

Séance publique du 2 mai 2011

**Alimentation et santé dans l'histoire humaine :
paradoxes et incertitudes de notre siècle**

par Claude JAFFIOL

MOTS-CLÉS

Alimentation - Histoire - Maladies de la nutrition - Agriculture biologique - Compléments alimentaires.

RÉSUMÉ

L'alimentation est connue depuis la plus haute antiquité comme une composante essentielle de la santé. A partir du XIX^e siècle, les sciences fondamentales et les progrès technologiques ont suscité de remarquables progrès en nutrition, agronomie, transformation, transport et commercialisation des aliments. Malgré ce, de nouveaux problèmes émergent liés à des phénomènes de société, à l'industrialisation de l'alimentation et aux incertitudes concernant les propriétés et les risques sanitaires de nombreux produits destinés à l'alimentation humaine ou animale. L'abondance de l'offre alimentaire dans les pays industrialisés coexiste avec deux situations différentes : 1°) la persistance de carences liées à la paupérisation croissante ou à des problèmes psycho sociaux et existentiels ; 2°) le développement extensif de pathologies nutritionnelles, obésité, diabète, hypertension, source de multiples complications affectant la durée et la qualité de vie, générant des dépenses croissantes de santé. Un deuxième paradoxe oppose des contrôles de plus en plus sévères de la chaîne alimentaire à la persistance de pathologies infectieuses ou toxiques majoritairement liées aux pollutions agricoles ou industrielles. Un troisième paradoxe met face à face les remarquables progrès de la recherche et les nombreuses incertitudes qui pèsent sur l'intérêt ou les risques sanitaires de divers nutriments et technologies alimentaires, OGM, produits de l'agriculture biologique, compléments alimentaires, etc. En l'absence de certitudes, une grande prudence s'impose pour des choix difficiles souvent pollués par des prises de position passionnelles tandis que les efforts de recherche doivent être activement encouragés.

Traiter des rapports entre alimentation et santé est toujours un exercice périlleux. Les données expérimentales sont fluctuantes et les études épidémiologiques souvent polluées par une multitude de facteurs confondants. Cette situation crée un climat où l'incertitude scientifique ouvre la porte à l'irrationnel offrant un terrain favorable aux spéculations les plus hasardeuses.

La recherche de la nourriture a été une constante préoccupation pour l'homme car l'aliment est indispensable pour le maintien de la vie.

Les observations des médecins d'autrefois, les représentations artistiques et les œuvres de nombreux écrivains et historiens permettent de se faire un jugement sur les conséquences des habitudes alimentaires des siècles passés. Plus près de nous, l'extraordinaire développement technologique et scientifique explique les profondes mutations apparues dans l'alimentation humaine. La santé en a bénéficié surtout dans les pays industrialisés, mais, paradoxalement, l'abondance alimentaire n'a pas résolu tous les problèmes et notre siècle est confronté à l'émergence de diverses pathologies où l'alimentation est impliquée. Cette situation ne peut être correctement analysée si les effets de la nutrition sur la santé humaine sont pris en compte d'un seul point de vue biochimique ou épidémiologique. En fait, le problème doit être considéré d'une manière beaucoup plus large ; l'alimentation ne doit pas être envisagée comme une entité isolée mais comme l'élément d'un ensemble incluant la production et les techniques agricoles, la qualité des produits, leur conservation, les circuits commerciaux, l'environnement et la susceptibilité de chaque individu vis-à-vis de tel ou tel nutriment en fonction de son capital génétique. En outre, un regard purement scientifique conduit à une impasse si l'on ignore la dimension psychologique, sociétale et culturelle de l'alimentation. Ces remarques préalables paraissent fondamentales pour mieux aborder sous leur aspect multidimensionnel les paradoxes et les incertitudes qui caractérisent les rapports entre l'alimentation et la santé à notre époque.

I – Etapes décisives de l'histoire de l'alimentation et de ses rapports avec la santé (1-2-3-4)

I.1 – Le paléolithique : les cueilleurs chasseurs

Cette période est la plus longue dans l'histoire de l'humanité estimée à trois millions d'années depuis l'apparition des premiers hominidés découverts en Afrique de l'Est. L'alimentation était fondée sur la chasse, la pêche et la cueillette au hasard des déplacements ; une étape capitale fut la maîtrise du feu, il y a environ 400.000 ans, permettant la cuisson des aliments. Quelques petits groupes sociaux en Tanzanie et au Kala-hari ont de nos jours un mode de vie comparable à celui des civilisations du paléolithique ce qui a permis d'approcher les usages alimentaires de cette époque reculée. Ces données confrontées à l'analyse des stries dentaires laissent penser que l'équilibre alimentaire de ces groupes primitifs était proche des recommandations nutritionnelles actuelles. La viande représentait une part importante mais il s'agissait de gibier, pauvre en graisse avec une proportion importante d'acides gras polyinsaturés. De nombreux végétaux sauvages étaient consommés apportant un lot conséquent de fibres. Les apports sodés étaient beaucoup plus faibles et ceux de calcium plus élevés qu'aujourd'hui. La charge en fer, vitamines et micronutriments était satisfaisante voire supérieure aux consommations actuelles. Il est intéressant de constater que les maladies de pléthore si fréquentes dans notre civilisation sont très rares chez les peuples chasseurs- cueilleurs d'Afrique et d'Australie. Il est tentant de rapprocher ce fait de leurs habitudes alimentaires.

I.2 – Le néolithique : la naissance de l’agriculture et de l’urbanisation

Dix mille ans BC, une mutation survient dans l’histoire de l’humanité caractérisée par la sédentarisation, le regroupement des populations en îlots, et le passage d’une alimentation de survie à une alimentation organisée autour de l’élevage et de la culture de plantes sélectionnées. C’est la naissance de l’agriculture. Progressivement, on assiste à une diversification des espèces, principalement les céréales, la domestication des animaux, l’usage d’outils pour le travail de la terre. Cette révolution née au proche orient va essaimer progressivement autour du bassin méditerranéen.

I.3 – L’antiquité et la période historique (tableau I)

L’antiquité est dominée par les civilisations, phénicienne, égyptienne, grecque et romaine qui virent se développer une riche diversification alimentaire avec des différences liées aux spécificités culturelles et à la plus ou moins grande productivité agricole de chaque contrée. L’alimentation des grecs était réputée pour sa frugalité particulièrement sévère à Sparte où l’orge était la céréale la plus consommée. Lait et laitages étaient largement utilisés. Le vin était une boisson courante, celui d’Arcadie était supposé rendre les femmes fertiles.

