

Conférences thématiques

Session Alimentation, nutrition et santé

PROGRAMME NATIONAL DE LUTTE CONTRE LES CARENCES EN MICRONUTRIMENTS : QUEL IMPACT SUR LE STATUT NUTRITIONNEL DE LA POPULATION MAROCAINE ?

Hassan AGUENAOU

Unité Mixte de Recherche en Nutrition et Alimentation (URAC 39). Université Ibn Tofail – CNESTEN, Rabat, Maroc

Au Maroc, le Programme National de Lutte contre les Troubles dus aux Carences en Micronutriments (PNLTCM) est basé sur quatre stratégies, à savoir, la supplémentation des populations vulnérables (femmes et enfants), la fortification des aliments de base, l'éducation nutritionnelle et le renforcement des programmes destinés à la santé maternelle et infantile. L'objectif est de réduire l'anémie ferriprive d'un tiers par rapport à son niveau de l'an 2000 et d'éliminer les carences en iode et en vitamines A, d'ici 2019. Par ailleurs, le Maroc, en 2011, s'est doté d'une Stratégie Nationale de Nutrition 2011-2019. Pour renforcer et pérenniser le PNLTCM, les partenaires appartenant aux secteurs public et privé ont constitué en 2001 une Alliance Nationale pour la Fortification (ANF), sous l'égide du Ministère de la Santé. La réussite d'un tel programme nécessite l'adhésion de tous les acteurs à l'échelle nationale. Il est à noter que, malgré les efforts réalisés au niveau mondial, plus de deux milliards de personnes ne reçoivent toujours pas la quantité de vitamines et de minéraux dont les carences peuvent causer la cécité, l'immunodéficience, la déficience mentale et même la mort. Cependant, la carence en micronutriments peut être facilement corrigée en utilisant des technologies efficaces pour enrichir les aliments de consommation usuelle. Trois micronutriments (vitamine A, iode et fer) ont été particulièrement reconnus comme étant essentiels à la santé générale des enfants et des femmes, nécessaires à une croissance saine, à un bon développement et au maintien d'un bon état de santé. Au Maroc, bien que la malnutrition ait régressé sensiblement, elle continue de poser un problème de santé publique. Le taux de mortalité des enfants de moins de cinq ans estimé au Maroc à 30,2 p.mille (ENPSF-2011) est l'un des plus élevés dans la région d'Afrique du Nord et Moyen Orient. La sous nutrition, dont le rôle en tant que déterminant de cette mortalité a été bien démontré, constitue un problème de santé publique dans le pays. Le retard de croissance et l'insuffisance pondérale touchent respectivement 14,9% et 3,1% des enfants de moins de cinq ans et la faim cachée ou carence en micronutriments est très répandue : 22 % des enfants en âge scolaire (6 à 12 ans) présentent un goitre, l'anémie par carence en fer touche 31,5% des enfants de moins de 5 ans, 32,6% des femmes en âge de procréer et 37,2% des femmes enceintes. La carence en Vitamine A est observée chez 41% des enfants de 6 mois à 6 ans. L'allaitement maternel exclusif jusqu'à six mois n'est pratiqué que dans 27,8% des cas. Au Maroc, la carence en fer engendre un manque à gagner d'environ deux

milliards de Dirhams. L'investissement de 6,28 millions de dollars pour la fortification de la farine en fer et en acide folique engendre une économie de 72,4 millions de dollars pour une année. La fortification des aliments de base consiste à ajouter industriellement des vitamines et/ou des sels minéraux à des produits alimentaires de large consommation dans le but de renforcer leur contenu nutritionnel global. La fortification est de plus en plus reconnue comme une approche efficace pour l'amélioration du statut en micronutriments de la population. Comparée à d'autres approches, la fortification est considérée comme ayant le meilleur rapport coût-efficacité pour lutter contre les carences en micronutriments. Les programmes de fortification sont conçus de telle manière que leur succès ne nécessite pas de changements d'habitudes alimentaires de la population, ce qui simplifie leur mise en œuvre. Le rôle des programmes de fortification dans l'élimination virtuelle des carences en micronutriments est largement reconnu. Néanmoins, après presque une décennie de fortification des aliments en vitamines et minéraux au Maroc, quel est l'impact de cette fortification sur le statut nutritionnel de la population marocaine ?, c'est à cette question que nous allons essayer de répondre lors de cette conférence.

