

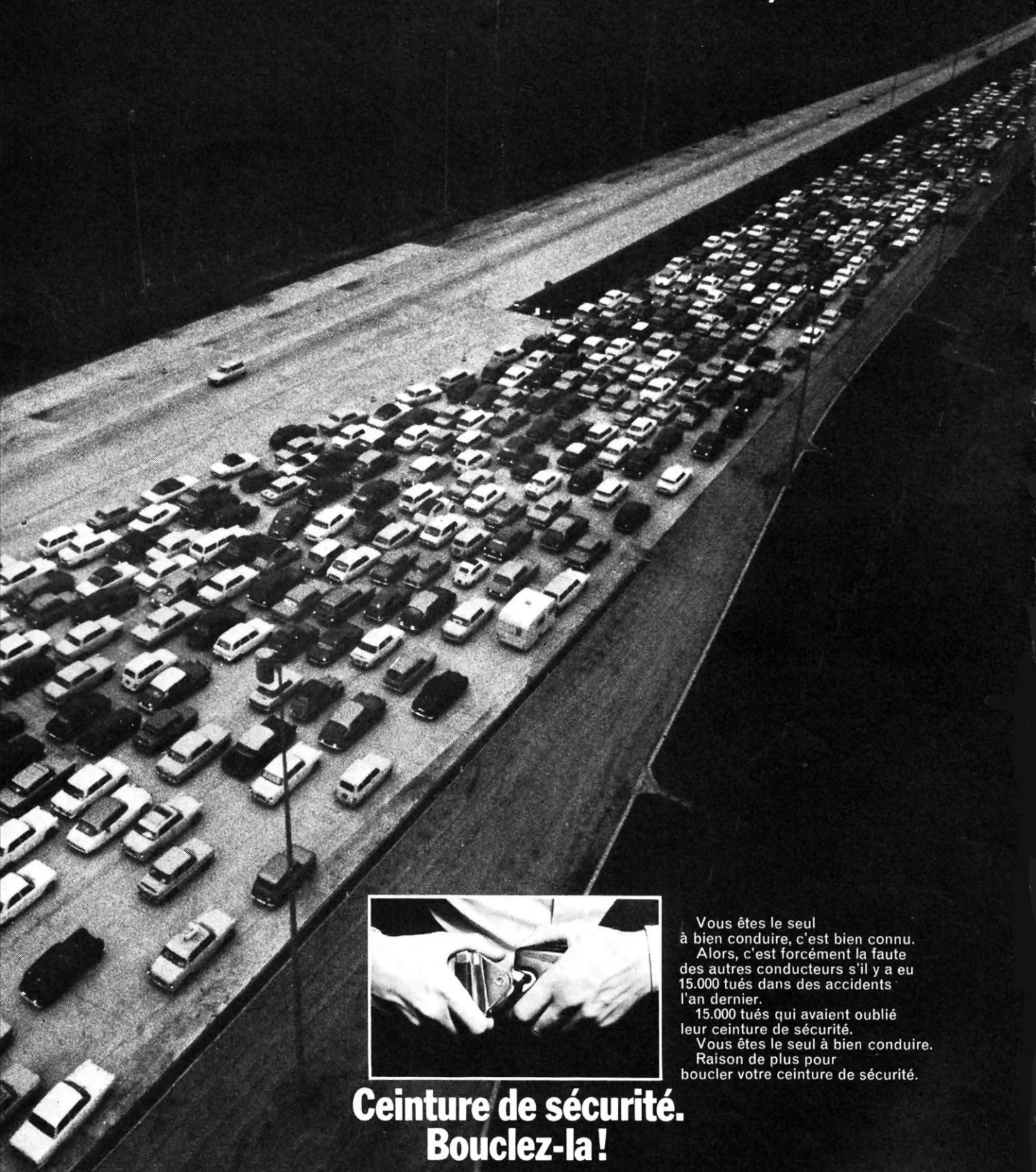
SCIENCE
VIE
et

NUMÉRO HORS SÉRIE

Que manger ? nutrition et diététique



**En France, il y a au moins
18 millions de bonnes raisons de mettre sa ceinture de sécurité.
Les 18 millions de conducteurs français.**



Vous êtes le seul
à bien conduire, c'est bien connu.
Alors, c'est forcément la faute
des autres conducteurs s'il y a eu
15.000 tués dans des accidents
l'an dernier.

15.000 tués qui avaient oublié
leur ceinture de sécurité.