La diététique s’imposait pour les malades ; Hippocrate recommandait une décoction d’orge dans les états fébriles ; les athlètes suivaient un régime spécial riche en viandes selon Pausanias. En Egypte, la fertilité des alluvions du Nil explique la plus grande diversité de l’alimentation et la prééminence de la bière comme boisson quotidienne. L’empire romain par sa puissance et son étendue bénéficiait d’une grande richesse avec des aliments produits dans toutes les parties du monde connu. La complexité et la diversité des recettes culinaires recensées par Apicius (Re Coquimeria) sont le reflet de cette situation d’abondance dont profitait seulement une classe privilégiée. C’est aussi l’âge d’or de la médecine qui, avec Hippocrate à Cos, Galien à Rome, s’intéressa à la nutrition perçue comme un élément capital pour la santé des bien portant et des malades. L’aliment devait participer à maintenir un équilibre entre les quatre éléments, eau, terre, air, feu, les quatre tempéraments, mélancolique, lymphatique, sanguin, colérique, la santé dépendant du respect de ces équilibres. Ces conceptions prêtent à sourire mais l’on doit retenir l’importance toujours actuelle du principe d’équilibre qui a acquit un gage scientifique depuis la découverte du milieu intérieur par Claude Bernard. Dès cette époque, des groupes recommandaient les régimes végétaliens sur des bases morales ou philosophiques, (Empédocle, certains pythagoriciens)

Plus tard, les médecins perses et arabes soulignèrent à leur tour l’importance de l’alimentation pour le maintien de la santé. Rhazès, à Bagdad, enseignait : *“Tant que tu peux soigner avec des aliments, ne soignes pas avec des médicaments”*, reprenant un principe énoncé par Hippocrate, *“Que l’aliment soit ton premier médicament”*. Ibn Butlan, mort en 1068, publia un traité sur les aliments, *“Kitab Takwîh As Sihha”*, traduit en latin, *“Tacuinum Sanitatis”*, livre richement illustré décrivant les propriétés de nombreux aliments ainsi que des conseils d’hygiène de vie.

L’école de Salerne issue des traditions grecques et judéo arabes produisit un traité sur l’alimentation *“Flos medicinae vel regimen sanitatis salernitanum”*. Arnaud de Villeneuve (1240-1311) enseignant à la faculté de médecine de Montpellier publia le Regimen sanitatis avec des règles de diététique.

A Montpellier, Rondelet, contemporain de Rabelais, souligna la transmission héréditaire de plusieurs affections métaboliques.

Au moyen âge considéré à tort comme une période stérile et obscurantiste, l'agriculture et l'industrie connurent une expansion sous l'impulsion des monastères qui possédaient de grandes propriétés, une main d'œuvre bon marché et une connaissance des fondements de l'agronomie. Ce sont eux qui développèrent les moulins à eau, les marteaux fouloirs, le tissage des étoffes et contribuèrent à la sélection des espèces en particulier de la vigne.

Toutefois, les aliments étaient loin d'apporter une garantie de fraîcheur et l'eau était souvent contaminée. Cela explique la fréquence des intoxications alimentaires et les épidémies de choléra qui ont fait des ravages jusque au XIX^e siècle. La contamination des céréales par l'ergot de seigle fut à l'origine de plusieurs épidémies connues sous le nom de mal des ardents. Malgré les progrès de l'agronomie sous la direction de certains ordres religieux, les aléas climatiques, les guerres ruinaient les récoltes provoquant des famines qui facilitaient le développement des maladies infectieuses dans les populations affaiblies. Des carences en micronutriments étaient fréquentes en certaines régions, la plus répandue étant le déficit en iode générateur du goitre endémique et du crétinisme, mais aussi dans certaines régions la pellagre. Le scorbut décimait les équipages privés de fruits frais alors que cette affection était méconnue sur les navires anglais qui embarquaient des citrons.

La Renaissance et les siècles suivants connurent des changements qui annonçaient l'époque moderne. La diversification alimentaire fut la conséquence des croisades et des explorations qui ramenèrent en Europe des légumes et fruits inconnus : l'artichaut, l'abricotier, le pêcher et de nombreux légumes et fruits exotiques. Olivier de Serres donna une impulsion à une agriculture plus rationnelle. Le XVIII^e siècle amorça la révolution industrielle qui allait dominer par la suite. Parmentier introduisit la pomme de terre mal acceptée au début qui contribua à réduire les famines cycliques jusque à la fin du XVIII^e. Appert sur incitation de Bonaparte, découvrit le principe de la conservation des aliments sous vide, le fumage ou la salaison étant jusqu'alors les seuls moyens connus pour assurer leur préservation. Toutefois, les progrès des techniques agricoles s'avéraient insuffisants, en l'absence d'engrais et de mécanisation, pour faire face au défi démographique, la croissance de la population française étant une des plus fortes d'Europe.

De l'antiquité au XVIII^e siècle, les maladies de la nutrition ont donné lieu à des descriptions cliniques parfois très réalistes lorsque leurs symptômes étaient apparents. Mais leur physiopathologie restait du domaine spéculatif et les relations avec l'alimentation teintées de la plus grande obscurité. Il n'est pas surprenant que les propositions diététiques soient marquées par l'empirisme. Pour en être convaincu, il suffit de relire les conseils alimentaires donnés par les auteurs anciens pour le traitement du diabète dont la cause était inconnue. Il faut attendre la fin du XVIII^e siècle pour que soit proposé par Rollo un régime riche en protéines et pauvre en sucres mais il faut le dire sur des bases intuitives. Parfois, malgré l'ignorance des mécanismes responsables, les conseils alimentaires s'avéraient utiles : c'est le cas du goitre endémique pour lequel étaient prescrits depuis l'antiquité des produits d'origine marine sans que l'on ait eu connaissance de l'existence de l'iode et de son rôle dans le fonctionnement de la thyroïde.