COMPORTEMENT ET HABITUDES ALIMENTAIRES ET LEUR INFLUENCE SUR LA CORPULENCE, CHEZ DES ENFANTS ET DES ADOLESCENTS

Malika BOUCHENAK

Laboratoire de Nutrition Clinique et Métabolique. Faculté des Sciences. Université d'Oran. BP 1524 El M'Naouer 31 000 Oran

Les pays en développement font maintenant face à un double fardeau : celui des maladies infectieuses et celui des maladies chroniques dégénératives, qui s'exacerbent de plus en plus avec la transition nutritionnelle. Cette dernière est caractérisée par la coexistence de la malnutrition, par carences globales ou spécifiques, et le surpoids/obésité dans le même environnement, la même société, voire la même famille. Cette coexistence serait associée au niveau de développement économique des pays et à l'urbanisation, ainsi qu'à une faible qualité de l'alimentation et aux mauvaises conditions de vie. Selon le Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière (MSPRH, 2003), l'Algérie présente toutes les caractéristiques d'un pays en transition nutritionnelle, à l'instar d'autres pays, comme la Tunisie, le Maroc, le Brésil, la Chine et l'Inde. En effet, les mauvaises habitudes alimentaires et le mode de vie sédentaire sont les principaux facteurs responsables de l'augmentation du risque d'apparition précoce de maladies métaboliques (obésité, diabète, hypertension artérielle, dyslipidémie, syndrome métabolique...). Le comportement alimentaire au cours de l'enfance et l'adolescence est déterminant dans l'acquisition d'une bonne santé au cours de l'âge adulte. Chez l'enfant et l'adolescent, l'excès de consommation d'aliments à densité énergétique élevée (fast-food, produits sucrés, produits trop gras...), l'insuffisance

d'apport en aliments et nutriments protecteurs (fruits, légumes, fer, vitamine A et D,...) et la sédentarité liée à la diminution de l'activité physique et à l'introduction d'activités sédentaires (télévision, jeux vidéo...) constituent une conjonction de facteurs de risque exposant les enfants et les adolescents au développement de pathologies à risque métabolique et à la dénutrition. Ces comportements sont très difficiles à modifier par la suite, d'où la nécessité d'agir dès le plus jeune âge. L'alimentation saine favorise l'amélioration ou le maintien d'un bon état de santé et elle joue un rôle crucial dans la prévention du développement des maladies chroniques. Plusieurs déterminants influencent l'alimentation saine chez les enfants et les adolescents. Ces déterminants sont d'ordre individuels et collectifs. Parmi les déterminants collectifs, l'environnement scolaire contribue à l'établissement des habitudes alimentaires. Les enfants et les adolescents passent plus de temps en milieu scolaire, ce dernier est reconnu comme ayant une forte influence sur leur comportement alimentaire et leur activité physique. Des résultats d'enquêtes en Algérie, et en particulier au niveau de la ville d'Oran, sur le comportement alimentaire, ainsi que le mode de vie sont rapportés. Par ailleurs, un programme d'éducation nutritionnelle est initié au niveau des établissements scolaires, dans le but de transmettre, dès le plus jeune âge, une bonne hygiène de vie (équilibre alimentaire et pratique régulière d'une activité physique), permettant ainsi de constituer un capital santé, pour l'avenir, de cette tranche de population.

MODERN LIFESTYLE AND INFLAMMATORY RISK FACTORS IN ADOLESCENTS

Ascensión MARCOS

Immunonutrition Research Group. Department of Metabolism and Nutrition. Institute of Food Science and Technology and Nutrition. Spanish National Research Council (ICTAN-CSIC), Madrid, Spain

Adolescence is characterized by important changes in body size and composition. Obesity started to appear as a public health problem in the last decades of the 20th century; currently acquiring epidemic dimensions. Obesity is a multifactorial condition, with many biological, genetic, social and environmental influences affecting its development. In most cases, obesity is the result of inappropriate eating behaviour, which is becoming a major dietary, psychological and social problem in developed countries. A great deal of recent literature has focused on inadequate eating and physical activity patterns, especially TV watching and other types of sedentary behaviour. However, the development of overweight in adolescence may depend on the prevalence of many other obesigenic risk factors, such as ethnicity and socioeconomic status. As a result, overweight leads to adverse short-term consequences during childhood, such as psychosocial problems, and long-term results have also been reported during adulthood. Obesity shares with most chronic diseases the presence of an inflammatory component, which is in good part responsible for the development of metabolic and other health alterations associated. It is now widely agreed that obesity is also a state of low-grade chronic inflammation. This chronic inflammatory response has its origin in the links existing between the adipose tissue and the immune system. Obesity, like other states of malnutrition, is known to impair immune function, but more recently, evidence is arising that an altered immune function contributes to the pathogenesis of obesity.

