graisse dans le corps humain en estimant l'eau corporelle totale (ECT) au moyen d'isotopes. On peut penser au corps humain comme étant composé d'une masse grasse et d'une masse maigre. S'il n'y a pas d'eau dans la masse grasse, la masse maigre est constituée quant à elle de 73 à 80 % d'eau. La masse maigre d'un nouveau-né contient 80 % d'eau, pourcentage qui passe progressivement à 73 % à l'âge adulte. On peut donc déterminer la masse maigre en estimant l'ECT puis en appliquant un coefficient d'hydratation approprié. La masse grasse est la différence entre le poids corporel et la masse maigre. Les résultats sont parfois exprimés en pourcentage du poids corporel total.

La technique de dilution de deutérium (Fig. 1) consiste à analyser la salive et/ou l'urine d'une personne juste avant qu'elle ingère une dose d'eau marquée au deutérium et de répéter l'opération 3 à 5 heures plus tard. L'enrichissement en deutérium apparaît visiblement dans les échantillons de sa salive et de son urine.

L'analyse des échantillons d'urine ou de salive prélevés sur le sujet soumis au test après équilibration isotopique montre des niveaux

plus élevés de deutérium. Celui-ci se répartit uniformément dans l'organisme après 3 à 5 heures.

On compare les échantillons d'urine ou de salive prélevés avant ingestion de la dose par le sujet à ceux qui ont été prélevés après ingestion de la dose pour calculer l'ECT, la masse maigre et enfin la quantité de graisse dans le corps. La composition corporelle est un bon indicateur de l'état de santé. Trop de graisse ou trop peu de masse maigre élève le risque d'affections graves.

Évaluation des pratiques d'allaitement au sein

La nutrition joue un rôle essentiel dans le développement des petits enfants. Les techniques isotopiques peuvent aider à déterminer si un bébé est exclusivement allaité au sein ou non ainsi que la quantité de lait maternel qu'il consomme. Déterminer ce



Fig. 2 : Technique de la dose administrée à la mère

La mère boit de l'eau deutérée. Le deutérium se mélange à l'eau dans son organisme ainsi qu'au lait que le bébé absorbe. La salive de la mère et du nourrisson est enrichie en deutérium. Le taux d'enrichissement peut être évalué avec des appareils sensibles.

deuxième paramètre à l'aide de techniques traditionnelles peut prendre beaucoup de temps. Cela peut aussi perturber les habitudes alimentaires du bébé, car ces méthodes exigent qu'il soit pesé avant et après chaque prise. Une autre technique plus précise et très instructive est celle qui est connue sous le nom de technique de la dose d'eau deutérée administrée à la mère. C'est la seule façon de déterminer si un bébé est exclusivement nourri au sein ou non.

Une mère allaitante boit une dose d'eau deutérée qui se répartit dans tout son organisme et qui se mélange à son lait (Fig. 2). Pendant 14 jours, des échantillons de salive ou d'urine sont prélevés chez la mère et le nourrisson, qui révèlent les variations de la concentration isotopique. On obtient ainsi des informations sur la prise de lait maternel par le nourrisson et sur son éventuelle consommation d'eau à partir d'autres sources, ainsi que sur la composition corporelle de la mère.

Après que la mère a absorbé la dose d'eau marquée, le deutérium est progressivement évacué de son organisme et passe dans celui de son bébé (Fig. 3). Le deutérium présent dans l'organisme du bébé ne provient que du lait qu'il a absorbé pendant l'allaitement. À mesure que le deutérium est éliminé de l'organisme de la mère, le taux d'enrichissement de son lait décroît et par voie de conséquence il diminue aussi dans l'organisme de son bébé. Un modèle mathématique permet de déterminer la proportion du deutérium administré à la mère se retrouvant dans la salive du bébé, qui est fonction de la quantité de lait maternel absorbé par ce dernier. Ce modèle permet aussi d'estimer la quantité d'eau provenant d'autres sources que le lait maternel et donc de déterminer si le bébé est exclusivement nourri au sein ou non.

Évaluation de la dépense énergétique totale

Pour déterminer la quantité de nourriture dont une personne a besoin, il est important tout d'abord de déduire la quantité d'énergie qu'elle dépense. Si de l'eau marquée à l'hydrogène 2 (eau deutérée) est mélangée à de l'eau marquée à l'oxygène 18, le mélange obtenu est de l'eau doublement marquée (EDM). Les chercheurs peuvent utiliser de l'EDM pour estimer les dépenses énergétiques journalières totales (Fig. 4). La dépense énergétique totale sert aussi à déterminer le niveau d'activité physique d'une personne.

Le participant absorbe une dose d'EDM qui se répartit dans toute l'eau corporelle. Chaque fois qu'il respire ou fait de l'exercice, une partie de l'oxygène et de l'hydrogène marqués est évacuée dans son urine, sa sueur et son haleine. Le deutérium s'élimine uniquement dans l'eau, tandis que l'oxygène 18 s'élimine à la fois dans l'eau et le dioxyde de carbone. La différence entre le taux d'élimination du deutérium et celui de l'oxygène 18 est une mesure du taux

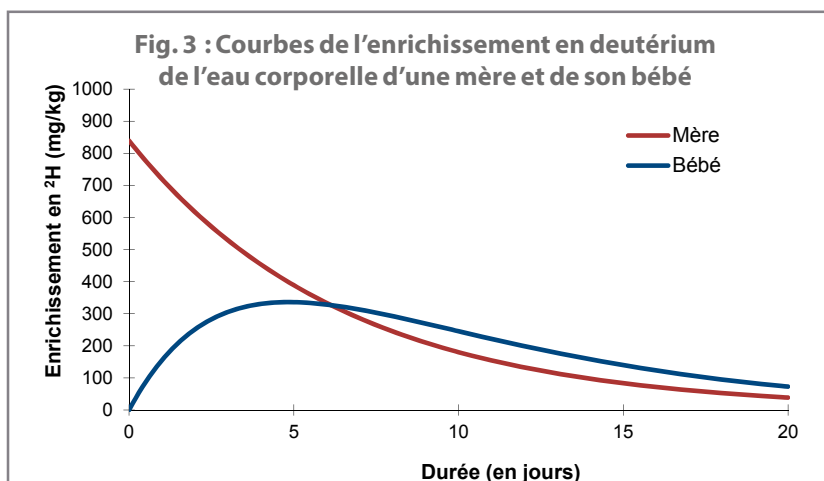


Fig. 3 : Courbes de l'enrichissement en deutérium de l'eau corporelle d'une mère et de son bébé



Fig. 4 : Méthode de l'eau doublement marquée

Après absorption d'une dose d'EDM, l'eau corporelle s'enrichit en deutérium et en oxygène 18. Avec le temps, le deutérium (points orange) et l'oxygène 18 (points rouges) sont éliminés de l'organisme et leur taux de diminution est un indicateur direct de la dépense énergétique.

de production de dioxyde de carbone, à partir duquel la dépense énergétique peut être calculée (Fig. 5). L'analyse des échantillons d'urine prélevés pendant 14 jours montre comment s'éliminent les isotopes ingérés. Une élimination très lente indique une dépense énergétique faible, alors qu'une élimination plus brutale, plus rapide révèle une dépense énergétique élevée. Idéale pour estimer les dépenses énergétiques journalières totales dans des conditions de vie normales, la technique de l'EDM est employée par l'AIEA dans des projets portant sur l'obésité infantile et la qualité de vie des personnes âgées.

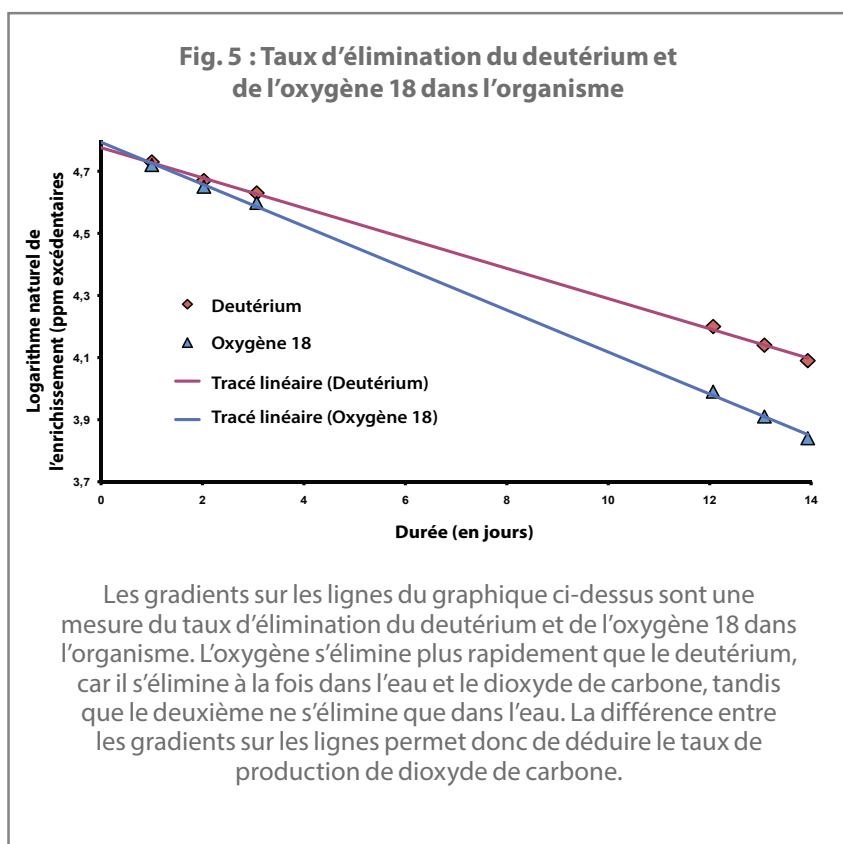
Évaluation des réserves de vitamine A dans l'organisme

Des chercheurs font appel à la technique de dilution isotopique des isotopes stables pour déterminer la variation de la biodisponibilité de la vitamine A pendant une intervention (enrichissement des aliments ou supplémentation en vitamine A ou encore stratégies visant à encourager la consommation d'aliments nutritifs très variés). Les méthodes faisant appel aux isotopes stables (Fig. 6) sont le seul moyen non invasif de déterminer si les niveaux de vitamine A sont trop élevés. Cela peut se produire lorsque des programmes de supplémentation et d'enrichissement des aliments en vitamine A sont exécutés dans les mêmes populations.

On peut marquer la vitamine A à l'aide d'isotopes stables d'hydrogène (^2H) et de carbone (^{13}C).

Évaluation de la biodisponibilité du fer et du zinc

L'évaluation de la biodisponibilité (absorption et utilisation) des nutriments dans les aliments est importante car les êtres humains mangent d'habitude plus qu'un seul type d'aliment à la fois, dont certains pourraient contenir des agents qui en favorisent ou en inhibent l'absorption.