I.4 – L'époque moderne

Le XIX^e siècle mérite une mention particulière (tableau II) car il est un tournant déterminant entre l'époque historique dominée par la simple observation clinique et le développement actuel des sciences fondamentales qui ont apporté un éclairage exceptionnel sur l'alimentation et la santé humaine. La chimie va se développer découvrant de nombreuses molécules, telles le glucose, l'iode ce qui va induire un progrès fondamental dans la compréhension, la prévention et le traitement du goitre endémique sous l'impulsion de Chatain ou la diététique du diabète gras par Bouchardat. Les maladies infectieuses d'origine alimentaire firent longtemps des ravages au XIX^e siècle avec plusieurs épidémies de choléra illustrées par des peintres connus et merveilleusement décrites par J. Giono dans le Hussard sur le toit. Il fallut attendre les travaux de L. Pasteur pour que soit démontrée l'origine microbienne de ces affections prémices des règles à venir d'hygiène alimentaire et hydrique. De nombreux progrès technologiques annoncent l'expansion de l'industrie alimentaire.

II – Alimentation et santé au XXI^e siècle : progrès, paradoxes et incertitudes (tableau III)

Les progrès scientifiques des cinquante dernières années ont contribué à analyser jusqu' à l'échelon moléculaire l'action des nutriments sur les fonctions physiologiques de l'organisme tout en disséquant les interférences métaboliques et hormonales qui accompagnent ces processus. Des enquêtes épidémiologiques ont complété ces données fondamentales et ont contribué à proposer en France un modèle alimentaire de référence, le Plan National Nutrition Santé (PNNS). Des avancées remarquables ont permis à l'agriculture de répondre, tout au moins dans les pays industrialisés, à une pression démographique croissante et à l'industrie alimentaire de mettre sur le marché un nombre toujours plus grand de produits bénéficiant d'allégations alléchantes venant de tous les horizons. Les contrôles sanitaires parmi les plus sévères en Europe assurent une garantie d'hygiène pour la majorité des aliments entre autres l'eau du robinet.

II.1 – Ces transformations ont eu un retentissement bénéfique sur la santé

La taille des adolescents s'est accrue significativement ; la durée de vie s'est allongée et sa qualité s'est améliorée, en particulier pour les personnes du troisième âge qui ont bénéficié des progrès de la dentisterie leur permettant de conserver une alimentation solide et diversifiée. Les épidémies de choléra, de typhoïde ne sont heureusement plus qu'un souvenir. On peut certes souligner que les bénéfices obtenus dans le domaine de la santé ne sont pas entièrement dépendants de l'amélioration de l'alimentation mais on doit reconnaître qu'elle y a certainement contribué.

II.2 – Les paradoxes

II.2.a – LE PREMIER PARADOXE OPPOSE UNE ALIMENTATION ABONDANTE ET DIVERSIFIÉE DANS LES PAYS RICHES À DES CARENCES INATTENDUES.

En fait, plusieurs éléments expliquent cette situation :

La paupérisation croissante de la population de notre pays selon les plus récentes statistiques de l'INSEE entraîne des choix alimentaires défectueux. Cela est particulièrement vrai en Languedoc-Roussillon une des régions les plus défavorisées.

Les enfants, les jeunes chômeurs, les étudiants et les familles monoparentales sont les plus concernés⁽⁵⁾. Les carences concernent principalement les fruits et légumes, le poisson et les produits carnés entraînant des déficits en protéines, vitamines et micro nutriments⁽⁶⁾. Cette situation favorise l'émergence de multiples pathologies et affecte le bon déroulement des grossesses. Une enquête que nous avons conduite avec L. Guize démontre l'incidence de la précarité sur la prévalence du diabète⁽⁷⁾.

Le recours immodéré à des régimes amaigrissants non contrôlés chez de jeunes femmes séduites par une mode dangereuse est entretenu par une presse féminine à succès qui a une influence désastreuse sur la santé. L'anorexie nerveuse, rare dans les sociétés patriarcales, affecte un pourcentage significatif d'adolescentes tenaillées par un mal vivre où s'intriquent facteurs familiaux et sociétaux.

Certaines conduites alimentaires entre autres les régimes végétaliens, peuvent entraîner des complications affectant la grossesse ou le développement infantile pénalisés par une carence en fer, folates, lysine, méthionine et vitamine B12.

Des carences sélectives quoique limitées existent encore⁽⁸⁾ :

La carence en iode autrefois responsable du goitre et du crétinisme endémiques a été considérablement réduite par l'usage du sel iodé et par la diversification alimentaire. Toutefois, des enquêtes récentes confirment la persistance d'un déficit modéré dans certaines régions françaises avec des apports insuffisants chez la femme enceinte. Cette carence peut générer chez le fœtus des anomalies du développement auditif et être responsables d'un retard scolaire ultérieur. Cette situation est la conséquence d'apports iodés insuffisants. Les causes sont diverses mais la principale tient à un apport iodé insuffisant.

La carence en fer est très fréquente dans les pays en voie de développement mais n'est pas rare en France et dans les Dom Tom, surtout chez la femme durant la grossesse. La majorité du fer absorbable, fer héminique, est contenue dans la viande, le poisson et leurs dérivés. Le fer contenu dans les végétaux, dit non héminique, est moins bien absorbé. De ce fait, un apport insuffisant en protéines animales peut être à l'origine d'une carence ferrique.

II.2.b – LE DEUXIÈME PARADOXE TIENT AU DÉVELOPPEMENT D'UNE VASTE ÉPIDÉMIE D'OBÉSITÉ, DE DIABÈTE ET D'HYPERTENSION ARTÉRIELLE DANS LES PAYS INDUSTRIALISÉS MALGRÉ UNE LARGE CAMPAGNE MÉDIATIQUE AXÉE SUR CES PATHOLOGIES.

Les maladies de surcharge (obésité, diabète)

Elles connaissent effectivement un développement spectaculaire et sont responsables de multiples complications engendrant des dépenses de santé croissantes.

Les données épidémiologiques sont concordantes :

L'obésité⁽⁹⁾ est en progression comme le confirme une série d'enquêtes successives conduites en France par la SOFRES avec un gradient Nord- Sud. Sa prévalence est plus élevée dans les classes sociales défavorisées et inversement proportionnelle au niveau d'éducation. Les enfants sont touchés par cette épidémie : 18,5% sont en surpoids et 3% obèses, alors qu'en 1960, 3 % seulement étaient concernés

Le diabète de type 2, fortement lié à l'obésité, est en expansion en France et dans de nombreux pays industrialisés ou en voie de développement ⁽¹⁰⁾. L'enquête Entred 2007 évalue le pourcentage de diabétiques connus en métropole à 3,8 %, s'élevant à 10 % et plus après 65 ans. La maladie est plus fréquente dans les Dom Tom, 10% aux Antilles, 17% à l'île de la Réunion, 20% en Polynésie en étroite relation avec la prévalence très élevée de l'obésité. Des projections sur le futur évaluent le nombre prévisible de diabétiques à 300 millions en 2025 dont la moitié en Asie.