Martínez-Gómez D, Ortega FB, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, Veiga OL, Widhalm K, Manios Y, Béghin L, Valtueña J, Kafatos A, Molnar D, Moreno LA, Marcos A, Castillo MJ, Sjöström M; HELENA study group. Excessive sedentary time and low cardiorespiratory fitness in European adolescents. The HELENA study. Arch Dis Child 2011;Mar;96(3):240-6.
Martínez-Gómez D, Eisenmann JC, Gómez-Martínez S, Veses A, Romeo J, Veiga OL, Marcos A. Associations of physical activity and fitness with adipocytokines in adolescents. The AFINOS Study. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2012 Mar;22(3):252-9.
Fátima Pérez de Heredia, Sonia Gómez-Martínez, Ascensión Marcos. Chronic and degenerative diseases. Obesity, inflammation and the immune system. Proc Nutr Soc 2012;71:332-8.
Martínez-Gómez D, Eisenmann JC, Genevieve N, Gómez-Martínez S, Diaz LG, Dunstan DW, Veiga O, Marcos A.; AFINOS Study Group. Sedentary behaviors and emerging cardiometabolic biomarkers in adolescents. The AFINOS study. J Pediatr. 2012 Jan;160(1):104-10.e2. Epub 2011 Aug 11.

Session Phytothérapie et santé

LES PLANTES DANS LA PHYTOTHERAPIE ET L'ALIMENTATION EN ALGERIE

Zahia HOUMANI

Laboratoire de Recherche sur les Plantes Médicinales et Aromatiques. Faculté Agro-Vétérinaire et Biologique. Université Sâad Dahlab. BP 270, Douiréte, Blida

Les plantes sont connues depuis des milliers d'années comme aliments, nutriments et en phytothérapie. Néanmoins, l'utilisation des plantes médicinales dans l'alimentation quotidienne revient à la mode comme médecine préventive pour la santé et le bien être. Leur consommation régulière est essentielle pour l'organisme, car elles présentent des qualités nutritionnelles et sont douées de propriétés thérapeutiques : nutrithérapie. L'objectif est d'unir les connaissances scientifiques sur les plantes, leurs propriétés thérapeutiques, leurs apports nutritionnels et d'établir un lien avec leur utilisation dans l'alimentation en Algérie. Beaucoup de maladies pourraient être prévenues et même guéries simplement en suivant une alimentation simple composée de légumes et fruits divers. Des aliments riches en vitamine E, Vitamine C (persil, fenouil, chou-fleur, fraise, orange, citron) et en β -carotène (abricots, carotte, épinards, laitue, potiron) en oligo-éléments particulièrement le zinc (gingembre) et sélénium (poivron, ail) présentent des propriétés anti-oxydantes, ils permettent de lutter contre les radicaux libres qui accélèrent le vieillissement des cellules. Les aliments riches en fibres (pruneaux, poires, pommes, petit-pois, carotte, céleri) seraient efficaces dans les régimes contre la prise de poids et stimuleraient le fonctionnement du transit intestinal. Certaines plantes (choux, radis, cresson...) aident le corps à se débarrasser des métaux souvent responsables d'un dysfonctionnement de l'organisme. Une alimentation riche en Oméga 3 (légumes verts, noix) préviendrait contre la dépression, les risques cardiovasculaires et l'arthrose. Certains aliments (artichaut, piment, avocat) réduiraient le taux du cholestérol. Enfin, une alimentation saine riche en nutriments ciblés contribuerait au bon fonctionnement de l'organisme.