Des études sur la biodisponibilité du fer et du zinc dans les aliments menées à l'aide d'isotopes stables peuvent révéler des différences marquées dans l'absorption selon les combinaisons d'aliments. Les isotopes stables du fer et du zinc permettent de déterminer la biodisponibilité des minéraux dans un aliment test qui a été enrichi ou bioenrichi ou qui est consommé en même temps qu'un inhibiteur potentiel (par ex., l'acide phytique dans des céréales, noix, graines et légumineuses) ou qu'un agent qui favorise l'absorption des minéraux (par ex., la vitamine C). Ils peuvent être ajoutés à un aliment test.

La figure 7 décrit le plan d'une étude destinée à évaluer l'assimilation du fer dans les érythrocytes

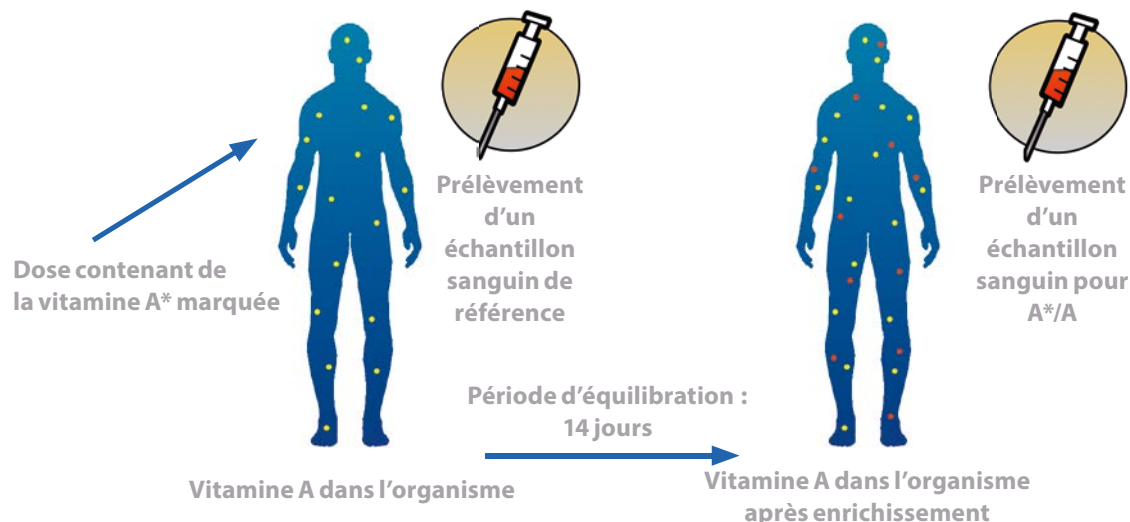


Fig. 6 : Détermination du bilan vitaminique A

Pour déterminer le bilan vitaminique A, on administre une dose de vitamine A marquée à l'aide d'un isotope stable après avoir prélevé un échantillon sanguin de référence. Une période d'équilibration de la dose avec les réserves de vitamine A dans l'organisme est nécessaire avant qu'un échantillon sanguin de suivi puisse être prélevé pour analyse par spectrométrie de masse. À partir de la dilution de la dose de vitamine A marquée à l'aide de l'isotope, qui aura été mesurée précisément, il est possible de calculer la quantité totale de vitamine A présente sous une forme échangeable dans l'organisme. C'est la méthode la plus sensible pour établir de manière non invasive le bilan vitaminique A dans son intégralité, de la carence jusqu'à l'excès.

après la consommation d'un repas à base de céréales et du même repas accompagné d'une orange, contenant donc de la vitamine C – qui favorise l'absorption du fer.

Un échantillon sanguin de référence est prélevé et un repas test (A), contenant une quantité connue d'un isotope stable du fer (^{57}Fe), est consommé. Le jour suivant, un repas test (B) comprenant une quantité connue d'un deuxième isotope stable du fer (^{58}Fe) ainsi qu'un agent qui potentiellement favorise ou inhibe l'absorption du fer est consommé. La moitié des participants à l'étude consomme les repas tests dans l'ordre inverse de l'autre moitié.

Un deuxième échantillon sanguin est prélevé deux semaines plus tard. Après traitement des échantillons sanguins, les isotopes du fer sont analysés avec un spectromètre de masse approprié. L'analyse des coefficients des isotopes stables du fer avant et après la consommation des repas tests permet de déterminer la quantité de fer présente dans les repas qui aura été absorbée et assimilée par les érythrocytes, faisant apparaître l'effet produit par les agents qui en favorisent ou en inhibent l'assimilation ayant été rajoutés.

Michael Amdi Madsen, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA

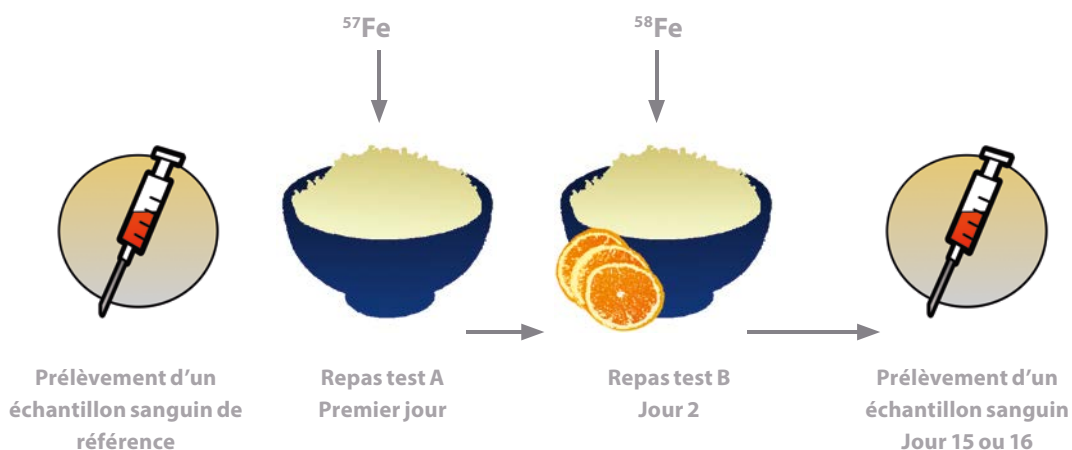


Fig. 7 : Évaluation de l'absorption du fer

LES ISOTOPES PERMETTENT DE CONCEVOIR DE MEILLEURS PROGRAMMES NUTRITIONNELS

Une bonne nutrition est essentielle pour une bonne santé. Pour assurer une bonne nutrition, les graisses de forte densité énergétique, les protéines et les glucides doivent s'accompagner de vitamines et de sels minéraux. La malnutrition est le résultat d'une alimentation trop riche ou trop pauvre et d'un manque de variété des types d'aliments consommés. Plus de 30 % des jeunes enfants dans le monde souffrent d'une forme quelconque de malnutrition avec des conséquences dévastatrices pour la santé, l'apprentissage, le potentiel de revenu futur, le développement économique, la résilience et la sécurité. La sous-alimentation dans les premières années de vie, suivie d'un gain de poids excessif pendant l'enfance, accroît le risque de maladies chroniques à l'âge adulte. L'obésité a pris les proportions d'une épidémie dans le monde, au moins 2,8 millions d'adultes mourant chaque année de maladies liées au surpoids ou à l'obésité comme les maladies cardio-vasculaires, le diabète et certains types de cancer.

Les techniques faisant appel aux isotopes stables jouent un rôle important dans l'élaboration et le suivi des interventions contre la malnutrition. Comparées à d'autres techniques classiques, ces méthodes, dont la radioactivité est absente, permettent des mesures beaucoup plus sensibles et spécifiques. Elles peuvent servir à établir le rapport des tissus maigres aux graisses dans la composition corporelle ; à estimer le nombre de calories dépensées chaque jour ; à déterminer si les nourrissons allaités sont exclusivement nourris au sein comme le recommande l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) ; à évaluer les réserves en vitamine A d'une personne ; et à établir dans quelle mesure l'organisme utilise le fer et le zinc apportés par les aliments et les régimes locaux. Les États Membres disposent ainsi d'informations les aidant à concevoir ou améliorer les programmes nationaux de santé et de nutrition.

L'AIEA collabore avec les États Membres, dans le cadre de projets nationaux et régionaux de coopération technique et de projets de recherche coordonnée, pour l'élaboration et le suivi d'interventions durables de lutte contre la malnutrition.

La malnutrition est passée au premier plan des préoccupations mondiales en matière de santé à cause de ses conséquences à long terme. Avec d'autres organismes des Nations Unies, l'AIEA est associée au mouvement Renforcer la nutrition (SUN), lancé par l'Assemblée générale des Nations Unies en septembre 2010. Le mouvement repose sur

le principe que chacun a un droit à l'alimentation et à une bonne nutrition, et vise à réduire considérablement la malnutrition dans les pays participants. À ce jour, les experts de l'AIEA ont aidé 16 pays participant au SUN à renforcer leur capacité d'utiliser les techniques isotopiques pour mieux gérer et pour améliorer la nutrition parmi leurs populations.

Face aux proportions épidémiques que l'augmentation des maladies chroniques a prises dans le monde, l'OMS a élaboré le Plan d'action mondial pour la lutte contre les maladies non transmissibles. L'AIEA participe à la nouvelle Équipe spéciale interorganisations des Nations Unies sur la prévention et la maîtrise des maladies non transmissibles (MNT), qui coordonnera les activités des organismes des Nations Unies pour la mise en œuvre du Plan d'action, lequel comporte des objectifs relatifs à la prévention de l'obésité et à l'augmentation de l'activité physique.

L'AIEA fait aussi partie du Groupe spécial international sur la malnutrition, groupe interorganisations de consultation et de sensibilisation sur la lutte contre la malnutrition aiguë, fruit d'une collaboration entre l'OMS, le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF), l'AIEA, l'Association internationale de pédiatrie et l'Union internationale des sciences de la nutrition.

En mai 2014, l'AIEA accueillera le Colloque international sur la compréhension de la malnutrition modérée chez les enfants en vue d'interventions efficaces. La malnutrition modérée est associée à davantage de décès liés à la nutrition que la malnutrition grave, car elle est plus répandue parmi les enfants. Cette manifestation de quatre jours passera en revue, entre autres thèmes, l'état actuel des connaissances, les lacunes dans les connaissances et les recherches à mener dans ce domaine. Elle rassemblera des nutritionnistes, des professionnels de santé, des décideurs en matière de santé et de nutrition et des partenaires comme le mouvement SUN, l'OMS, le Programme alimentaire mondial et l'UNICEF.

J'espère que le colloque permettra de renforcer la coopération entre les experts et les décideurs et de créer des opportunités pour d'autres recherches et d'autres applications des diverses approches afin de réduire la malnutrition et de contribuer à une meilleure santé pour tous.