L'obésité et le diabète hypothèquent sévèrement la santé avec une dégradation progressive des fonctions locomotrices, de la vision, de la capacité respiratoire, des fonctions rénales et sexuelles. Ces affections réduisent l'espérance de vie par leurs complications cardio- vasculaires et la plus grande fréquence de certains cancers chez les obèses et les diabétiques. Leurs conséquences économiques sont considérables par les coûts directs et indirects engendrés par les hospitalisations, les frais de transport, de rééducation et les incapacités professionnelles.

Deux facteurs paraissent responsables de cette épidémie :

Le rôle de l'hérédité est confirmé par l'observation des jumeaux univitellins qui présentent une concordance dans la prévalence de ces affections. La recherche de polymorphismes et mutations responsables de l'excès pondéral ou de l'hyperglycémie s'est avérée fructueuse dans de rares cas d'obésités ou de diabètes infantiles au cours des quels la mutation d'un seul gène a été mise en évidence, autorisant la possibilité d'un dépistage précoce. Mais dans la très grande majorité des obésités communes et des diabètes de type 2 (DT2), de nombreux gènes sont impliqués, interdisant toute possibilité de reconnaître ces affections avant leur expression clinique.

Les facteurs environnementaux jouent un rôle déterminant :

Les mutations survenues dans les modes alimentaires des pays industrialisés ou en développement sont l'un des tout premiers facteurs mis en cause. Plusieurs études épidémiologiques pointent les abus caloriques liés à un excès de matières grasses et de sucres dans la ration quotidienne ; le débat reste ouvert pour savoir lequel de ces macronutriments est le plus en cause. La mode du "snacking", des repas rapides, l'usage immodéré des boissons sucrées riches en fructose, des glaces, des sandwiches sont autant de facteurs contributifs. Ces déviations alimentaires sont entretenues et facilitées par l'industrialisation de l'alimentation, le plus grand recours aux repas traiteurs et à la cuisine rapide conséquence des contraintes professionnelles et sociales. La régression des traditions familiales qui privilégiaient la régularité et la prise en commun des repas est un phénomène de société qui contribue au dérèglement des apports nutritionnels. Des différences régionales dans la prévalence de l'obésité et du DT2 font apparaître un gradient Nord Sud opposant la civilisation du beurre à celle de l'huile d'olive et au régime méditerranéen dit encore crétois, plus riche en fruits, légumes frais, poissons.

La sédentarité croissante dans les pays développés ajoute ses effets pernicieux en réduisant les dépenses caloriques alors qu'une alimentation trop riche et mal équilibrée augmente les apports. Son rôle a été bien mis en évidence dans l'obésité infantile. Le développement de la télévision, d'internet limitent les activités sportives également réduites par la contrainte d'une sélection scolaire et universitaire imposant de longues heures de travail sédentaire.

En définitive, l'épidémie des maladies de pléthore, DT2 et obésité, s'explique essentiellement par des modifications du mode de vie induites par des contraintes sociétales. L'exemple des indiens Pima est très démonstratif : cette ethnie vit de part et d'autre de la frontière séparant le Mexique des USA. Ceux habitant le Mexique ont une existence difficile, ne bénéficiant pas d'aides gouvernementales alors que ceux vivant en Arizona reçoivent en abondance des subsides de l'état américain. Les premiers ont un régime alimentaire sobre et déploient une activité physique importante alors que les seconds ont une abondance de nourriture et sont très sédentaires. La prévalence très faible du diabète chez les sujets vivant au Mexique (3 %) s'oppose aux taux très élevés (> 50 %) observés chez les indiens Pima habitant l'Arizona. Le rôle des facteurs d'environnement, alimentation et sédentarité, oppose de manière caricaturale ces deux groupes qui ont cependant le même patrimoine génétique.

Les relations entre gènes et nutrition ^(11,12,13,14) ont acquis un nouvel éclairage avec la théorie épigénétique. Il s'agit de la résurgence de l'hypothèse de Lamarck selon laquelle une anomalie acquise sous l'action de l'environnement peut être transmise à la descendance, ce qui paraissait impossible en fonction des lois de Mendel. Des données récentes reposant sur l'expérimentation animale ont confirmé que l'expression génomique pouvait être modifiée par la méthylation de la chromatine induisant des modifications du phénotype transmissibles à la descendance, sans qu'il y ait une altération de la séquence nucléotidique. Ces phénomènes ont une particulière importance lors de la conception et durant les tout premiers temps de la vie fœtale. L'alimentation maternelle mais aussi paternelle joue un rôle important pour la fourniture de radicaux méthyl comme le démontrent des expériences conduites chez les rats agouti. Les femelles de cette espèce donnent naissance soit à des ratons bruns et minces soit à des descendants jaunes, boulimiques et obèses. L'hyperphagie est sous la dépendance d'un gène. En modifiant l'alimentation des femelles par un régime riche en radicaux méthyl, on supprime l'activité de ce gène aboutissant à une proportion plus grande de ratons bruns et minces. Le processus épigénétique est en définitive un mécanisme permettant une adaptation rapide aux changements environnementaux au contraire de l'évolution darwinienne qui s'étale sur de très longues périodes.

Chez l'homme, des données épidémiologiques suggèrent l'intervention de mécanismes épigénétiques expliquant la transmission trans-générationnelle d'anomalies métaboliques acquises sous l'effet de changements environnementaux et nutritionnels survenus pendant la conception et la vie embryonnaire. Ces données récentes conduisent à attacher une importance particulière à l'alimentation et au statut pondéral et glycémique du couple lors de la conception et à la nutrition maternelle pendant la grossesse.

L'hypertension artérielle

Elle affecte un tiers de la population française et plus de 50 % des sujets après 65 ans. Elle est une des causes majeures du développement des maladies cardiovasculaires et des accidents vasculaires cérébraux responsables avec le cancer de la majorité des décès dans les pays industrialisés ou en voie de développement. Elle est fréquemment associée à l'obésité, au DT2 et au syndrome métabolique.