PHARMACOCINETIQUE ET BIODISPONIBILITE DES ISOFLAVONES ISSUES D'EXTRAITS DE SOJA

Catherine BENNETAU-PELISSERO

Unité Physiopathologie de la Mémoire Déclarative. U-862 Inserm, 146, rue Léo Saignat. 33077 Bordeaux cedex, France

Introduction. Les isoflavones sont des molécules produites par les légumineuses et notamment par le soja. Certaines sont des estrogènes relativement puissants. Ces molécules peuvent donc présenter des effets bénéfiques sur la santé mais doivent être utilisées avec discernement. **Objectifs.** Nous avons étudié la pharmacocinétique des principales isoflavones issues d'extraits de soja chez des sujets humains en conditions contrôlées pour déterminer les meilleures conditions de prescription de compléments alimentaires. Sur une cohorte de 206 femmes françaises, le pourcentage d'équol productrices a été déterminé. **Matériel & Méthodes.** Des dosages de type ELISA ont été développés pour la daidzéine, l'équol, la génistéine et la glycitéine. Chez des sujets sains, jeunes et masculins, on a suivi l'évolution des teneurs circulantes et urinaires dans des conditions contrôlées. 18 profils plasmatiques et urinaires ont été analysés. Chez 39 femmes ménopausées l'effet de pré-(fructo-oligosaccharides de chicorée) et probiotiques (*Bifidobacterium animalis*) a été testé sur la production d'équol. **Résultats.** La biodisponibilité des isoflavones chez l'homme est très importante puisque 60 à 80% des composés ingérés passent dans le compartiment sanguin. Pour la daidzéine, la génistéine et la glycitéine les Tmax sont obtenus à 8h post-ingestion rendant possible l'obtention d'un plateau pharmacocinétique pour des prises bi-quotidiennes. Pour l'équol, le Tmax se situe entre 12 et 16 heures post-ingestion. La prise de probiotiques augmente la production d'équol chez les femmes équol-productrices. La proportion d'équol-productrices se situe en France entre 40 et 60%. **Conclusion.** Les isoflavones de soja peuvent être utilisées dans le cadre d'une phyto-thérapie de substitution aux estrogènes.

Session Physiopathologies métaboliques

MECANISMES D'ABSORPTION INTESTINALE DES LIPIDES

Xavier COLLET

INSERM, UMR1048 Institut des Maladies Métaboliques et Cardiovasculaires (I2MC). CHU Rangueil Bt L4 BP 84225, 31432 Toulouse cedex 4, France

L'absorption d'au moins une partie des lipides alimentaires (cholestérol, acides gras), vitamines et autres micronutriments lipophiles (vitamines A, D, E et K et phytostérols notamment) a été longtemps considérée comme un phénomène passif. On sait maintenant qu'elle est médiée pour une part, par différents partenaires protéiques dont certains seraient communs. Dans ce contexte, une communauté existe entre les mécanismes d'absorption du cholestérol et de la vitamine E par les entérocytes intestinaux (duodénaux et jéjunaux, essentiellement). Nous avons développé un modèle murin de surexpression intestinale de SR-BI (scavenger récepteur de type BI) qui nous a permis de montrer que cette protéine participe à l'absorption du cholestérol. D'autres transporteurs ont été identifiés comme partenaires du transport entérocytaire du cholestérol, comme NPC1-L1 (pour « Niemann-Pick C type1-like 1 protein ») et CD36. De plus, les transporteurs de la famille des ATP binding cassette (ABC), exprimés à la membrane apicale des entérocytes, sont aussi impliqués dans la régulation de l'absorption des stérols (cholestérol, phytostérols) : il s'agit principalement d'ABCG5/G8. Nous avons utilisé deux sondes fluorescentes de cholestérol afin de suivre cette molécule dans une lignée cellulaire d'origine intestinale humaine Caco-2. Après leur absorption, les lipides sont métabolisés dans les entérocytes sous forme de structures conduisant à la formation des

chylomicrons qui sont déversés dans la lymphe. Leur assemblage implique la MTP (microsomal triglyceride transfer protein) et nous avons pu diagnostiquer une abétaipoprotéïnémie chez une fratrie présentant deux nouvelles mutations.