Daud Mohamad, Directeur général adjoint chargé du Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA



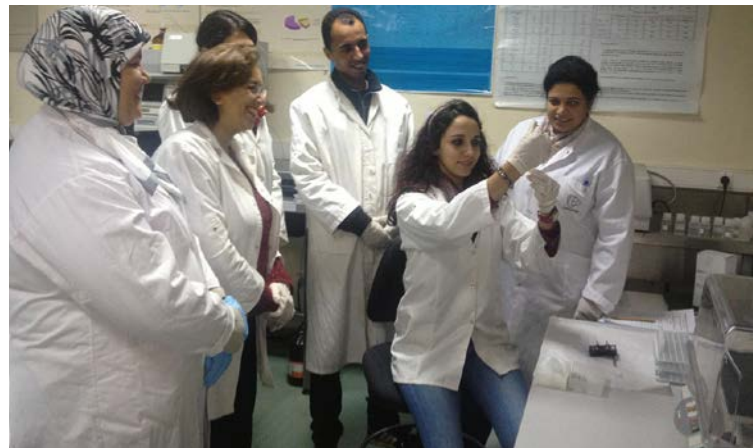
Photo : Daud Mohamad

AMÉLIORER LA NUTRITION GRÂCE AUX ISOTOPES STABLES



1 L'être humain a besoin d'aliments et d'eau pour survivre, mais des aliments nutritifs sont essentiels pour une vie saine. Les graisses de forte densité énergétique, les protéines et les glucides doivent s'accompagner de vitamines et de sels minéraux (micronutriments) pour une bonne nutrition. La malnutrition, déséquilibre des nutriments, peut résulter d'une alimentation trop riche ou trop pauvre.

(Photo : A. S Gorisek, AIEA)



2 L'AIEA travaille avec d'autres organismes pour évaluer dans les États Membres des interventions conçues pour traiter le problème de la malnutrition. Les techniques faisant appel aux isotopes stables peuvent être utilisées pour valider les informations recueillies par le biais de questionnaires ou de simples mesures. La création de capacités par la formation et la fourniture d'équipements permet aux nutritionnistes du monde entier d'employer ces méthodes dans des groupes de population car elles sont sûres, non invasives et applicables aux adultes et aux enfants de tous âges.

(Photo : H. Aguenau, Maroc)



3 Comparées à d'autres techniques classiques, ces méthodes, dont la radioactivité est absente, permettent des mesures beaucoup plus sensibles et spécifiques pour évaluer les interventions nutritionnelles et comportementales, comme les programmes d'enrichissement des aliments et de promotion d'une alimentation saine et de l'activité physique.

(Photo : E. Aguilar Lema, Équateur)



4 Les techniques faisant appel aux isotopes stables aident les scientifiques à déterminer si l'organisme reçoit, utilise et retient les bonnes quantités de micronutriments, à mesurer le rapport des tissus maigres aux graisses dans la composition corporelle et à estimer le nombre de calories dépensées chaque jour. Elles permettent aussi de déterminer si les nourrissons allaités sont exclusivement nourris au sein comme le recommande l'OMS, et combien de lait ils absorbent. Les États Membres disposent ainsi d'informations les aidant à concevoir ou améliorer les programmes nationaux de santé et de nutrition.

(Photo : M. E. Valencia Juillerat, Mexique)

Texte d'Aleksandra Sasa Gorisek, Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA

ÉVALUER LES INTERVENTIONS : LA COOPÉRATION TECHNIQUE DE L'AIEA RENFORCE LES PROGRAMMES NUTRITIONNELS

La malnutrition – sous toutes ses formes – est un important enjeu de développement, qui affecte la santé infantile, la productivité au travail et les programmes nationaux de santé dans tous les pays du monde. Si les effets de la sous-alimentation sont bien connus, on sait moins que l'impact à long terme de l'obésité ou d'une nutrition inadéquate peut aussi être très dommageable pour la santé et l'économie nationale. De plus en plus de pays prennent des mesures pour mener des interventions en matière de nutrition ou d'activité physique afin d'améliorer la santé future des enfants, ainsi que la santé de leurs populations en général. Ces interventions peuvent comprendre la promotion de l'allaitement exclusif au sein, des programmes de petit déjeuner ou de repas à l'école, des campagnes de sensibilisation à la nutrition, l'enrichissement des aliments et des investissements dans les activités et installations sportives.

Dans le cadre de son programme de coopération technique (CT), l'AIEA collabore avec ses États Membres pour les aider à évaluer l'efficacité et l'efficacités de tels programmes d'intervention afin de s'assurer que les efforts publics ont l'effet voulu et que les ressources sont bien employées. Pour de telles évaluations, il est essentiel de disposer de données fiables et c'est là que la science et la technologie nucléaires entrent en jeu.

Les techniques nucléaires peuvent être utilisées pour recueillir toute une gamme d'importantes données liées à la nutrition pour : évaluer

la composition corporelle, mesurer la dépense énergétique journalière totale des personnes, surveiller l'efficacité des programmes d'allaitement maternel, déterminer la densité minérale osseuse et mesurer la biodisponibilité des micronutriments apportés par les aliments. Les techniques nucléaires peuvent aussi servir à évaluer les réserves en vitamine A. Les données recueillies grâce à ces techniques permettent aux gouvernements de prendre des décisions reposant sur des faits à propos des programmes nutritionnels, de la promotion du sport à l'école et de l'enrichissement des aliments, et de soutenir l'élaboration de programmes nutritionnels nationaux efficaces.

Les projets de CT de l'AIEA dans le monde ont contribué à l'élaboration et à l'évaluation des interventions visant à ralentir l'augmentation considérable de l'obésité infantile au Moyen-Orient et à renforcer les capacités dans la région Asie et Pacifique. Ils ont aussi joué un rôle dans la conception et l'amélioration des interventions visant à prévenir et maîtriser l'obésité et les risques sanitaires connexes en Afrique et en Amérique latine. Enfin, ils ont permis de créer des capacités d'utilisation des techniques nucléaires pour évaluer la composition corporelle dans 17 pays d'Amérique latine et des Caraïbes, 23 pays d'Afrique et dix pays de la région Asie et Pacifique.

Kwaku Aning, Directeur général adjoint chargé du Département de la coopération technique



Photo : Kwaku Aning



Bénéficiaires du programme de coopération technique de l'AIEA.

(Photo : R. Quevenco, AIEA)

L'AIEA NOUE DES PARTENARIATS AVEC DES ORGANISATIONS INTERNATIONALES POUR PRÉVENIR LA MALNUTRITION CHEZ LES ENFANTS ET LES PERSONNES ÂGÉES



Coopération technique régionale avec des parties prenantes d'États Membres d'Amérique latine.

(Photo : E. Cody, AIEA)

La période allant de la conception à l'âge de deux ans – les mille premiers jours de vie d'un enfant – offre une possibilité unique d'éviter des risques sanitaires ultérieurement. Traditionnellement, l'évaluation de la croissance dans cette période cruciale de vulnérabilité précoce se fait essentiellement par des mesures anthropométriques telles que la taille et le poids, et l'on accorde moins d'attention à la qualité de la croissance et à la répartition relative des nutriments entre la masse maigre et la masse grasse. Or, on sait désormais que la quantité et la répartition des graisses corporelles et la quantité et la composition de la masse maigre sont très importantes pour les perspectives de santé à long terme des nourrissons et des enfants.

Les techniques isotopiques peuvent servir à mesurer la composition corporelle avec un haut degré de précision. Les gouvernements disposent ainsi de données essentielles pour prendre des décisions basées sur des faits concernant les interventions nutritionnelles nationales.

L'AIEA travaille en partenariat avec des organisations internationales dans le monde entier pour diminuer la malnutrition et, ainsi, réduire la multitude de maladies évitables dues à une mauvaise nutrition.

Par exemple, l'AIEA et l'OMS collaborent pour élaborer des normes de référence sur la composition corporelle de la naissance à l'âge de deux ans. Ces normes aideront les États Membres à évaluer leurs stratégies de réduction de la sous-alimentation chez les nourrissons et les enfants.

En outre, dans le cadre de ses efforts pour promouvoir une meilleure nutrition chez

les nourrissons et les enfants, l'AIEA participe au mouvement Renforcer la nutrition (SUN). Elle fait aussi partie du Groupe spécial international sur la malnutrition, qui contribue à doter les pays en développement des moyens de lutter contre la malnutrition sous toutes ses formes.

L'OMS recommande que les nourrissons soient exclusivement nourris au sein pendant les six premiers mois afin d'assurer un niveau optimal de croissance, de développement et de santé, et que les enfants continuent d'être allaités tout en recevant des aliments nutritifs complémentaires jusqu'à l'âge de deux ans ou au-delà. L'AIEA et le Bureau régional de l'OMS pour l'Afrique collaborent dans le cadre d'un projet régional de coopération technique, auquel participent plus de 13 pays, sur l'utilisation de méthodes faisant appel aux isotopes stables pour évaluer les interventions visant à promouvoir l'allaitement exclusif au sein.

L'AIEA collabore avec le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale dans le cadre du programme HarvestPlus en ce qui concerne l'utilisation des techniques faisant appel aux isotopes stables pour évaluer l'efficacité de la biofortification (amélioration de la valeur nutritionnelle des aliments de base) pour ce qui est d'accroître les apports en micronutriments dans les populations et de contribuer à éliminer la faim cachée que sont les carences en micronutriments.

À l'autre extrémité de la gamme des âges, l'AIEA et l'Organisation panaméricaine de la Santé (OPS)/OMS collaborent dans le cadre d'un projet régional de coopération technique de l'AIEA pour aider les États Membres d'Amérique latine à utiliser les techniques faisant appel aux isotopes stables pour le diagnostic précoce de la sarcopénie chez les personnes âgées. La sarcopénie est la perte de la masse et de la force musculaires liée au vieillissement.

En réunissant diverses organisations et institutions partageant le même objectif – promouvoir la nutrition pour améliorer la santé – les partenariats interinstitutions continueront de s'avérer efficaces pour ce qui est de réduire le plus possible les nombreux problèmes de santé causés par la malnutrition.

Omar Yusuf, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA

SUIVI DES PROGRÈS NUTRITIONNELS : LES PROGRAMMES DE CRÉATION DE CAPACITÉS DE L'AIEA



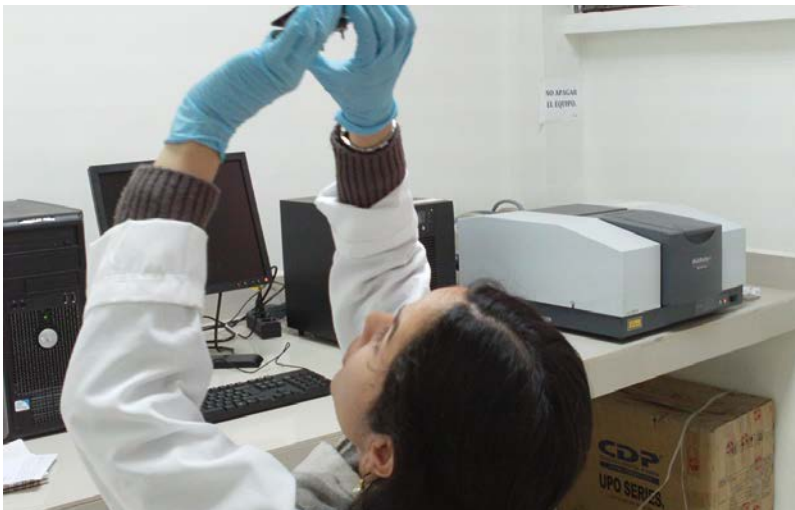
1 Koweït : L'AIEA a contribué à la création d'une unité d'évaluation de la composition corporelle à l'Institut koweïtien de recherche scientifique. Les installations comprennent un spectromètre de masse à rapport isotopique pour l'analyse de l'enrichissement en deutérium et en oxygène 18 et un appareil d'absorptiométrie à rayons X en double énergie pour l'évaluation de la teneur minérale osseuse. En collaboration avec le Département de la nutrition du Ministère de la santé, les équipements sont utilisés pour évaluer la composition corporelle et la dépense énergétique chez les enfants koweïtiens d'âge scolaire dans le cadre de l'évaluation d'un programme visant à ralentir l'augmentation de l'obésité infantile au Koweït.