Le rôle du chlorure de sodium dans l'élévation de la tension artérielle est largement documenté ⁽¹⁵⁾. La première mention de la relation entre sel et circulation est faite 1700 ans AC par un médecin chinois, Huang TI Nei Su Wein qui notait que

lorsqu'on prenait beaucoup de sel le pouls devenait dur. Les groupes sociaux acculturés qui consomment très peu de sel, < 3g/jour, ne présentent pas d'hypertension même au cours du vieillissement, en opposition avec les populations qui en consomment beaucoup. Il est probable que des mutations et polymorphismes sont apparus chez certains individus au cours du paléolithique en vue de faciliter la récupération rénale du sodium apporté en faible quantité par l'alimentation. Lorsque les apports sodés sont devenus plus importants, un conflit s'est installé entre ces apports et un équipement génétique fait pour retenir le sel conduisant à induire une élévation de la tension artérielle chez les sujets porteurs des mutations et polymorphismes.

L'étroite relation entre le sel et l'hypertension a conduit les pouvoirs publics à recommander une diminution des apports sodés quotidiens de 8 à 10 grammes à 6 grammes. Cette mesure nécessite une adaptation de l'industrie agro alimentaire car la majorité du sel ingéré provient des aliments et non du sel domestique qui ne représente que 10 à 20 % de la consommation totale.

II.2.c – LE TROISIÈME PARADOXE OPPOSE DES CONTRÔLES SANITAIRES DE PLUS EN PLUS RIGOUREUX À LA PERSISTANCE D'INFECTIONS ET POLLUTIONS ALIMENTAIRES :

Infections et intoxications alimentaires (8)

Les contaminations microbiennes des aliments n'ont pas disparu en France même si elles sont circonscrites et rapidement prises en charge.

La plupart de ces infections sont liées à un relâchement de la surveillance des circuits commerciaux et de la restauration collective, à la rupture de la chaîne du froid lors des transports frigorifiques et au non respect de l'hygiène individuelle lors de la manipulation des denrées alimentaires. Les échanges internationaux contribuent à la diffusion de pathogènes exotiques inconnus autrefois.

Les intoxications par des biotoxines sont surtout observées dans les pays tropicaux transmises par les poissons et les coquillages, la plus connue étant la ciguatera. La France n'est pas épargnée avec le développement d'intoxications par les coquillages pollués par des dinoflagellés qui, dans des conditions environnementales favorables, se multiplient dans les parcs d'élevage et contaminent par leur toxine huîtres et moules. Les conséquences peuvent être graves entraînant diarrhée, paralysies ou amnésie.

Contaminations chimiques

Elles proviennent de l'environnement et affectent de nombreux types d'aliments, eau, viande, légumes, fruits, poissons.

L'assainissement des eaux usées d'origine industrielle, provenant des hôpitaux ou des activités agricoles revêt une importance primordiale pour réduire la contamination des sols et par la même de la chaîne alimentaire.

C'est entre autres le problème des nitrates libérés en abondance dans les régions d'élevage industriel. Ils contaminent les nappes souterraines, les eaux de surface et contribuent à l'eutrophisation des ressources hydriques illustrée par le développement des algues vertes sur le littoral breton et de micro algues dont certaines produisent des hépato et neurotoxines responsables d'intoxications humaines et animales. La transformation des nitrates en nitrites est dangereuse chez le nourrisson pouvant entraîner une méthémoglobinémie affection devenue rare car

nécessitant une intervention bactérienne. Les nitrites peuvent conduire à la production de nitrosamines potentiellement cancérigènes bien qu'aucune preuve épidémiologique n'ait été apportée chez l'homme. Le taux maximum autorisé de nitrates dans l'eau de boisson est de 50 mg/l.

Les pesticides sont toxiques pour l'homme comme le confirment leurs effets pathologiques observés chez les agriculteurs avec une hausse des cancers hématopoïétiques et de la maladie de Parkinson. Les recherches actuelles les classent dans les perturbateurs endocriniens susceptibles d'entraîner une baisse de la fécondité masculine et des pubertés précoces chez le jeune enfant probablement liées à des effets génotoxiques.

La France est le premier consommateur en Europe et le troisième dans le monde. Le risque lié à la présence de ces produits dans les aliments a suscité de larges débats bien que de nombreux travaux apportent des données rassurantes. Les pesticides sont retrouvés dans la très grande majorité des échantillons analysés à l'état de traces inférieures à la limite maximum autorisée (LMR) elle-même 100 fois inférieure à la dose toxique (16). En 2007, l'Agence européenne de sécurité alimentaire a conduit une étude portant sur 74000 échantillons provenant de 350 aliments différents ; 96 % contenaient des pesticides à des valeurs inférieures à la LMR, 4 % seulement les dépassaient.

Il faut souligner que la plupart de ces résidus disparaissent au lavage et à l'épluchage. Ces données sont favorables mais certains auteurs remarquent que cela ne préjuge pas de la toxicité liée à la persistance de ces produits dans l'organisme ni des effets encore mal évalués de l'association de plusieurs de ces agents. Toutefois, l'Office Parlementaire a publié en 2010 un rapport disant qu'aucun lien n'était démontré entre la consommation d'aliments contenant des pesticides à doses très faibles et la survenue de maladies chez l'homme.

Les métaux lourds (8) proviennent des rejets industriels, des engrais chimiques et des déjections animales.

Le mercure est un des principaux contaminants. Sont particulièrement pollués les champignons et les poissons au sommet de la chaîne alimentaire, espadon et thon. Leur consommation est à éviter chez les femmes enceintes ou allaitantes.

Le plomb se retrouvait autrefois dans les eaux de boisson alimentées par des tuyaux en plomb dont l'usage est prohibé mais qui équipent encore des habitations anciennes. Les aliments peuvent être contaminés par les émissions dans l'atmosphère dont la concentration a diminué avec l'élimination de l'essence plombée dans certains pays. Le taux légal de 50ug/l devrait être abaissé, en 2013, à 10ug/l.

Le cadmium peut entraîner des troubles rénaux. Les principaux aliments contaminés sont les fruits et légumes, les produits laitiers, les céréales en raison des teneurs en cadmium des superphosphates utilisés comme engrais ; les poissons et coquillages peuvent être contaminés par des boues résiduelles.

La dioxine issue des usines d'incinération des ordures est retrouvée dans les fruits et légumes et les produits ovo-lactés. Sa toxicité est avérée avec des effets cancérigènes.

La pollution radioactive est la conséquence d'explosions nucléaires ou d'accidents survenus dans des centrales. L'inhalation ou l'ingestion de substances radioactives va induire à moyen et long terme des effets dévastateurs, cancers, leucémies,

sur les sujets exposés. La contamination de la chaîne alimentaire concerne tous les êtres vivants, végétaux, animaux ; sa durée varie selon la période des radionuclides. Les enfants et les femmes enceintes sont particulièrement exposés.