MICROBIOTE INTESTINAL ET LIPIDES

Philippe GERARD

INRA. UMR1319 Micalis. F-78350 Jouy-en-Josas. AgroParisTech. UMR Micalis. F-78350 Jouy-en-Josas, France

Le tractus digestif humain héberge une communauté microbienne complexe et diverse (10^{14} bactéries, environ 1000 espèces différentes), appelée microbiote intestinal. Ce microbiote, dont la densité atteint son maximum dans le côlon, est spécifique de chaque individu, même si un petit nombre d'espèces pourraient constituer un cœur phylogénétique partagé par la plupart des adultes. Des outils moléculaires ont été développés récemment et ont permis d'établir que ce microbiote est globalement stable dans le temps chez un adulte sain et retrouve son état initial suite à une perturbation. Il exerce, par ailleurs, de nombreuses fonctions, en particulier métaboliques, essentielles pour le maintien de la santé de l'hôte. Une grande partie de ces effets a pu être mise en évidence grâce à l'observation d'animaux dépourvus de microbiote intestinal (ces animaux sont alors dits axéniques). Récemment, ces modèles animaux ont permis de démontrer que le microbiote intestinal joue un rôle dans l'absorption des lipides et le stockage des graisses par l'hôte. De notre côté, nous avons montré que ces animaux axéniques résistent à une obésité induite par un régime hyper-lipidique. Ce phénomène s'accompagne d'une excrétion fécale des lipides supérieure associée à des niveaux de lipides plasmatiques et hépatiques réduits chez les animaux axéniques. Chez l'homme, la quantité de lipides totaux qui parviennent dans le côlon, en conditions physiologiques, a été évaluée entre 5 et 8 g par jour. Ces lipides peuvent avoir un impact sur la composition du microbiote intestinal et il a en particulier été montré qu'un régime riche en lipides augmente le rapport Firmicutes/Bacteroidetes du microbiote. Par ailleurs, les acides gras parvenant dans le côlon subissent de multiples transformations grâce à l'action de bactéries du microbiote intestinal. Cependant, chaque individu hébergeant un microbiote intestinal qui lui est propre, le métabolisme bactérien des lipides dans le côlon varie fortement d'un individu à l'autre. Ainsi, seule une fraction de la population humaine héberge dans son intestin des bactéries capables de convertir le cholestérol en coprostanol, stérol non absorbé et éliminé dans les selles. Les relations entre lipides, microbiote et intestin sont, encore, mal connues. Cependant, il est maintenant démontré que le microbiote intestinal joue un rôle dans le métabolisme lipidique de l'hôte et constitue ainsi un paramètre qui devra être pris en compte dans l'étude des conséquences physiologiques de l'interaction lipides/intestin.

ANOMALIES LIPIDIQUES ET STRESS OXYDANT DANS LE SYNDROME METABOLIQUE ET LE DIABETE

CALZADA C., VERICEL E., MOULIN P., Michel LAGARDE.

Université de Lyon. UMR 1060 Inserm. Université Claude Bernard Lyon 1. Hospices civils de Lyon, IMBL, INSA de Lyon, France

Le syndrome métabolique (MetS) et le diabète de type 2 (DT2) s'accroissent dans les pays industrialisés et émergents, en partie pour des raisons nutritionnelles inadaptées et de sédentarité. Les conséquences en santé sont diverses et multiples, mais on

peut souligner une augmentation du risque vasculaire, notamment cardiovasculaire. Notre équipe a étudié les plaquettes sanguines et les lipoprotéines de basse densité (LDL) plasmatiques pour ce qui concerne le stress oxydant et ses conséquences fonctionnelles. Ces études ont été réalisées chez des sujets sélectionnés dans deux populations de MetS et DT2 et chez des volontaires sains de même sexe et âge. L'isolement des plaquettes, celui des lipoprotéines du plasma sanguin, et les approches cellulaires et biochimiques, ont été réalisés comme décrit dans les articles publiés suite à ces investigations (1-3).