(Photo : C. Slater, AIEA)



2 Botswana : L'AIEA a contribué à créer des installations d'analyse de l'enrichissement en deutérium par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) au Centre national de recherche sur la technologie alimentaire. Le Centre est un centre régional désigné dans le domaine de l'application des techniques de dilution du deutérium en nutrition humaine et a accueilli de nombreux cours régionaux sur ce thème. L'installation a servi à évaluer un programme de supplémentation alimentaire pour des adultes vivant avec le VIH, ainsi que les pratiques des femmes de la région en matière d'allaitement au sein.

(Photo : M. E. Valencia Juillerat, Mexique)



3 Équateur : Dans le cadre de projets nationaux et régionaux de coopération technique, l'AIEA a contribué à créer des installations d'analyse de l'enrichissement en deutérium par spectroscopie IRTF dans 17 pays d'Amérique latine, dont l'Équateur. Ces installations servent à évaluer les programmes nationaux conçus pour combattre le double fardeau de la malnutrition dans la région, où coexistent les carences en micronutriments et l'obésité.

(Photo : E. Aguilar Lema, Équateur)



4 Costa Rica : Avec l'aide de l'AIEA, l'Université du Costa Rica a créé un laboratoire d'évaluation de la composition corporelle grâce aux techniques faisant appel à la dilution du deutérium. L'achat d'un spectromètre IRTF a permis à la contrepartie d'obtenir des fonds pour la mise à niveau du laboratoire et l'installation de la climatisation. Le laboratoire a servi à évaluer l'impact des programmes nationaux visant à diminuer la prévalence des carences en micronutriments, de l'obésité et des maladies non transmissibles chez les enfants d'âge scolaire.

(Photo : E. Quintana Guzmán, Costa Rica)

Texte : Christine Slater, Section des études de nutrition et d'écologie sanitaire, AIEA

ÉVALUATION DES APPROCHES ALIMENTAIRES DE LA PRÉVENTION DES CARENCES EN MICRONUTRIMENTS À L'AIDE DE TECHNIQUES ISOTOPIQUES



Les fruits et les légumes sont une des principales sources de vitamines et de minéraux – marché à Cotonou (Bénin).

(Photo : C. U. Loechl, AIEA)

Un bon régime alimentaire n'est pas constitué seulement de glucides, de protéines et de matières grasses. On peut consommer suffisamment de calories pour vivre, mais une alimentation qui n'apporte pas des niveaux suffisants de vitamines et de minéraux cruciaux ne permet pas d'être en bonne santé mentalement et physiquement. Un manque de vitamines et de minéraux essentiels est souvent à l'origine de ce que l'on appelle la « faim cachée », qui donne lieu à des signes de dénutrition moins visibles dont on n'a même pas conscience. Selon les estimations, la faim cachée touche jusqu'à 2 milliards de personnes dans le monde. Les carences en vitamines et en minéraux représentent, estime-t-on, 7,3 % de la charge globale de morbidité, les carences en fer et en vitamine A figurant parmi ses 15 principales causes. La faim cachée nuit au développement mental et physique des enfants et des adolescents et peut se traduire par un QI inférieur, un retard de croissance et une cécité ; dans les pays à faible revenu, les femmes et les enfants sont particulièrement vulnérables. La faim cachée

abaisse en outre la productivité des hommes et des femmes adultes du fait qu'elle accroît le risque de maladie et réduit la capacité de travail.

Les micronutriments sont des substances dont on a besoin quotidiennement en quantités inférieures à 100 mg (soit moins que le poids de deux grains de sel !) pour être en bonne santé, croître et se développer. Ils comprennent toutes les vitamines, ainsi que certains minéraux comme le zinc, le fer, le chrome, le cuivre, le manganèse et l'iode. Ils jouent un rôle nutritionnel important, notamment en assurant une croissance et un développement sains, une résistance à l'infection et des fonctions particulières comme une bonne vision, la résistance des os ou le transport d'oxygène dans les globules rouges. De nombreux micronutriments ne sont présents qu'en quantité limitée dans les régimes alimentaires humains, en raison principalement d'une forte consommation d'aliments de base énergétiques pauvres en nutriments. Dans les pays en développement, nombreux sont ceux qui n'ont pas les moyens

d'acheter un large éventail d'aliments nutritifs comme la viande, les œufs ou le poisson ainsi que des fruits et des légumes pour couvrir leurs besoins nutritionnels ou qui n'y ont pas accès.

Parmi les stratégies actuelles de lutte contre la faim cachée figurent la supplémentation individuelle, la fortification des aliments de base, la biofortification des cultures et une diversification améliorée du régime alimentaire.

La **supplémentation en micronutriments** apporte un ou plusieurs micronutriments quotidiennement ou périodiquement sous forme liquide, en cachets ou en capsules. Ainsi, des suppléments en vitamine A à forte dose sont administrés tous les six mois à des enfants âgés de 6 à 59 mois en vue de prévenir la mortalité dans les zones où il existe une carence endémique en vitamine A.

On peut **fortifier les aliments** de base en ajoutant des micronutriments à ceux qui sont consommés régulièrement par la population, afin de lui apporter fréquemment ces micronutriments en quantités voulues pour prévenir les carences tout en évitant le risque qu'elle en consomme trop, ce qui serait également malsain. Cela assure un système de distribution efficace d'aliments de base traités sur quelques sites seulement et distribués largement, par exemple aux grandes minoteries et aux principaux producteurs d'huiles de friture.

La **biofortification** est un procédé visant à améliorer la qualité nutritionnelle des cultures de base. Les cultures biofortifiées accumulent davantage de minéraux et de vitamines dans leurs graines et leurs racines au cours de la croissance. La biofortification est conçue comme une approche agricole autonome de la fortification des aliments consistant à obtenir, sélectionner et promouvoir des cultures stables sur la base également de leur teneur en nutriments afin de répondre aux besoins nutritionnels humains et pas seulement d'autres caractéristiques agricoles comme le rendement ou la résistance aux maladies.

Une autre stratégie essentielle consiste à favoriser une diversification du régime alimentaire ou la consommation d'aliments très divers appartenant à des groupes alimentaires distincts. Les **stratégies de diversification ou de modification du régime alimentaire** au niveau des communautés ou des ménages visent à améliorer la disponibilité d'aliments à teneur et biodisponibilité élevées en micronutriments tout au long de l'année, l'accès à ces aliments et leur utilisation. Cette approche implique une modification des pratiques de production alimentaire, des choix alimentaires et des méthodes domestiques traditionnelles de préparation et de traitement des aliments locaux.

L'AIEA fournit un appui pour l'utilisation de techniques faisant appel aux isotopes stables en vue d'étudier l'absorption et la rétention du fer et du zinc provenant d'aliments fortifiés ou

L'AIEA APPUIE DES RECHERCHES SUR LES SYSTÈMES AGROALIMENTAIRES TENANT COMPTE DES EXIGENCES NUTRITIONNELLES

Dans le prolongement de ses recherches sur la biofortification, l'AIEA entreprend un projet quinquennal de recherche coordonnée sur le recours aux techniques nucléaires pour évaluer le rôle des systèmes agroalimentaires tenant compte des exigences nutritionnelles dans l'amélioration du régime alimentaire, de la santé et de l'état nutritionnel de populations vulnérables. Ce projet permettra de recueillir d'importantes informations sur le rôle de la composition corporelle dans la compréhension du lien entre agriculture et nutrition et dans le renforcement des justifications des politiques et pratiques agricoles qui tiennent compte des exigences nutritionnelles. Par rapport au poids total, la composition corporelle offre un moyen plus sensible d'évaluer les modifications de l'état nutritionnel à la suite d'interventions agricoles tenant compte des exigences nutritionnelles et de modifications de la consommation. Dans le cadre de ce projet, il sera fait appel à la technique de dilution d'isotopes stables du deutérium, une des plus précises pour déterminer la composition corporelle. Les études acceptées jusqu'ici par le Bangladesh, Cuba, Haïti, le Myanmar, le Pérou, le Sénégal et la Tanzanie évalueront différentes interventions agricoles tenant compte des exigences nutritionnelles, telles que les jardins domestiques ou communautaires pour des cultures nutritives, la diversification des cultures et la promotion du secteur laitier conjointement à une éducation nutritionnelle.

biofortifiés administrés à des adultes ou à des enfants, de régimes alimentaires mixtes contenant des substances qui renforcent ou inhibent leur absorption ou de pratiques alimentaires modifiées faisant appel par exemple à des méthodes domestiques traditionnelles telles que la fermentation, la germination et le trempage pour réduire l'acide phytique. Les techniques des isotopes stables peuvent en outre servir à quantifier la consommation de lait maternel par les nourrissons. Combinées avec la teneur en micronutriments (par exemple en vitamine A), ces informations permettent d'estimer la consommation de micronutriments par les nourrissons.

L'AIEA achève actuellement un projet de recherche coordonnée sur la fortification et la biofortification des aliments en vue d'améliorer l'état nutritionnel en micronutriments aux cours des premières phases de la vie. Trois exemples tirés de ce projet de recherche font ressortir l'importance des techniques des isotopes stables dans l'évaluation de la biodisponibilité du fer ou du zinc provenant de cultures biofortifiées. Au Rwanda, des chercheurs ont utilisé des isotopes stables du fer pour étudier l'absorption de ce dernier à partir de haricots afin de déterminer les substances chimiques sur lesquelles les programmes de sélection végétale devraient être axés en vue d'en



Marché au Burkina Faso.
(Photo : N. Mokhtar, AIEA)

améliorer l'absorption. Les haricots contiennent deux substances connues pour réduire l'absorption du fer, à savoir l'acide phytique et les polyphénols. L'acide phytique (qui n'est présent que dans les graines et les semences entières) lie des minéraux comme le fer, le calcium et le zinc, ce qui réduit sensiblement l'absorption minérale. Les polyphénols, composés associés aux pigments des haricots colorés, réduisent eux aussi l'absorption du fer. Il est ressorti de l'étude effectuée au Rwanda que l'acide phytique inhibait à ce point l'absorption du fer par les femmes qu'il n'y avait guère d'avantages, voire aucun, à accroître la teneur en fer des haricots ou à abaisser leur teneur en polyphénols sans réduire aussi leur teneur en acide phytique. Ces conclusions, publiées en 2012, renseignent les agronomes sur les meilleures stratégies pour la mise au point de cultures de haricots fortifiées en fer.