Vous êtes le seul à bien conduire.
Raison de plus pour
boucler votre ceinture de sécurité.

**Ceinture de sécurité.
Bouclez-la!**





Notre couverture :
Montage et photographie
Claude Blanc

Documents couleur
(p. 33 à 48 et p. 113 à 128)
Mireille Vautier - PARIS

SOMMAIRE DU N° HORS-SÉRIE

nutrition et diététique

JUIN 1972

POURQUOI MANGEONS-NOUS ?	5
COUVRIR NOS DEPENSES	10
LA DESTINÉE DES ALIMENTS	27
NOS ALIMENTS ET NOS BESOINS	50
LES EQUILIBRES EN NUTRITION	62
UNE MALADIE DE LA PROSPERITE : LE DIABETE ..	73
LE REGIME DU DIABETIQUE	79
PAS DE CURE-MIRACLE CONTRE L'OBESITE	83
CONSEILS PRATIQUES POUR RESTER MINCE	98
PRODUITS DIETETIQUES ET PRODUITS DE REGIME	102
NUTRITION ET JOURNÉE CONTINUE	107
TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE	118
NUTRITION ET SOUS-DEVELOPPEMENT	134
NOS ALIMENTS SONT-ILS TOXIQUES ?	146

Tarif des abonnements : UN AN. France et États d'expr. française, 12 parutions : 40 F (étranger : 49 F); 12 parutions envoi recom. 58 F (étranger 85 F); 12 parut. plus 4 numéros hors série : 55 F (étranger : 68 F); 12 parut. plus 4 numéros hors série envoi recom. : 79 F (étranger : 116 F). Règlement des abonnements : Science et Vie, 32, boulevard Henri IV, Paris. C.C.P. PARIS 91-07 ou chèque bancaire. Pour l'Étranger par mandat international ou chèque payable à Paris. Changements d'adresse : poster la dernière bande et 1,50 F en timbres-poste. — Belgique, Grand Duché de Luxembourg et Pays-Bas (1 an) : service ordinaire FB 350, service combiné F B 500. Règlement P.I.M. Services, Liège, 10, boulevard Sauvenière, C.C.P. 283-76. — Maroc : règlement à Sochepress, 1, place de Bandoeng, Casablanca, C.C.P. Rabat 199.75.

Directeur général : Jacques Dupuy. Rédacteur en chef : Serge Caudron. Maquettiste : Louis Boussange. Direction, Administration, Rédaction, Excelsior Publicité : 32, boulevard Henri IV, Paris 4^e. Tél. : 887.35.78. Chèque Postal : 91-07 PARIS. Adresse télégr. : SIENVIE PARIS.

Le surmenage. Comment le combattre efficacement.

Aujourd'hui, la ville mène la vie dure à ses habitants. Elle a même inventé le surmenage qui frappe plus particulièrement intellectuels, cadres, responsables, lycéens...

Ses causes.

Vie moderne trépidante, bruit, pollution atmosphérique, tension nerveuse, soucis, examens, études, etc.

Ses effets.

Lassitude, impressions pénibles de fatigue dès le matin. A un stade plus évolué, pessimisme, trous de mémoire, difficultés de concentration. Le travail s'en ressent. L'équilibre également !

Ses remèdes.

Le meilleur remède, c'est encore de prendre des vacances. Ce n'est pas toujours possible. Alors ? Alors, les Laboratoires Heuprophax ont mis au point un véritable aliment énergétique pour combattre le surmenage : Totus.

Présenté sous forme de tablettes délicieusement fondantes, Totus contient des produits naturels particulièrement riches en phosphore, aliment indispensable aux cellules du cerveau.

Totus, au délicieux goût de caramel, est recommandé à toute personne qui a des trous de mémoire et qui veut combattre le surmenage.



Totus, un remède à la vie moderne.

Vendu en pharmacie, maison de régime, en France, Bénélux et Italie.

LABORATOIRES HEUPROPHAX



Serge Caudron présente les collaborateurs de ce numéro hors-série Nutrition et Diététique.



M. **Henri Bour**
(*Pourquoi mangeons-nous ? Les équilibres en nutrition*), est professeur de clinique médicale (nutrition humaine) à l'Hôtel-Dieu de Paris, et directeur de l'Institut de diététique de la Faculté de médecine de Paris.



Docteur es Sciences, M. **Jean Causeret** (*Nos aliments et nos besoins*) est directeur de la Station de recherches sur la qualité des aliments de l'homme de l'Institut national de la recherche agronomique (I.N.R.A.) à Dijon.