Une première étude a concerné des DT2 sélectionnés pour leur absence de complications vasculaires cliniquement avérées. La mesure de la formation spontanée de thromboxane (Tx) A₂ (mesuré par son métabolite stable inactif TxB₂) a montré son augmentation, indiquant une susceptibilité accrue de ces plaquettes à être activées *in vivo*. En même temps, le dialdéhyde malonique (MDA), marqueur global de stress oxydant, était accru et l'alpha tocophérol, principal antioxydant lipophile, était diminué dans les plaquettes. Enfin, l'activité de la glutathion peroxydase 1, principale enzyme capable de détruire les hydroperoxydes lipidiques cellulaires, était diminuée. L'ensemble de ces résultats montre une hyper-activation plaquettaire, associée à un stress oxydant accru, qui peut favoriser la survenue d'accident vasculaire ischémique (1). Une étude plus récente s'est attachée à comparer les lipides des LDL de sujets souffrant de MetS, DT2 à ceux de volontaires sains. Les modifications principales observées ont été les suivantes : augmentation des triacylglycérols, diminution des esters de cholestérol et des plasmalogènes à éthanolamine, diminution des chaînes linoléoyl (18:2n-6) dans les phosphatidylcholines et esters de cholestérol. Les marqueurs de peroxydation lipidique : OH-18:2 (HODEs) et MDA étaient également accrus, indiquant un stress oxydant marqué des LDL. Par ailleurs ces LDL étaient capables d'activer des plaquettes de sujets sains *via* une accélération de la cascade de l'acide arachidonique (augmentation de la phosphorylation de la p38-MAPK, de la cPLA₂, de la formation basale de TxB₂ et de l'agrégation plaquettaire induite par le collagène). Il apparaît donc que les LDL de sujets atteints de MetS et DT2 sont oxydés et activent les plaquettes sanguines (2,3). Ces deux études suggèrent fortement que l'hyperfonctionnement plaquettaire observé dans les deux populations étudiées pourrait être dû au stress oxydant aussi bien au niveau de leurs plaquettes qu'au niveau de leurs LDL. Puisque nos études de supplémentation en acide docosahexaénoïque (DHA) sous formes de triglycérides, réalisées dans une population témoin, ont montré une protection anti-oxydante aux faibles dosages en DHA (200 à 800 mg/jour selon les tests) (4,5), nous étudions désormais l'effet antioxydant potentiel d'une dose moyenne de DHA sur une population de diabétiques.

1. Véricel E, Januel C, Carreras M, Moulin P and Lagarde M. Diabetic patients without vascular complications display enhanced basal platelet activation and decreased antioxidant status. *Diabetes*, 2004, 53, 1046-51.

2. Colas R, Pruneta-Deloche V, Guichardant M, Luquain-Costaz C, Cugnet-Anceau C, Moret M, Vidal H, Moulin P, Lagarde M and Calzada C. Increased Lipid Peroxidation in LDL from Type-2 Diabetic Patients. *Lipids*, 2010, 45, 723-31.

3. Colas R, Sassolas A, Guichardant M, Cugnet-Anceau C, Moret M, Moulin P, Lagarde M, and Calzada C. LDL from obese patients with the metabolic syndrome show increased lipid peroxidation and activate platelets. *Diabetologia*, 2011, 54, 2931-40.

4. Guillot N, Caillet E, Laville M, Calzada C, Lagarde M, Véricel E. Increasing intakes of the long-chain omega-3 docosahexaenoic acid:

effects on platelet functions and redox status in healthy men. *FASEB J*. 2009, 23, 2909-16.

5. Calzada C, Colas R, Guillot N, Guichardant M, Laville M, Véricel E, Lagarde M. Subgram daily supplementation with docosahexaenoic acid protects low-density lipoproteins from oxidation in healthy men. *Atherosclerosis*. 2010, 208, 467-72.

Session Biotechnologies et nutrition

BIOTECHNOLOGIES ET AGROALIMENTAIRE : ENTRE DANGERS ET PROGRES, QUELLES PERSPECTIVES ?

Bernard SCHMITT

Service d'Endocrinologie-Maladies Métaboliques. Centre d'Enseignement et de Recherche en Nutrition Humaine (CERNh) LORIENT, France