Une étude sur l'absorption du zinc effectuée au Bangladesh a montré que le riz fortifié en zinc contenait davantage de zinc mais que ce dernier était moins bien absorbé, en sorte qu'il n'améliorait pas sensiblement la quantité totale de zinc assimilée par les enfants par rapport au riz témoin. Cette étude, faite en 2013, donnait à penser qu'il fallait encore accroître la teneur en zinc du riz biofortifié pour qu'elle influe véritablement sur la nutrition en zinc des enfants. En Inde, le fer et le zinc provenant d'un aliment de base, le millet perlé, étaient bien absorbés en quantités qui répondaient aux besoins

des jeunes enfants. Les enfants âgés de moins de trois ans pouvaient couvrir intégralement leurs besoins quotidiens en fer grâce à 100 grammes seulement de farine de millet perlé biofortifié. Cette conclusion de 2013 selon laquelle le millet perlé biofortifié pourrait améliorer la nutrition des enfants démontre qu'il serait utile de diffuser plus largement cette culture, déjà pratiquée par plus de 30 000 exploitants dans le Maharashtra (Inde), et qu'il sera également utile de la faire dans les zones arides et semi-arides d'Afrique.

Au Maroc, on effectue actuellement une autre étude consacrée à l'impact de la consommation quotidienne d'huile fortifiée en vitamine A et de la supplémentation en vitamine A sur la teneur en cette vitamine du lait de femmes allaitantes au cours des six premiers mois qui suivent l'accouchement. La teneur en vitamine A du lait maternel et la consommation de ce lait sont mesurées chez des nourrissons âgés de 3 et 6 mois.

L'AIEA parraine en outre des recherches en cours sur les modifications du régime alimentaire qui renforcent l'absorption des nutriments provenant d'aliments de complément locaux d'origine végétale et du lait maternel en vue de prévenir les carences en micronutriments chez les nourrissons et les jeunes enfants dans les pays en développement. Comme exemples, on peut citer :

- l'adjonction de phytase (enzyme décomposant l'acide phytique qui réduit l'absorption du fer et du zinc) et de poisson aux aliments de complément traditionnels d'origine végétale au Bangladesh afin d'améliorer l'absorption du zinc ;
- l'adjonction de 20 % de graines d'amarante (une pseudo-céréale) aux tortillas traditionnelles de maïs blanc en vue d'améliorer l'absorption du zinc chez les jeunes enfants guatémaltèques ;
- l'adjonction d'un complément nutritionnel à base de protéines de lactosérum chez les jeunes enfants au Mexique afin d'améliorer l'absorption du fer et du zinc ;
- la complément alimentaire (poudre de feuilles) pour les femmes enceintes jusqu'à un mois après l'accouchement en vue d'accroître l'absorption de la vitamine A provenant du lait maternel chez les nourrissons.

Les résultats des recherches appuyées par l'AIEA aideront à établir des stratégies et des interventions efficaces et durables fondées sur les aliments disponibles localement pour prévenir et combattre les carences en micronutriments.

Cornelia U. Loechl, Section des études de nutrition et d'écologie sanitaire de l'AIEA

ISOTOPES STABLES : LA MÉTHODE DE CHOIX POUR ÉVALUER LES INTERVENTIONS RELATIVES À LA VITAMINE A



Les conséquences tragiques d'une avitaminose A (cécité, maladie et décès prématuré) ont favorisé des initiatives de grande ampleur destinées à prévenir cette carence. La plus remarquable en termes de portée et d'influence est peut-être la recommandation formulée par l'OMS dès 1998 qui préconise d'administrer tous les quatre à six mois des doses élevées de vitamine A aux enfants âgés de six à 59 mois vivant dans les régions du monde touchées. L'OMS estime que 1,25 million de décès dans 40 pays ont été évités grâce à ce programme.

Nombre de ces pays se sont aussi attaqués au problème en enrichissant des aliments couramment consommés, comme l'huile de cuisson ou le sucre. Des programmes agricoles ont permis de mettre au point des aliments génétiquement modifiés et bioenrichis en vitamine A.

Malheureusement, il est très difficile d'évaluer l'impact d'une supplémentation en vitamine A, car bien que le taux de vitamine A dans le sang baisse en cas de carences, il baisse aussi en cas d'infections même si les quantités de vitamine A stockées dans le foie sont suffisantes. Le taux de vitamine A dans le sang diminue en cas de carence modérée, mais il n'indique pas si une personne a une alimentation à la limite de la carence, saine ou beaucoup trop riche en vitamine A (ce qui peut aussi être

dangereux pour la santé). Les responsables de santé publique n'ont pas eu de techniques sensibles à leur disposition pour déterminer si les programmes de supplémentation en vitamine A ou d'enrichissement des aliments étaient efficaces, et ils ont dû s'en sortir avec des techniques extrêmement aléatoires, comme celle consistant à compter le nombre d'enfants bénéficiant d'une supplémentation ou d'une alimentation enrichie et le nombre d'enfants décédés.

Il existe heureusement une technique faisant appel aux isotopes stables, à la fois sensible et accessible, qui permet d'évaluer le taux de vitamine A dans l'organisme. Appelée technique VALID, elle permet de déterminer dans des échantillons sanguins la dilution isotopique d'une dose orale de vitamine A marquée après qu'elle s'est mélangée avec la vitamine A (non marquée) déjà présente dans l'organisme. Elle peut être utilisée pour déterminer le bilan vitaminiq ue A, le succès d'une supplémentation ou d'un enrichissement des aliments en vitamine A et les quantités de vitamine A dont les êtres humains ont besoin ainsi que pour apprécier le degré de conversion des composés « pro-vitamine A », comme le carotène des aliments locaux d'origine végétale, en vitamine A bénéfique dans l'organisme. Grâce à elle, on peut mesurer le taux de vitamine A dans l'organisme uniquement

Évaluation de la consommation d'aliments contenant de la vitamine A chez un enfant au moyen de la technique VALID dans le nord de la Thaïlande.

(Photo : T. Pongcharoen, Thaïlande)



Préparation de doses de feuilles de *Moringa oleifera* marquées pour l'évaluation de l'apport de vitamine A au Mexique.

(Photo : V. López Teros, Mexique)

à partir d'échantillons sanguins, lesquels fournissent des informations qui autrement ne seraient pas disponibles sans une biopsie du foie, où le corps la stocke. Des travaux dans ce domaine ont été menés et validés par des expériences sur des animaux et des êtres humains depuis les années 1970, dont des comparaisons avec le taux de vitamine A dans le foie mesuré chez des patients subissant une intervention chirurgicale courante au Bangladesh et aux États-Unis d'Amérique.

En collaboration avec d'autres organismes, l'AIEA a parrainé des publications sur l'application détaillée de cette méthode faisant appel aux isotopes stables que l'on peut consulter sur son site Human Health Campus à l'adresse : <http://nucleus.iaea.org/HHW/Nutrition/VitaminA/RefsVitaminA/index.html#publ>. Elle a aussi favorisé son application dans des études menées par des chercheurs internationaux dans des pays en développement.

L'intérêt de la technique VALID est démontré par deux exemples récents. Le riz étant un aliment de base important du régime alimentaire dans le nord

de la Thaïlande, cette céréale a été choisie pour être enrichie en fer, en zinc et en vitamine A. Des enfants d'âge scolaire ont consommé du riz enrichi ou du riz témoin non enrichi pour leur déjeuner à la cantine pendant cinq mois. Bien que les taux de fer et de zinc dans leur sang se soient améliorés, celui de la vitamine A n'avait pas varié chez ceux ayant consommé du riz enrichi. Toutefois, une étude de suivi effectuée au moyen de la technique VALID a révélé que chez les enfants consommant du riz enrichi les réserves de vitamine A avaient augmenté, sans que le taux de vitamine A dans le sang ait varié. Elle a confirmé les avantages d'un enrichissement des aliments en vitamine A pour ces enfants, qui n'auraient pas été détectés avec d'autres méthodes.

Dans une autre étude sur l'enrichissement des aliments menée auprès d'enfants mexicains d'âge préscolaire, l'application de la méthode VALID a montré que la consommation de boissons lactées enrichies en vitamine A avait augmenté leurs réserves corporelles en vitamine A par rapport au niveau initial ou à celui constaté chez d'autres enfants n'ayant pas consommé de lait enrichi. La vitamine A dans le sang avait légèrement augmenté chez les enfants ayant reçu du lait enrichi et diminué dans le groupe témoin, ce qui constitue un résultat complémentaire mais beaucoup moins facile à interpréter.

L'AIEA parraine d'autres études menées chez des enfants en très bas âge (entre un et deux ans) au moyen de la technique VALID pour évaluer l'apport de vitamine A suite à la consommation de feuilles de *Moringa oleifera* au Mexique, de chou vert cuit dans du beurre d'arachide (et non dans du saindoux) au Zimbabwe et de maïs biofortifié en vitamine A en Zambie. En 2013, une réunion avec son centre collaborateur de recherche sur la nutrition, l'Institut de recherche St. John, à Bangalore (Inde), a favorisé les interactions entre des chercheurs internationaux qui ont fait le point sur les progrès accomplis dans l'élaboration et l'application de la technique VALID et formulé des recommandations pour que l'on s'en serve afin de faciliter les évaluations des mesures de santé publique.

D'autres plans prévoyant de recourir à cette technique sont en cours pour vérifier que les programmes nutritionnels aident les enfants à satisfaire leurs besoins en vitamine A sans augmenter outre mesure les réserves de cette dernière dans leur corps, ce qui pourrait avoir des effets néfastes à long terme sur le foie, le système nerveux et plusieurs autres organes.

Janet R. Hunt, Section des études de nutrition et d'écologie sanitaire, AIEA

UTILISATION DES TECHNIQUES NUCLEAIRES POUR DETECTER UNE INFECTION A *HELICOBACTER PYLORI*



Un échantillon respiratoire est recueilli en faisant souffler la personne testée dans une paille insérée dans un tube en verre, qui sera ensuite bouché, ou en la faisant souffler dans un sac, selon la méthode qui sera utilisée pour analyser les échantillons (les tubes pour une analyse par spectrométrie de masse isotopique et les sacs pour une analyse par spectroscopie infrarouge non-diffuse).