On ne peut donc que souligner les paradoxes de notre époque où les remarquables progrès de la science s'avèrent incapables de réduire l'expansion de maladies étroitement liées à l'alimentation.

II.2.d – COMMENT EXPLIQUER CES PARADOXES ?

Pour les maladies de surcharge (5,6,7,9,10,11), leur développement tient principalement, nous l'avons vu, à des facteurs socio économiques et psychologiques où s'imbriquent dégradation des choix alimentaires, sédentarité, mauvaise prise en charge nutritionnelle de la grossesse, manque de sommeil, vieillissement de la population, précarité. S'ajoute le stress de la vie quotidienne qui constitue un facteur aggravant. L'action de ces divers facteurs est conditionnée par la sensibilité génétique individuelle à chacun d'entre eux.

Pour les contaminations alimentaires, sont en cause les techniques de l'agriculture, les rejets industriels polluant les rivières et les mers.

Le rôle de l'alimentation dans le développement de certains cancers est fort débattu. Des données indiscutables permettent de retenir la place de l'alcool lorsqu'il est consommé de façon immodérée. Les mycotoxines peuvent s'avérer cancérigènes, particulièrement l'aflatoxine. La responsabilité d'autres contaminants, tels les pesticides, la dioxine, les nitrates est évoquée mais non démontrée. Par ailleurs l'obésité et le DT2 s'accompagnent d'un taux plus élevé de certains cancers (sein, colon) ; les mécanismes en cause sont encore du domaine des hypothèses bien que la théorie épigénétique puisse apporter une explication.

III – Incertitudes

III.1 – Certaines ont trait aux conséquences des pratiques agricoles sur la qualité de notre alimentation.

Les pesticides largement utilisés sont nocifs pour l'environnement et pour les agriculteurs qui les manipulent sans précaution. Si tout le monde s'accorde sur ce point, la question se pose sur le risque pour la santé que font courir les très faibles doses de résidus contenus dans l'eau de boisson ou les aliments ? Plusieurs travaux, entre autres un rapport récent de l'office parlementaire, soulignent qu'il n'a jamais été démontré de relation évidente entre la consommation d'aliments issus de l'agriculture traditionnelle et une quelconque pathologie. Ces données sont rassurantes ce qui n'empêche pas certains auteurs d'évoquer la possibilité d'une accumulation des produits phyto sanitaires dans l'organisme à la suite d'une consommation prolongée et les risques encore mal connus de l'association de plusieurs pesticides.

Les OGM suscitent en France des prises de position diamétralement opposées reflètes des incertitudes scientifiques. Leur usage s'étend pourtant régulièrement sans que ne soient rapportés des effets fâcheux sur la santé humaine. Un de leurs

avantages, la réduction de l'emploi des pesticides, paraît cependant contredit par de récentes publications qui font état d'un accroissement de l'utilisation de ces produits parallèlement à l'extension des cultures d'OGM.

L'alimentation biologique respectueuse de l'environnement et de la biodiversité ne représente en France qu'une très faible part de la production agricole. De ce fait, une part importante est importée avec des incertitudes sur la composition des produits et sur les conditions de leur production. La valeur nutritionnelle des aliments dits "Bio" est comparable à peu de choses près à celle des aliments traditionnels avec, toutefois, un moindre degré de pollution par les pesticides (18-19). Il convient de rappeler que les nutriments issus de l'agriculture biologique ne sont pas exempts de critiques ; c'est ainsi qu'ils peuvent être l'objet de contaminations par des bactéries d'origine animale ou par des mycotoxines qui se développent en l'absence de traitement par des fongicides.

Un effort est fait pour introduire les aliments biologiques dans l'alimentation depuis le Grenelle de l'environnement. Une circulaire du 2 Mai 2008 incite les administrations à inclure 20% de produits biologiques dans la restauration collective avant 2012. Cette décision est importante lorsque l'on sait qu'elle concerne un repas sur dix en France, mais est elle réalisable en pratique, compte tenu de la participation très modeste des cultures "Bio" à la production agricole ?

En fait, les interrogations actuelles suscitées par l'alimentation biologique concernent moins son intérêt pour la santé que la qualité des pratiques agricoles et leur capacité de répondre aux besoins. Si plusieurs auteurs prétendent qu'elle n'offre pas d'avantage par rapport à l'agriculture conventionnelle, nombreux sont ceux convaincus qu'elle est incapable de satisfaire les exigences démographiques.

III.2 – D'autres incertitudes concernent les risques induits par certains aliments et par de nouvelles technologies.

Les réponses ne sont pas assurées en l'absence d'arguments scientifiques concordants. A titre d'exemple, citons les dangers présumés de l'aspartame, du fructose contenu dans des boissons sucrées, de l'huile de palme, de l'acide folique, etc. L'irruption des nanotechnologies dans l'industrie alimentaire comme agents vecteurs ou antimicrobiens conduit à s'interroger sur leurs effets sur la santé.

Il est peut être sage de considérer que seule l'épreuve du temps apportera une réponse à des questions dont la solution exige des études épidémiologiques de très longue durée dont les résultats sont souvent difficiles à interpréter en raison de la multiplicité des facteurs confondants et de l'hétérogénéité des populations étudiées.

III.3 – L'intérêt des allégations et des compléments alimentaires mérite également discussion, d'autant que ce problème est au cœur des préoccupations des autorités sanitaires françaises et européennes.

Leur marché a explosé et il apparaît logique de s'interroger sur l'intérêt et l'innocuité de ces produits sur la santé. Le recours aux compléments alimentaires se justifie lorsque ils ont pour objectif de suppléer une carence en vitamines ou micronutriments. En fait, une enquête faite par le CREDOC démontre que leur consommation qui ne connaît aucune contrainte réglementaire obéit le plus souvent à des choix irrationnels conditionnés par une publicité à visée commerciale largement exploitée sur la toile. Cette situation peut être dommageable pour la santé dans le cas d'un usage abusif de certaines vitamines ou de compléments à base de plantes dont

la composition et les risques toxicologiques sont mal connus. Nous avons, dans un récent rapport présenté devant l'Académie nationale de médecine, fait une analyse de cette question et proposé une série de mesures aux pouvoirs publics (20).