Le professeur **Hugues Gounelle de Pontanel** (*Couvrir nos dépenses*) est directeur du Centre de recherches Foch sur la nutrition de l'homme (4, avenue de l'Observatoire, Paris). Il est membre de l'Académie de Médecine.



Le professeur **Maurice Derot** (*Une maladie de la prospérité : le diabète*) dirige la clinique médico-sociale du diabète et des maladies métaboliques de l'Hôtel-Dieu de Paris. Expert auprès de l'organisation mondiale de la santé, il est membre de l'Académie de Médecine.



M. **Pierre Métails** (*La destinée des aliments*) est professeur de chimie biologique à la Faculté de pharmacie, Université Louis-Pasteur, de Strasbourg.



Le professeur agrégé **Bernard Guy-Grand** (*L'obésité*) appartient à la clinique médicale de l'Hôtel-Dieu de Paris.



M. Edmond Desportes de Linières

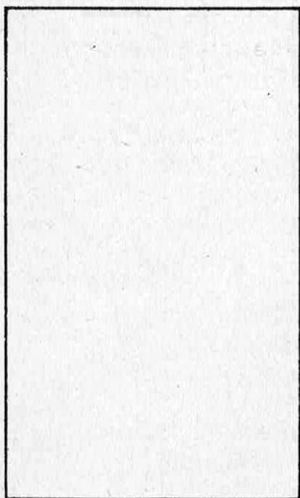
(Produits diététiques et produits de régime) est vice-président délégué de l'office professionnel des industries de biscuiterie et d'aliments diététiques. Il est secrétaire général de l'association des industries d'aliments diététiques de la CEE.



Ancien directeur de l'Organisme de recherches sur l'alimentation et la nutrition africaine (O.R.A.N.A.), le docteur

Henri Dupin

(Nutrition et sous-développement) est actuellement professeur à l'École nationale de la santé publique.



Le docteur **Georges Pequignot**

(Nutrition et Journée continue) est maître de recherches à l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), dont il est chef de la section Nutrition.



Ingénieur agronome, **M. Alain Gausse**

(Nos aliments sont-ils toxiques?) est directeur du bulletin d'information du Laboratoire coopératif d'analyses et de recherches, 14, avenue Louis-Roche à Gennevilliers.



Ingénieur E.N.S.I.A., **M. Guy Dardenne**

(La technologie alimentaire) est directeur-général de l'Association pour la promotion industrie-agriculture (A.P.R.I.A.).



Journaliste et auteur d'ouvrages spécialisés, **Mme Simone Martin-Villevieille**

est diplômée de l'Institut de diététique de la Faculté de médecine de Paris.

POURQUOI MANGEONS-NOUS ?

Que règne l'abondance, comme dans notre pays et les pays industrialisés, ou que la quête alimentaire soit le souci quotidien des hommes et la malnutrition leur partage, les problèmes nutritionnels demeurent des problèmes essentiels, quoique éminemment primaires, de notre existence. Dans les pays de haut niveau de vie, cette primauté du besoin à satisfaire qui rejoint ou interfère avec l'art de vivre, avec la qualité de la vie et le comportement de chacun connaît cependant une sérieuse évolution.

Grâce à l'élévation des revenus et à la plus grande disponibilité des ressources, mais aussi du fait qu'une nouvelle hiérarchie de valeurs est établie dans les satisfactions à attendre de l'existence, la part des budgets consacrée à l'alimentation diminue en pourcentage alors que le coût de l'alimentation n'a pas augmenté en proportion du coût général de la vie.

Alors qu'on enregistre une désaffection progressive pour des produits traditionnels, tels que les céréales, les légumineuses et les féculents, le choix des consommateurs se porte sur certains types de productions de meilleur prestige ou de plus grande valeur nutritionnelle. Cette évolution lente, mais unidirectionnelle, des consommations depuis le début du siècle apparaît dans les enquêtes du Credoc et a été bien étudiée par H. Dupin. Si elle ne va pas toujours dans le sens souhaité par les nutritionnistes, vers une alimentation sobre ou équilibrée, cette tendance bouscule néanmoins des habitudes invétérées contractées à la table familiale et transmises par les générations antérieures. Ces traditions, qui lèguent avec elles un certain nombre d'interdits, de tabous et d'engouements alimentaires, se retrouvent heureusement dans nos gastronomies régionales, grâce à des produits du terroir.