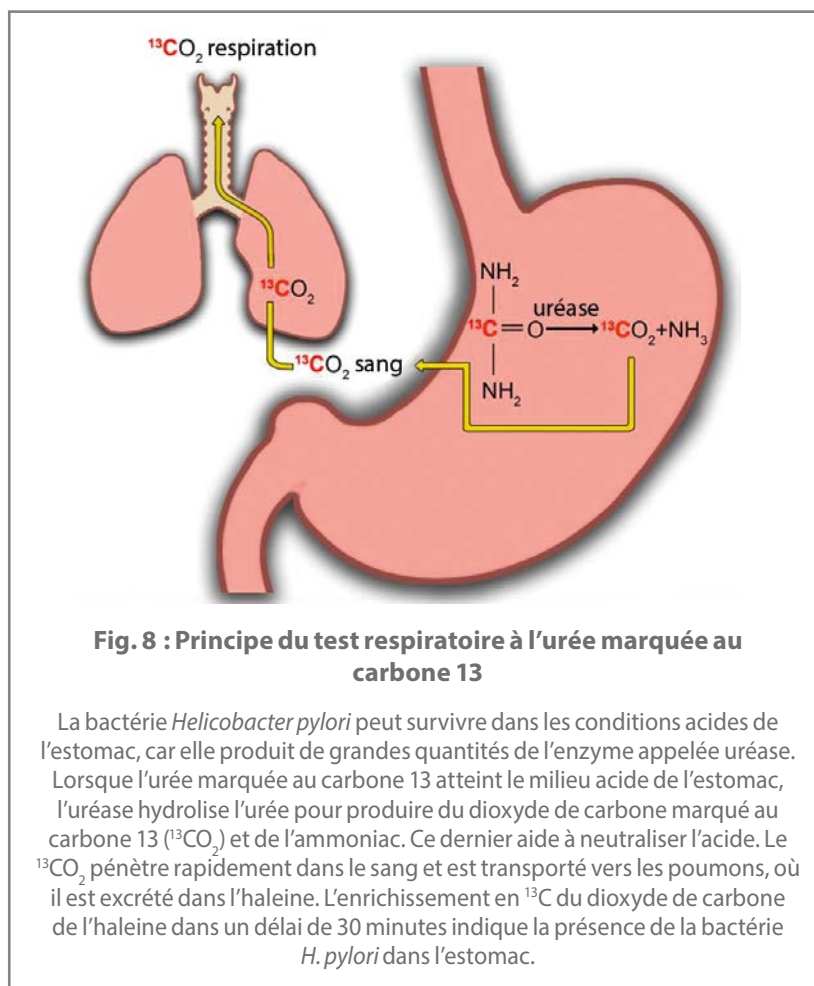
(Photo : T. Ahmad, Pakistan)

La bactérie *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) est présente dans les pays du monde entier. Elle loge dans le tube digestif supérieur de plus de 50 % de la population mondiale. Elle peut avoir une influence négative sur la nutrition en altérant l'absorption de fer et de zinc et en augmentant la sensibilité aux maladies diarrhéiques. En outre, elle peut être une cause majeure de maladies de l'estomac comme la gastrite chronique et accroît le risque de développer un cancer de l'estomac.

Le test respiratoire à l'urée marquée au carbone 13 est un test diagnostique rapide et non invasif qui permet de détecter la présence de cette bactérie. Le patient boit de l'urée marquée à l'aide d'un isotope stable du carbone (^{13}C) qui est dissoute dans du jus d'orange ou de l'acide citrique afin qu'elle se dépose sur toute la paroi de l'estomac, ce qui améliore la précision du test. Si la bactérie est présente, elle métabolise l'urée et, après 30 minutes, produit du dioxyde de carbone marqué à l'isotope stable du carbone ($^{13}\text{CO}_2$), qui peut être détecté grâce au test respiratoire (Fig. 8).

L'AIEA conduit des travaux de recherche sur *H. pylori* et ses conséquences pour la nutrition depuis 1999 et collabore avec 25 États Membres à revenu faible ou intermédiaire depuis ces 15 dernières années pour utiliser et mettre en application le test respiratoire à l'urée marquée au carbone 13.

L'AIEA poursuit par ailleurs ses recherches sur l'effet de l'infection à *H. pylori* sur la sécrétion d'acide gastrique et sur l'absorption de fer et de zinc chez les personnes asymptomatiques des pays en développement. L'acide gastrique est essentiel pour la conversion et l'absorption de micronutriments tels que le fer et le zinc. L'AIEA teste en outre une nouvelle méthode non invasive



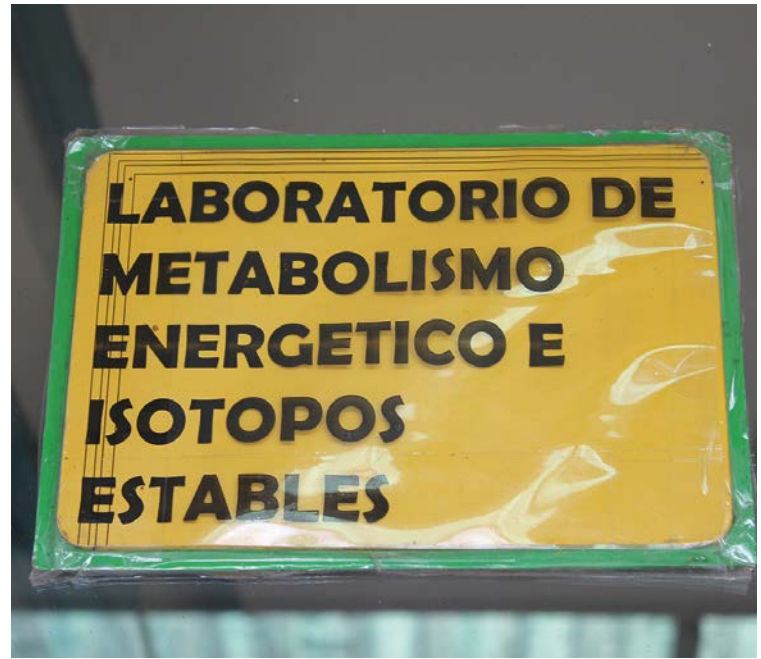
de mesure de la sécrétion d'acide gastrique faisant appel à des isotopes stables.

Christine Slater, Section des études de nutrition et d'écologie sanitaire, AIEA

LE CHILI STOPPE L'AUGMENTATION



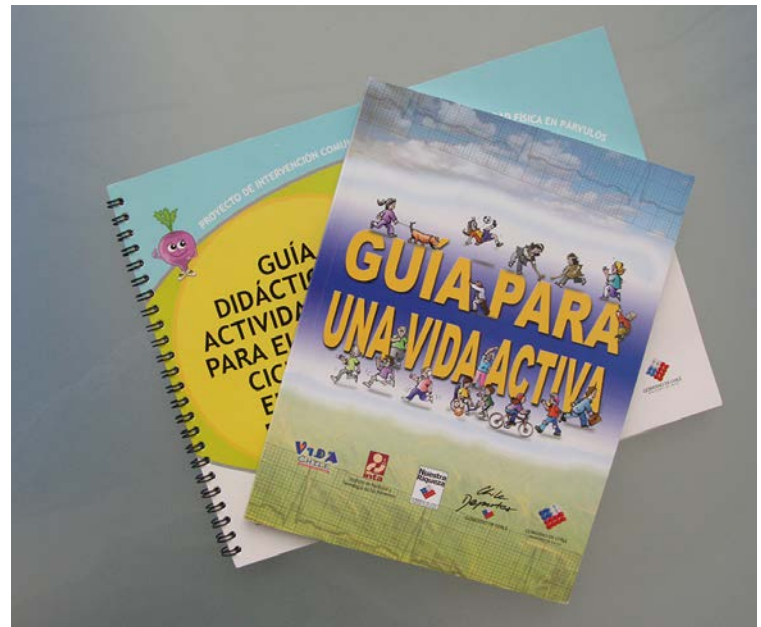
1 La prévalence croissante de l'obésité infantile en Amérique latine est devenue une source de préoccupations. Depuis 1997, l'AIEA travaille étroitement avec l'Institut de nutrition et de technologie alimentaire (INTA) de l'Université du Chili pour s'attaquer au problème de la malnutrition dans ce pays. (Photo : A. S. Gorisek, AIEA)



2 À Santiago, le Laboratoire du métabolisme énergétique et des isotopes stables a été créé en 1998 avec l'aide de l'AIEA qui a fourni un spectromètre de masse à rapport isotopique et dispensé une formation sur l'utilisation des techniques faisant appel aux isotopes stables pour l'évaluation de la composition corporelle, des pratiques d'alimentation des nourrissons et des dépenses énergétiques journalières totales. (Photo : A. S. Gorisek, AIEA)



3 Les techniques faisant appel aux isotopes stables jouent un rôle important dans l'élaboration et le suivi des interventions contre la malnutrition. Elles sont plus précises que les techniques traditionnelles et souvent permettent d'obtenir des détails précis qui ne sont pas disponibles par d'autres moyens. (Photo : C. Slater, AIEA)



4 Les liens étroits qu'entretiennent l'INTA, les ministères de la santé et de l'éducation, le Conseil national des jardins d'enfants (JUNJI), le Conseil national de l'aide scolaire et des bourses (JUNAEB) et le Conseil national des sports ont permis de faire en sorte que les informations recueillies grâce aux projets de l'AIEA soient utilisées pour étayer les décisions des pouvoirs publics concernant les programmes d'alimentation scolaire et l'activité physique à l'école. (Photo : B. T. Gebka, AIEA)

DE L'OBÉSITÉ INFANTILE



5 Au Chili, le JUNAEB planifie et fournit l'alimentation pour les écoles et les jardins d'enfants, en ciblant les familles vulnérables. Pour éviter une augmentation involontaire de l'obésité infantile à la suite des programmes d'alimentation, ceux-ci sont combinés à des activités physiques régulières.
(Photo : A. S. Gorisek, AIEA)



6 La phase pilote du programme a été évaluée avec l'appui du programme de coopération technique de l'AIEA. L'évaluation ayant été positive, le programme amélioré a été adopté par les autorités nationales chiliennes et, entre 2006 et 2010, il a été étendu à 75 % des enfants chiliens d'âge préscolaire. Il est prévu de le déployer dans le reste du pays.
(Photo : A. S. Gorisek, AIEA)



7 Le Chili est le seul pays d'Amérique latine à avoir réussi à stopper l'augmentation de l'obésité infantile chez les enfants d'âge préscolaire. D'après les toutes dernières statistiques, entre 2000 et 2010, le taux d'obésité chez les enfants fréquentant des jardins d'enfants est tombé de 10,4 % à 8,4 %.
(Photo : A. S. Gorisek, AIEA)



8 L'AIEA et le Gouvernement chilien continuent de collaborer étroitement pour traiter et résoudre les problèmes découlant de mauvaises habitudes alimentaires et du manque d'activité physique grâce aux utilisations pacifiques des sciences et des applications nucléaires.
(Photo : A. S. Gorisek, AIEA)

Texte d'Aleksandra Sasa Gorisek, Département des sciences et des applications nucléaires de l'AIEA

ÉVALUATION DE L'ALLAITEMENT AU SEIN



1 Les enfants qui ne reçoivent que du lait maternel pendant les six premiers mois de leur vie résistent mieux aux maladies et aux infections et sont moins susceptibles que les enfants nourris avec du lait maternisé de contracter le diabète, des maladies cardio-vasculaires et le cancer à l'âge adulte.



2 Sous la conduite de l'AIEA, des techniques nucléaires sont utilisées pour tester l'efficacité des stratégies de promotion de l'allaitement au sein. Les chercheurs utilisent des isotopes stables non radioactifs de l'hydrogène (^2H) dans l'eau ($^2\text{H}_2\text{O}$) pour mesurer les transferts de liquide entre la mère et l'enfant.