Les alicaments sont en pleine expansion avec un chiffre d'affaire très important. Il s'agit d'aliments modifiés dans leur composition doués de propriétés soit disant bénéfiques pour la santé ; certains sont allégés en matières grasses, d'autres en sucres ajoutés, d'autres apportent des omega 3 ou des phyto oestrogènes. Une publicité tapageuse vante leurs propriétés bénéfiques sur le vieillissement, le cholestérol, la perte de poids, plus récemment l'autisme. Un très récent règlement européen n'autorisera désormais ces produits que si les industriels apportent des preuves irréfutables à l'appui des allégations avancées ce qui constituera une sécurité pour les consommateurs. En raison des dérives inévitables, la nutrivigilance s'organise au niveau européen et dans les états membre. En France l'ANSE est chargée de recenser les accidents liés à la consommation des alicaments ou compléments alimentaires.

On peut s'interroger sur les raisons qui conduisent le public à adopter des conduites irrationnelles lorsqu'il s'agit d'alimentation. Plusieurs explications peuvent être avancées : l'aliment possède depuis la naissance de l'humanité un pouvoir magique en ce sens qu'il pénètre dans le corps où va se dérouler une alchimie obscure avec des conséquences bénéfiques ou parfois maléfiqes qui ouvrent la porte à toutes les supputations possibles largement exploitées à des fins commerciales. L'aliment a une valeur symbolique, reprise par toutes les religions qui lui confèrent parfois un pouvoir de guérison (sources miraculeuses, eau bénite) toujours présent dans l'inconscient depuis des millénaires. Faut-il rappeler que l'aliment a longtemps précédé le médicament.

Notre civilisation occidentale consciente de l'importance de ces problèmes de santé devrait devenir un nouveau modèle plus écologique pour enrayer l'évolution catastrophique qui se dessine dans les pays en développement qui copient le mode alimentaire et les abus technologiques et agricoles des pays industrialisés.

IV – Comment peut-on envisager la prévention et la prise en charge de ces nouvelles situations pathologiques ?

IV.1 – Les maladies de pléthore, diabète, obésité, hypertension, sont préoccupantes en raison de leur rapide progression et de leurs graves conséquences sur la santé. Les causes étant complexes, seule une action concertée des professionnels de santé, des économistes, des politiques, des responsables de l'industrie agroalimentaire a quelque chance d'être efficace. Le dépistage des sujets à risque est un temps important pour leur prévention ce qui n'exclue pas la diffusion de conseils d'hygiène alimentaire pour l'ensemble de la population selon le modèle du PNNS.

La prise en charge du couple lors de la conception et de la mère pendant la grossesse apparait de plus en plus comme une mesure essentielle à la lumière des nouvelles connaissances sur l'importance des processus épigénétiques (12,13,14).

D'intéressantes expériences ont confirmé l'intérêt de la prise en charge par l'école de l'éducation nutritionnelle des enfants. Le système EPODE (Ensemble Prévenons l'Obésité des Enfants) développe avec plusieurs municipalités une

méthode combinant éducation nutritionnelle théorique et pratique dans les cantines, activité physique personnalisée et action pédagogique auprès des familles par l'intermédiaire des enfants qui sont un relais efficace pour modifier en profondeur et de manière durable les habitudes alimentaire de leur cellule familiale. Cette expérience concerne actuellement plus de deux cent communes françaises et plusieurs pays dans et hors de la communauté européenne. Les résultats obtenus sont prometteurs pour lutter contre l'obésité infantile (17).

IV.2 – La contamination de l'eau et des aliments par divers agents issus des pratiques agricoles et industrielles est un vaste problème dont la complexité repose sur la divergence entre les intérêts de la santé publique, les pressions économiques et la croissance démographique. Supprimer ou tout au moins limiter l'usage des pesticides paraît évidemment souhaitable ne serait ce que par leurs fâcheuses conséquences sur l'environnement. Il faut lutter en priorité contre l'emploi illicite de produits interdits et l'importation illégale de substances très toxiques abusivement introduites à travers les frontières de l'Europe. De même faut-il que les agriculteurs respectent les règles et les délais de protection pour les traitements. Il faut enfin encourager toutes les techniques de lutte biologique.

La réduction de la pollution par les nitrates passe par une réorganisation de l'élevage dans certaines régions où les déversements de lisiers affectent gravement l'environnement phréatique ; de sévères mesures s'imposent pour éliminer ces déchets ailleurs que dans les nappes aquifères.

La destruction des ordures et des boues résiduelles des stations d'épuration qui ne doivent pas être utilisées à des fins agricoles est un problème capital qui nécessite de futures recherches et de coûteux investissements.

IV.3 – Peut-on proposer un schéma alimentaire respectueux de la santé à nos compatriotes?

Il convient de rappeler qu'il n'existe pas de règle standardisée car chaque individu possède sa propre personnalité métabolique issue de son capital génétique et de l'aptitude de ce dernier à réagir de manière très spécifique à l'alimentation.

Des principes généraux peuvent cependant être proposés et le PNNS va de ce point de vue dans le bon sens. De même le retour à des règles de vie évitant tabac et alcool et conseillant un exercice physique régulier sont tout à fait recommandables. Une action des associations de consommateurs sur les responsables de la filière agro alimentaire et les services ministériels compétents ne peut être que bénéfique pour améliorer la qualité des produits et réduire leur coût. Il convient de poursuivre les actions éducatives en particulier auprès des enfants.

Des choix alimentaires plus spécifiques s'adresseront à des groupes que leur personnalité génétique expose à des risques aggravés par certains aliments. La liste est trop longue pour être détaillée mais nous citerons à titre d'exemple le sel chez les individus présentant une hérédité hypertensive, tous les nutriments riches en sucres chez les personnes avec des antécédents de diabète familial. Une nouvelle discipline, la nutriginétique, est prometteuse.

Les propos précédents ne sauraient faire oublier que l'aliment conçu comme "une denrée alimentaire comestible, nourrissante, appétente et coutumière" selon le professeur Trémolières, s'intègre dans un contexte social où la dimension hédonique

revêt une part importante qui contribue d'une certaine manière à l'équilibre de tout un chacun. A ce titre les traditions françaises faisant une large place à la convivialité des repas, à leur équilibre nutritionnel et à la notion de plaisir doivent être maintenues d'autant que leur incidence sur la santé s'est révélée globalement bénéfique.