*Il reste, et beaucoup de nutritionnistes de par le monde développé insistent sur ce point, que l'homme (*homo sedentarius*) n'a pas su encore adapter ses apports à des besoins nouveaux, diminués du fait de la mécanisation et du confort. Cherchant par ailleurs à échapper aux contraintes que lui impose la vie moderne, il utilise d'innombrables gadgets et moyens d'évasion parmi lesquels s'inscrivent les plaisirs de la table.*

Pris entre ces contraires: habitudes alimentaires et approvisionnements monomorphes, urbanisation poussée, modifications des conditions de vie et de travail, spectre de la faim et peur de manquer, société d'abondance et de consommation, volonté de maintenir sa santé, plaisir de manger et de bien manger, le comportement alimentaire de l'homme d'aujourd'hui est souvent plein de contradictions, peu empreint de rationalité, voir anarchique. Apparaît pour-

lant nécessaire la mise en œuvre d'une alimentation pour notre temps, capable de répondre effectivement aux besoins de santé et d'équilibre des hommes, éliminant les maladies liées à la nutrition pour éviter une cruelle sélection naturelle, inverse de celle qu'effectuaient jadis les famines et la pathologie de carences. Cette exigence suppose une alimentation de qualité élaborée par les producteurs et techniciens de l'alimentation. Production de qualité, donc, quoique production de masse.

En première approximation, l'homme est poussé à manger par la faim, qui exprime les besoins du corps pour se construire, s'auto-entretenir, couvrir ses dépenses énergétiques. La faim comme la soif sont des réactions primaires, archaïques, reconnues dès la naissance, qui conduisent l'homme à rechercher et à se procurer ce qui lui est nécessaire. Au niveau du milieu intérieur, des mécanismes régulateurs, en règle générale bien agencés, existent qui devraient aboutir à des prises alimentaires seulement suffisantes pour la couverture des besoins. Mais nous savons bien que ce n'est pas seulement le besoin physiologique qui détermine nos prises d'aliments et plus encore notre comportement alimentaire.

Chez l'homme, l'alimentation est un phénomène éminemment complexe qui fait intervenir d'innombrables facteurs — sensoriels, affectifs, émotionnels, psycho-sociaux, d'intolérance à la frustration — lesquels interfèrent en permanence avec le besoin physiologique et métabolique réel. En résultent très couramment des comportements alimentaires aberrants, sans référence ni conscience des besoins véritables.

L'équilibre entre les lignes de force de l'alimentation se trouve d'autant plus transféré du besoin vers le phénomène de comportement que l'homme vit dans une société d'abondance et de sollicitations qui met à sa disposition une grande diversité de produits tentants dont la promotion est faite, et bien faite, par la publicité. On ne mange plus seulement pour vivre ou survivre et beaucoup ont tendance à vivre pour manger (mais cela n'est pas d'aujourd'hui...), à moins que d'autres pulsions, d'autres centres d'intérêt, ne soient développés en même temps dans la construction de l'homme.

Ainsi que l'indique fortement le professeur Soullairac, la notion de comportement alimentaire doit être rattachée à un phénomène beaucoup plus général. Chez l'homme, dans tout comportement fondamental : la faim, la soif, la sexualité, l'émotionnalité, il y a à la fois des mécanismes régulateurs spécifiques et des modalités de contrôle non spécifiques. Ces dernières semblent réglées, au niveau des centres nerveux supérieurs, par des structures polyvalentes qui interviennent sur l'équilibre de l'ensemble par une modulation du niveau de vigilance.

Entrons un peu plus avant dans la régulation du comportement alimentaire. On sait, par de nombreuses expériences sur l'animal et, chez l'homme, grâce à la pathologie nerveuse centrale et à la neu-

ro-chirurgie, que le système de régulation implique des informations, des centres spécialisés, lesquels sont intégrés, d'une part à l'ensemble des structures qui règlent les rythmes de la vie végétative, et d'autre part au néocortex, à l'écorce cérébrale, siège des fonctions les plus évoluées.

Une des acquisitions essentielles de ces vingt dernières années a été la mise en évidence dans l'hypothalamus, au niveau du plancher du 3^e ventricule, d'un « feeding center », d'un centre de l'alimentation, fonctionnant en rétro-action (feed-back). Il existe en fait à ce niveau deux couples symétriques de deux centres : un centre de la satiété (inhibiteur de la prise d'aliment) ; un centre de la faim, dont la tension est permanente et conduit à la prise d'aliment. L'activité du centre de la faim se trouve inhibée quand les besoins ont été satisfaits, ou pour des raisons psycho-affectives, par la mise en tension du centre de la satiété.