Secteur extrêmement dynamique sous bien des aspects, l'industrie agroalimentaire est devenue, en deux décennies, l'un des acteurs économiques les plus performants à l'échelon planétaire. Pour cela, il lui a fallu corriger de nombreuses faiblesses structurelles. En particulier, il était nécessaire de sortir du champ de la production alimentaire de base et celle de biens de consommation à faible valeur ajoutée, afin de développer de nombreux secteurs compétitifs. Les progrès accomplis ont permis jusqu'à présent de répondre, dans le cadre d'une compétition de plus en plus agressive, à la fois à l'enjeu mondial d'une disponibilité alimentaire suffisante et à l'émergence de nouveaux secteurs de développement concurrentiels, tels les biocarburants. Ceci n'a été possible, quel que soit le maillon considéré (production végétale, animale, transformation) que grâce à un éventail de produits de plus en plus élaborés et la mise en œuvre de technologies de plus en plus sophistiquées. De nombreux agriculteurs et entreprises agroalimentaires considèrent aujourd'hui cette évolution comme inéluctable : au risque de rester sur le bord du chemin, ils estiment ne plus pouvoir assurer leur survie autrement qu'en prenant le risque d'une profonde mutation, dicté par la contrainte des marchés et lié à la capacité d'innovation des processus de production et de transformation. Il n'est pas possible de faire l'inventaire exhaustif de l'ensemble des biotechnologies actuellement mises en œuvre. Par contre, il faut insister sur le type de modèle économique qui a rendu possible un tel développement. Contrairement au modèle classique de développement industriel (le plus souvent lent) dans lequel les activités traditionnelles ne font qu'intégrer progressivement l'innovation afin de s'adapter et perdurer, nous assistons aujourd'hui, à l'échelle mondiale, à une véritable explosion technologique. Celle-ci est liée à la quasi-généralisation d'un modèle spéculatif et financier pour qui la réactivité, voire l'anticipation à l'émergence des nouvelles technologies est une stratégie qui lui laisse espérer des bénéfices considérables et qui constitue ainsi une incitation puissante à ce type de développement. Parmi les nouvelles biotechnologies appliquées à l'agroalimentaire, deux d'entre elles ont connu un essor particulier depuis une vingtaine d'années, soulevant autant d'espoir que de controverses : les OGM et les nanotechnologies. Elles sont emblématiques en ce sens qu'elles mettent parfaitement en parallèle, voire en opposition, découvertes scientifiques, logiques de développement économique et choix de société. Véritables révolutions technologiques, elles sont d'une grande actualité et intéressent tous les maillons de la chaîne alimentaire. Pour beaucoup d'acteurs de la filière, elles sont en effet capables de répondre à la majeure partie des défis alimentaires et à celui du

développement agricole de demain. Pourtant, de nombreuses voix s'élèvent contre la possible généralisation de ces technologies, au nom du principe de précaution, de celui de la sauvegarde de la biodiversité de la protection de l'environnement ou de la brevetabilité du vivant. Le débat sur les OGM vient d'être relancé à la suite de la très récente publication de l'étude menée par le CRIIGEN sur les risques liés au maïs NK603. D'un autre côté, les produits issus des nanotechnologies sont accusés d'être potentiellement, à des doses extrêmement faibles, des perturbateurs endocriniens en raison des réponses de type épigénétiques qu'ils peuvent entraîner et de leur impact potentiel sur les voies de signalisation cellulaire. Le débat entre scientifiques « pro » et « anti » sur le rapport risques/bénéfices de ces nouvelles biotechnologies en agroalimentaire est donc salutaire et nécessaire. Mais face au questionnement légitime de la société, l'application systématique d'un moratoire au nom du principe de précaution n'est pas la meilleure réponse à un défi technologique qui a - dans d'autres domaines - prouvé son utilité (par exemple, la production d'insuline ou d'hormone de croissance par génie génétique). Sans casser la dynamique d'une recherche scientifique nécessaire, il importe donc de rester extrêmement vigilant et de se poser les bonnes questions : N'est-ce pas tant les biotechnologies en elles-mêmes qui sont discutables que certaines de leur utilisation ? Quelle est l'utilité de telles avancées à chacun des maillons de la chaîne alimentaire ? Quels sont les impacts sur les grands enjeux mondiaux en termes de suffisance alimentaire et de santé des populations ? Quelle est la valeur scientifique des études menées sur les conséquences sanitaires à court, moyen et long terme de ces technologies ? Quelle est l'indépendance des chercheurs et des experts par rapport au monde industriel et financier ? En conclusion, aborder le développement des biotechnologies agroalimentaires nous conduit à une réflexion plus globale. Les scientifiques ne peuvent plus esquiver ni ce questionnement, ni cette responsabilité, qui doit s'exprimer dans une transdisciplinarité au confluent des sciences dures et des sciences sociales.