3 La quantité de ^2H qu'ils trouvent est directement proportionnelle à la quantité de lait maternel que le bébé a ingéré. La technique permet aussi de déterminer si celui-ci a absorbé autre chose que du lait maternel au cours des deux dernières semaines.



4 Le Maroc, comme des dizaines d'autres pays à travers le monde, a connu une baisse alarmante de la fréquence et de la régularité de l'allaitement exclusif au sein.

AU MOYEN DES SCIENCES NUCLÉAIRES



5 Dans son cas, cette baisse (constatée pour la première fois dans les années 1980) a été attribuée à la croissance de l'industrie du lait maternisé, au nombre grandissant de mères actives professionnellement et à la mauvaise formation du personnel soignant. Le taux d'allaitement exclusif au sein dans le pays était tombé de 62 % en 1992 à 15 % en 2006.



6 Aussi le Ministère marocain de la santé a-t-il élaboré des cours de formation pour les professionnels de santé et des programmes de sensibilisation des mères. Il en a évalué le succès en recourant à la technique de dilution du deutérium pour évaluer l'exclusivité de l'allaitement maternel. Les résultats ont été alarmants.



7 Au lieu des 27 % de bébés nourris exclusivement au sein dont les enquêtes par questionnaires et les pesées périodiques des nourrissons faisaient état, la technique faisant appel aux isotopes stables a montré qu'en fait seuls 13 % l'avaient été au cours de leurs six premiers mois. (Photo : Un bébé passant à la toise)



8 L'AIEA aide 34 États Membres à utiliser des techniques nucléaires pour promouvoir l'allaitement exclusif au sein en raison des avantages indéniables sur les plans personnel, sociétal et économique d'une nutrition correcte dès le plus jeune âge.

APPUI DE L'AIEA AUX PROGRAMMES NUTRITIONNELS : LES ÉTATS MEMBRES S'EXPRIMENT



les nourrissons allaités. En outre, l'IRSS dispense désormais une formation à ces techniques et collabore aux niveaux régional et international avec des scientifiques et des établissements de recherche spécialisés dans ces domaines d'étude. »

— Jean-Bosco Ouedraogo, IRSS, Burkina Faso

Renforcement des capacités d'évaluation des programmes de supplémentation en vitamine A au Cameroun

« La carence en vitamine A touche 190 millions d'enfants de moins de cinq ans dans le monde et est présente surtout en Afrique et en Asie du Sud-Est. Le Cameroun, qui fait partie des pays confrontés à ce problème, a mis en place en 2002 un programme de supplémentation en vitamine A à forte dose recommandé par l'OMS à la suite d'une étude nationale sur la vitamine A, qui a montré que 39 % des enfants âgés de moins de cinq ans souffraient d'une telle carence. Pour aider le Gouvernement camerounais à consolider ses compétences et techniques d'évaluation pour surveiller l'efficacité du programme de supplémentation en vitamine A, l'AIEA lui a fourni du matériel ainsi que la formation nécessaire. Une technique faisant appel aux isotopes stables peut établir de manière sensible si les réserves de vitamine A sont insuffisantes, adéquates ou excessives (pour de plus amples informations, voir l'article intitulé « Isotopes



En haut : Les pratiques d'allaitement au sein pendant les six premiers mois de la vie sont évaluées dans le cadre des projets relatifs à la nutrition de l'AIEA.

Photo : N. Mokhtar, AIEA

Renforcement des capacités au Burkina Faso sous l'égide de l'AIEA

« Dans le cadre du programme de coopération technique de l'AIEA, l'Institut de recherche en science de la santé (IRSS) du Burkina Faso a bénéficié d'un appui destiné à le rendre mieux à même d'évaluer les programmes sur la nutrition humaine à l'aide des techniques des isotopes stables ainsi que les mesures de santé publique visant à améliorer la nutrition de la mère et du jeune enfant.

Plusieurs projets relatifs à la nutrition ont été mis en œuvre par l'IRSS avec le concours de l'AIEA pour évaluer l'impact d'une double supplémentation en vitamine A et en zinc sur la réduction de l'incidence du paludisme, la composition corporelle des jeunes enfants et de leurs mères, et la prise de lait maternel chez les nourrissons allaités. En outre, ils ont fourni aux coordonnateurs de programmes nationaux des informations essentielles sur l'allaitement exclusif au sein pendant les six premiers mois de la vie.

Ces projets ont permis de mettre en place des capacités de recherche durables pour l'évaluation de l'apport en micronutriments, en particulier pour l'analyse du taux de zinc plasmatique par spectrométrie d'absorption atomique et pour la mesure de la vitamine A par chromatographie liquide haute performance (CLHP). Les techniques faisant appel aux isotopes stables ont été utilisées pour déterminer la composition corporelle des mères allaitantes et la prise de lait maternel chez

À droite : Une mère et son enfant participant à l'étude sur l'évaluation de la composition corporelle.

Photo : N. Mokhtar, AIEA



Les équipements, le matériel et la formation fournis par l'AIEA en la matière ont contribué à améliorer les programmes nutritionnels cubains pour les enfants et les personnes âgées, à établir de nouvelles recommandations nutritionnelles et à améliorer les études sur l'obésité et les facteurs de risque de maladies non transmissibles ainsi que les programmes nationaux d'intervention pour la prévention des carences en micronutriments chez les enfants.

Réunion avec les participants à la première étude camerounaise sur les réserves de vitamine A chez les enfants.

Photo : G. Medoua, Cameroun

Avec l'aide de l'AIEA, l'Institut cubain de la nutrition et de l'hygiène alimentaire a mis sur pied un nouveau laboratoire d'isotopes stables capable de mesurer le ^{13}C et le deutérium. Il peut ainsi analyser la composition corporelle et

stables : La méthode de choix pour évaluer les interventions relatives à la vitamine A ». Le Cameroun est le premier pays d'Afrique à mettre en place des moyens nationaux pour l'application de cette méthode et a dirigé la planification d'un nouveau projet régional en Afrique sur l'utilisation des techniques des isotopes stables pour surveiller et évaluer le bilan vitaminique A des enfants vulnérables aux infections. »

— Gabriel Medoua, Centre de recherches en alimentation et nutrition, Yaoundé (Cameroun)

l'infection à *H. pylori* par des méthodes non invasives. Au total, six chercheurs ont été formés aux techniques des isotopes stables, et dix ateliers et cours sur l'utilisation des isotopes dans la recherche sur la nutrition humaine ont été organisés à Cuba. De nouveaux projets prévus pour 2014-2016 s'appuieront sur ces techniques pour évaluer les programmes agricoles en vue de fournir des aliments nutritifs aux enfants d'âge scolaire et pour étudier l'effet de l'atrophie musculaire sur la qualité de vie des personnes âgées. »

— Manuel Hernandez Triana, Institut de la nutrition et de l'hygiène alimentaire, La Havane (Cuba)

Influence des études isotopiques sur les recommandations nutritionnelles nationales à Cuba

« Ces dernières années, Cuba a acquis des connaissances approfondies sur le lien entre la nutrition et la santé à l'aide des sciences et techniques nucléaires. Avec l'appui des projets de l'AIEA, les chercheurs cubains utilisent des méthodes sensibles pour évaluer les programmes nutritionnels nationaux. Ces méthodes s'appuient sur l'utilisation d'isotopes stables de l'oxygène et de l'hydrogène pour évaluer la composition corporelle et les dépenses énergétiques journalières des enfants et des adultes.

Depuis 1999, l'Institut cubain de la nutrition et de l'hygiène alimentaire du Ministère de la santé publique utilise les techniques des isotopes stables dans la recherche sur la nutrition humaine. Quatre projets régionaux exécutés en Amérique latine et quatre projets de recherche coordonnée (PRC) ont contribué à faire mieux comprendre comment la santé des personnes, quel que soit leur âge, est liée à la composition corporelle et aux dépenses énergétiques journalières totales, ainsi que le rapport entre, d'une part, l'anémie et l'infection à *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) et, d'autre part, l'absorption du fer alimentaire.

Centre collaborateur de l'AIEA dans le domaine de la nutrition à Bangalore (Inde)

« L'Institut de recherche St John (SJRI) à Bangalore (Inde) est un centre collaborateur de l'AIEA pour

Enfants cubains sur le chemin de l'école.

Photo : M. Hernandez Triana, Cuba.





Institut de recherche St John,
Bangalore (Inde).

Photo : Institut de recherche
St John, Bangalore (Inde)

les techniques nucléaires dans le domaine de la nutrition depuis quatre ans et un point nodal pour la formation à l'application des méthodes des isotopes stables en nutrition. Le centre a d'excellentes installations pour conduire des travaux de recherche dans le domaine de la nutrition et de la santé humaines, notamment une installation de calorimétrie servant à mesurer la dépense énergétique ainsi qu'un ensemble complet d'installations permettant d'appliquer des techniques de référence pour évaluer la composition corporelle, notamment l'absorptiométrie à rayons X en double énergie pour déterminer le contenu minéral osseux, la pléthysmographie par déplacement d'air pour évaluer la graisse corporelle, et la dilution d'isotopes stables pour mesurer l'eau corporelle totale.

Par ailleurs, le centre collaborateur construit actuellement un compteur pour le potassium corporel total en vue de mesurer la masse cellulaire corporelle des nourrissons et des femmes enceintes. Il dispose des installations ultramodernes de spectrométrie de masse nécessaires pour la mesure de l'enrichissement en isotopes stables, notamment d'installations de spectrométrie de masse à rapport isotopique, de chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse, de chromatographie en phase liquide-spectrométrie de masse et de spectrométrie de masse à thermo-ionisation.

Le transfert de technologie a constitué un des succès des projets de coopération technique (CT) et des projets de recherche coordonnée (PRC). L'AIEA recense des technologies de pointe qui

peuvent être utilisées dans des régions pauvres en ressources et trouve des experts internationaux pour faciliter le transfert de technologie. Le centre collaborateur dans le domaine de la nutrition appuie le programme de CT de l'AIEA en fournissant des experts et en accueillant des boursiers et des visiteurs scientifiques pour dispenser une formation à l'évaluation de la composition corporelle, du métabolisme énergétique, des pratiques d'allaitement et de l'absorption de fer.

Des stagiaires sont venus de plusieurs pays, à savoir notamment d'Afghanistan, d'Afrique du Sud, du Bangladesh, du Botswana, du Cambodge, du Ghana, de Madagascar, de Malaisie, de Maurice, du Myanmar, du Népal, d'Ouganda, de la République arabe syrienne, du Sénégal, de Sri Lanka, de Tanzanie et de Thaïlande. En outre, le centre collaborateur participe et contribue aux PRC de l'AIEA, qui permettent aux jeunes chercheurs de pays en développement d'étudier la nutrition et de renforcer leurs compétences et leurs connaissances dans le domaine de l'utilisation des sciences et des applications nucléaires pour améliorer la nutrition dans un contexte collaboratif et thématique.