REFERENCES

- (1) S. Boyd Eaton : Paleolithic vs modern diet-selected pathophysiological implications. *Europ. J. Nutrition*, 2000, 39, 67-70.
- (2) J.L. Flandrin, M. Montanari : Histoire de l'alimentation, *Fayard ed*, Paris 1996.
- (3) J.J. Peumery : Histoire illustrée du diabète. R. *Dacosta ed*. Paris.
- (4) F. Merke : History and iconography of endemic goiter and cretinism, *H. Huber ed*. Berne-Stuttgart-Vienna, 1984.
- (5) V. Deschamps et al.: Caractéristiques sociodémographiques des personnes recourant à l'aide alimentaire, Etude Abena, 2004-2005. *BEH*, 2006, n° 11-1
- (6) C. Bellin-Lestienne et al. : Consommations alimentaires et place de l'aide alimentaire chez les personnes incluses dans l'étude Abena, 2004-2005. Marqueurs de l'état nutritionnel des personnes recourant à l'aide alimentaire, étude Abena, 2004-2005. *BEH*, 2006, no 11-12
- (7) L. Guize, Cl. Jaffiol et al. : Diabète et précarité. Etude d'une vaste population française, *Bulletin Acad. Natle Med.*, 2008, 192, 1707-1723.
- (8) A. Rerat : Production alimentaire mondiale et environnement, *Lavoisier, TEC, DOC*, Paris, 1994.
- (9) P. Delaveau, Cl Jaffiol : Expliquez-moi l'obésité. Comprendre, prévenir, traiter. *Pharmathèmes ed*. Paris, 2005.
- (10) C. Jaffiol : Actualité de la prise en charge du diabète de type 2 en France. *Bulletin Acad. Ntle Med.*, 2009, 1937, 1645-1661.
- (11) C. Jaffiol : Diabète et obésité au carrefour de la génétique et de l'environnement *Bulletin Acad. Natle Med*, 2010, 194, 1155-1163.
- (12) G.C. Burdge, KA Lillycrop et al.: Folic acid supplementation during the juvenile-pubertal period in rats modifies the phenotype and epigenotype induced by prenatal nutrition. *J. Nutr.*, 139,1054-1060
- (13) L.M. Anderson, L Riffle et al. : Preconceptional fasting of fathers alters serum glucose in offspring of mice, *Nutrition*, 2006, 22, 327-331.
- (14) C. Gallou-Kabani, Cl Junien : New nutritional epigenomics of metabolic syndrome perspective against the epidemic. *Diabetes*, 2005, 54, 1899-1906.
- (15) P Meneton, X. Jeunemaitre et al : Links between salt dietary intake, renal salt handling, blood pressure and cardio vascular diseases. *Physiol. Rev.*, 2005, 85, 679-715.
- (16) GCCRF: Plan de surveillance des fruits et légumes, 2007, http://wwwwww.dgccrf.bercy.gouv.fr/securite/produits_alimentaires/controles_alimentaires/2007/pesticides_vegetaux2007.htm
- (17) M. Romon, A. Lommez, M. Tafflet : Downward trends in the prevalence of childhood overweight in the setting of 12 year school and community based programmes. *Public health Nutrition*, 2009, 12, 1735-1742.

- (18) L. Gueguen : Le point sur la valeur nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique. *Cahiers de nutrition et diététique*, 2010, 45, 130-143.
- (19) AFSSA : Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique. *Rapport AFSSA, 2003*, ed. AFSSA, Maisons Alfort.
- (20) Cl. Jaffiol, P. Bourlioux, J.P. Laplace : Réflexions et propositions relatives aux allégations de santé et aux compléments alimentaires, 2010, site de l'Acad. Natle Med.

Remerciements : à Amina Benouargha Jaffiol pour son aide dans la préparation du manuscrit et des diapositives.

TABLEAU I

ALIMENTATION ET SANTÉ AU MOYEN AGE ET DURANT LA PÉRIODE HISTORIQUE

Développement des échanges commerciaux

1100 : l'artichaut avec les croisades

1295 : importation des pâtes par Marco Polo

1502 : le cacao Christophe Colomb.

1542 : les yaourts à la cour de François 1^{er}

1570 : arrivée de la dinde.

1620 : maïs

1660 : le café à Marseille

1788 : la pomme de terre, Parmentier

Progrès en agronomie

Moulins , fouroirs ; charrues ; traction animale ; greffes ; irrigation ; sélection animale et végétale. Rôle des monastères.

Olivier de Serres

Progrès médicaux et diététiques

Saveur sucrée des urines dans le diabète (Thomas Willis XVIIe)

Diète protéique pour les diabétiques (Rollo 1797)

Agents marins pour le traitement du goitre (Ecole de Salerne Xe ; Arnaud de Villeneuve XIe ; Guy de Chauliac XIVE)

Agrumes pour la prévention du scorbut (1750)

Carences, intoxications alimentaires et famines

TABLEAU II

ALIMENTATION ET SANTÉ AU XIX^e SIÈCLE**Progrès technologiques**

Appertisation (1795-1800) ; Sucre de betterave (1804 - B. Delessert) ; Lait en poudre (1851 - Gail Borden) ; 1865 Pasteurisation ; Margarine (1869 - H.M. Mouries) ; Saccharine (1879 - C. Fahlberg) ; Coca Cola (1886 - J.S. Pamberton) ; Corn flakes (1898- Kellog)

Progrès diététiques

Premières tentatives d'iodation des populations goitreuses (Chatin ; Baillarger 1873).
Diététique du diabète gras (Bouchardat 1809-1886)

Carences, épidémies d'origine hydrique

Découverte des fermentations et des germes microbiens (L. Pasteur)

Industrialisation et urbanisation

Problèmes sociaux, précarité des classes populaires, alcoolisme

TABLEAU III

ALIMENTATION ET SANTÉ A L'ÉPOQUE MODERNE : XX^e-XXI^e**Mutations technologiques**

Mécanisation de l'agriculture et de la pêche ; usage des engrais, des biocides ; chaîne du froid ; mondialisation de l'alimentation ; développement des super marchés, de l'alimentation rapide et industrialisée.

Découvertes scientifiques

Les vitamines et micro nutriments. Analyse des mécanismes régulateurs des métabolismes ; dissection des processus physiopathologiques impliqués dans l'obésité, le diabète, les dyslipidémies, l'hypertension artérielle, les maladies cardio vasculaires. Etudes épidémiologiques de grande envergure. Interférences entre les nutriments, le génome et les fonctions métaboliques. Propositions diététiques pour le sujet normal et pathologique.