Les projets de CT et les PRC permettent d'obtenir des données pour les décisions de politique nationale. Même si les études sont nécessairement de petite envergure, elles fournissent des données utiles qui étayent les éléments sur lesquels s'appuient les décisions et recommandations de politique générale aux niveaux national et régional.

Les PRC contribuent à l'harmonisation des méthodes. Par exemple, grâce à l'élaboration d'une

méthode standardisée de mesure de la composition corporelle des nourrissons et des jeunes enfants, il a été possible d'évaluer de manière systématique les variations de la composition corporelle chez les enfants souffrant de malnutrition après la conduite de programmes de réalimentation en plusieurs lieux de divers pays. De même, des protocoles harmonisés sur la composition corporelle et les dépenses énergétiques ont débouché sur des rapports intégrés dans différents pays ayant défini des niveaux de masse grasseuse et d'activité physique. L'harmonisation de protocoles permettant de mesurer le rendement laitier, la croissance infantile et la nutrition maternelle est également en cours. Ces efforts de coordination aideront à définir les besoins nutritionnels des mères et des nourrissons, ainsi que les avantages d'un allaitement exclusif au sein. Les nombreux manuels de méthodologie sur les techniques des isotopes stables dans le domaine de la nutrition qui ont été publiés par l'AIEA et distribués gratuitement constituent une grande ressource pour le renforcement des capacités, et le centre collaborateur est heureux d'avoir contribué à ces réalisations. »

Les manuels sont téléchargeables sur les pages relatives à la nutrition du site Human Health Campus de l'AIEA : <http://nucleus.iaea.org/HHW/Nutrition/index.html>

— Anura Kurpad, Institut de recherche St John, Bangalore (Inde)

Promotion d'une bonne nutrition par les techniques isotopiques au Maroc

« Le Maroc connaît une transition nutritionnelle où les problèmes liés à la dénutrition sont remplacés par des problèmes liés au surpoids et à l'obésité, qui peuvent s'accompagner de carences en micronutriments lorsqu'un régime riche en calories ne contient pas assez de fruits et de légumes.

Le taux d'allaitement exclusif au sein, qui est fondamental pour une bonne nutrition en bas âge, continue de décliner (il est tombé de 32 % en 2004 à 15 % en 2006).

Chez les enfants âgés de moins de cinq ans, 15 % ont un retard de croissance et plus de 30 % souffrent de carences en micronutriments, notamment en fer, vitamine A, acide folique et iode. Un tiers des femmes enceintes et des femmes en âge de procréer sont anémiques, contre 18 % des hommes seulement, et la prévalence de la carence en acide folique chez les femmes en âge de procréer est de 25 %. L'obésité et le surpoids, entraînés par le changement du mode de vie, du régime alimentaire et des niveaux d'activité physique, touchent plus de 40 % des adultes.

Pour relever ces défis, le gouvernement, en collaboration avec des partenaires locaux et internationaux, a mis au point la Stratégie



nationale de nutrition 2011-2019 pour promouvoir des modes de vie sains, renforcer les capacités professionnelles et la coordination entre les partenaires, et développer les travaux de recherche dans le domaine de la nutrition.

Enfants buvant une dose d'eau enrichie en deutérium.

Photo : S. Henriques, AIEA

Le Maroc utilise les techniques nucléaires pour étudier le rôle de la graisse corporelle en tant qu'indicateur de risque pour la santé des enfants et des adolescents obèses, établir le lien entre la graisse corporelle maternelle et le poids à la naissance, évaluer les interventions destinées à promouvoir l'enrichissement de l'huile et la supplémentation en vitamine A pour les mères allaitantes, et évaluer l'état nutritionnel des personnes âgées.

La technique faisant appel à de l'eau doublement marquée est utilisée pour déterminer la dépense énergétique totale des enfants et des adolescents et pour estimer l'activité physique afin que les interventions qui visent à promouvoir des modes de vie sains puissent être évaluées. »

— Professeur Hassan Aguenaou et Dr Imane Elmanchawy, Unité mixte de recherche en nutrition et alimentation, Université Ibn Tofaïl, Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (CNESTEN) (Maroc)

Amélioration de la nutrition en Thaïlande

« L'appui fourni par l'AIEA dans le cadre de ses activités nationales et régionales de coopération technique, ainsi que de divers PRC, a permis à la Thaïlande d'obtenir des données utiles pour l'élaboration d'une politique et de programmes nutritionnels. L'AIEA a aidé le pays à se doter de moyens d'utilisation des techniques faisant appel aux isotopes stables afin d'améliorer l'apport en



Enfants thaïlandais prenant un déjeuner comprenant du riz enrichi en vitamine A, en fer et en zinc. Une étude de l'AIEA faisant appel aux isotopes stables a démontré que les réserves de vitamine A augmentaient chez les enfants mangeant du riz enrichi.

Photo : T. Pongcharoen, Bangkok (Thaïlande)

Installations de mesure de micronutriments dans le sang à l'Université Cheikh Anta Diop University, Dakar (Sénégal).

Photo : N. Mokhtar, AIEA

nutriments, en évaluant les stratégies destinées à renforcer la biodisponibilité et l'efficacité des aliments fortifiés en micronutriments, et à mettre en place des instruments et des installations fiables pour évaluer la composition corporelle, la dépense énergétique et les pratiques d'allaitement maternel en vue de prévenir et de maîtriser les maladies non transmissibles. Ces capacités renforcées sont utiles pour évaluer l'impact et l'efficacité des interventions nutritionnelles, en particulier auprès des groupes de population vulnérables comme les enfants et les femmes. L'appui de l'AIEA a en outre permis de resserrer la collaboration avec des scientifiques et des laboratoires de référence de renommée internationale pour assurer la qualité des travaux de recherche dans l'application des techniques des isotopes stables servant à évaluer les programmes de nutrition. Les capacités développées en Thaïlande peuvent être étendues aux pays voisins au moyen d'activités de formation, de visites d'experts et d'une assistance technique appropriée

visant à atténuer la malnutrition en Asie du Sud-Est. »

— Pattanee Winichagoon, Université Mahidol, Bangkok (Thaïlande)

Les études appuyées par l'AIEA influencent la politique de supplémentation alimentaire au Sénégal

« Au Sénégal, l'AIEA a contribué à mettre en place des capacités techniques pour l'utilisation de techniques nucléaires aux fins de l'évaluation des programmes nationaux de nutrition destinés aux populations vulnérables comme les femmes et les enfants. Par exemple, dans le cadre d'un projet national de CT, l'avantage d'un programme de supplémentation alimentaire pour les femmes enceintes et les mères allaitantes a été évalué. Cela a permis aux décideurs gouvernementaux d'obtenir des informations essentielles sur la qualité des aliments nécessaire pour un effet optimal pendant la grossesse et pour la croissance des nourrissons et des enfants, et les résultats ont été pris en compte dans la politique nationale sur la supplémentation en micronutriments.

Outre la fourniture d'une formation, l'AIEA a aussi contribué à la modernisation de l'infrastructure de l'Unité de nutrition de l'Université Cheikh Anta Diop, à Dakar, notamment en apportant un appui pour la mise en place d'une installation de spectrométrie de masse isotopique qui permettra de fournir des services de formation et d'analyse à la région.

L'Unité de nutrition fait désormais partie du Comité national sur la nutrition et diffuse des conseils, des services et des compétences afin d'améliorer la nutrition au Sénégal. »

— Salimata Wade, Université Cheikh Anta Diop, Dakar (Sénégal)



CONTRIBUTEURS

Hassan Aguentaou

Yukiya Amano

Kwaku Aning

Tarik Becic

Eleanor Cody

Aabha Dixit

Imane Elmanchawy

Aleksandra Sasa Gorisek

Sasha Henriques

Janet R. Hunt

Anura Kurpad

Cornelia U. Loechl

Michael Amdi Madsen

Gabriel Medoua

Daud Mohamad

Najat Mokhtar

Jean-Bosco Ouedraogo

Christine Slater

Manuel Hernandez Triana

Salimata Wade

Pattanee Winichagoon

Omar Yusuf

Pour en savoir plus sur les travaux de l'AIEA relatifs à la nutrition

Nutrition

nucleus.iaea.org/HHW/Nutrition/index.html

Human Health Campus : humanhealth.iaea.org

Un centre de ressources pour les nutritionnistes et les professionnels de santé

IAEA Human Health Campus

Search Human Health

Home Nuclear Medicine Radiopharmacy Radiation Oncology Medical Physics Technologists **Nutrition**

Nutrition

Nuclear techniques in nutrition

- Body Composition
- Bone Mineral Density
- Total Energy Expenditure
- Human Milk Intake
- Vitamin A Body Pool Size
- Iron Bioavailability
- IAEA Nutrition Factsheets & Brochures
- Peer-reviewed publications & useful links

IAEA Human Health Series

IAEA HUMAN HEALTH SERIES
No. 3

Assessment of Body Composition and Total Energy Expenditure in Humans Using Stable Isotope Techniques

IAEA
International Atomic Energy Agency

IAEA HUMAN HEALTH SERIES
No. 7

Stable Isotope Technique to Assess Intake of Human Milk in Breastfed Infants

IAEA
International Atomic Energy Agency

IAEA HUMAN HEALTH SERIES
No. 12

Introduction to Body Composition Assessment Using the Deuterium Dilution Technique with Analysis of Saliva Samples by Fourier Transform Infrared Spectrometry

IAEA
International Atomic Energy Agency

COLLECTION SANTÉ HUMAINE DE L'IAEA
N° 12

Introduction à l'évaluation de la composition corporelle par dilution de deutérium grâce à l'analyse d'échantillons de salive par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier

IAEA
Agence Internationale de l'Énergie Atomique

IAEA HUMAN HEALTH SERIES
No. 22

Body Composition Assessment from Birth to Two Years of Age

IAEA
International Atomic Energy Agency

IAEA HUMAN HEALTH SERIES
No. 13

Introduction to Body Composition Assessment Using the Deuterium Dilution Technique with Analysis of Urine Samples by Isotope Ratio Mass Spectrometry

IAEA
International Atomic Energy Agency

COLLECTION SANTÉ HUMAINE DE L'IAEA
N° 13

Introduction à l'évaluation de la composition corporelle par dilution de deutérium grâce à l'analyse d'échantillons d'urine par spectrométrie de masse isotopique

IAEA
Agence Internationale de l'Énergie Atomique

COLECCIÓN DE SALUD HUMANA DEL OIEA
N° 13

Introducción a la determinación de la composición corporal mediante la técnica de dilución de deuterio con análisis de muestras de orina por espectrometría de masas de relación isotópica

IAEA
Organismo Internacional de Energía Atómica

IAEA HUMAN HEALTH SERIES
No. 15

Dual Energy X Ray Absorptiometry for Bone Mineral Density and Body Composition Assessment

IAEA
International Atomic Energy Agency

IAEA HUMAN HEALTH SERIES
No. 21

Assessment of Iron Bioavailability in Humans Using Stable Iron Isotope Techniques

IAEA
International Atomic Energy Agency