Ces centres de la base du cerveau reçoivent deux ordres différents d'informations, métaboliques et sensitivo-sensorielles, correspondant à des incitations génératrices de la sensation de faim ou d'appétit.

La nature des informations métaboliques est encore discutée. Pour J. Mayer, c'est le taux de la glycémie qui est le facteur déclenchant de la prise d'aliment (glucostat). Le Magnen fait jouer un rôle déterminant aux acides gras libres du sérum libérés du tissu adipeux (lipostat). On sait que le rat se nourrit la nuit au moment où la lipogène est intense, alors que l'espacement diurne des repas correspond au moment où la lipolyse est importante.

D'autres font jouer un rôle à la concentration en acides aminés (aminostat) ; d'autres encore aux différences de température enregistrées par les centres (thermostat).

Quel que soit le mécanisme ou le nutriment en cause, ces informations jouent un rôle capital dans le processus de la faim (Le Magnen) et, en déclenchant la prise d'aliment, règlent l'intervalle entre les repas et leur fréquence.

Les informations sensitivo-sensorielles, sont oro-naso-pharyngées et gastriques.

Les premières tiennent à la saveur, au goût, à l'odeur, à la couleur, à la présentation, donc aux caractères organoleptiques et à la préparation des aliments.

Les informations gastriques dépendent de la vacuité ou de la plénitude de l'estomac, de sa motricité. Ainsi un volume variable d'aliment crée la sensation de satiété. La faim est en partie liée à la vacuité gastrique et l'estomac a un rôle de modulation des entrées. Ces signaux d'origine viscérale règlent le volume de la prise d'aliment. Le sens des informations s'inverse d'ailleurs au cours de l'acte alimentaire. Elles ont d'abord un rôle de facilitation, puis après avoir été neutres, elles deviennent inhibitrices. Ces signaux n'ont aucune relation avec la valeur calorique des aliments.

Schématiquement, comme l'a montré Le Magnen, le comportement

alimentaire est donc constitué du nombre des repas — sous la dépendance des informations métaboliques —, de leur importance et de la quantité des aliments ingérés — sous la dépendance des informations sensitivo-sensorielles. Le grignotage apparaît ainsi comme une déviation du comportement.

Il existe des rapports entre les signaux d'origine sensorielle et les stimuli métaboliques. On a établi des interactions de renforcement des informations métaboliques sur les stimuli sensitivo-sensoriels en cas de déficit ou de surcharge nutritionnelle. Il existe aussi un conditionnement des stimuli métaboliques dont l'efficacité est acquise par un apprentissage. Ces relations entre les deux ordres d'informations font qu'il y a deux conséquences à un défaut de signalisation ou d'intégration des informations métaboliques. Les signaux sensitivo-sensoriels ne sont plus renforcés par la situation nutritionnelle ; ils doivent donc agir plus intensément et plus longtemps pour entraîner la sensation de satiété qui se déclenche à retardement.

De nombreuses structures de la vie végétatives sont en relation avec le centre de la faim, au niveau du rhinencéphale et de l'hypothalamus. Cette partie du cerveau recèle en particulier les centres du sommeil et de la vigilance. De même, les centres sexuels inhibent, à un certain niveau d'activation, le comportement de prise alimentaire.

On peut dire qu'il existe un partage de vigilance entre l'oralité et les autres fonctions vitales, l'oralité pouvant détourner la vigilance des structures à son profit et inversement. L'équilibre est réglé au niveau de la formation réticulaire du mésencéphale. L'ensemble informations, centres hypothalamiques et structures voisines — se trouve au total intégré dans un édifice plus vaste dans lequel le rhinencéphale, support de la vie affective, joue un rôle majeur en inhibant l'hypothalamus. On conçoit l'influence des émotions, du stress, des traumatismes affectifs sur le comportement alimentaire. Le néocortex intervient au sommet de l'édifice en contrôlant les informations hypothalamiques. Ainsi le message de prise ou de refus d'aliment est transféré au cortex qui induit le comportement alimentaire. Celui-ci est donc influencé par des facteurs psychologiques, conscients ou inconscients, et fait intervenir d'innombrables données tenant aux habitudes, au milieu, au projet de soi-même, à la vie sociale.

Il faut d'ailleurs insister sur l'influence déterminante des premiers mois de la vie sur le comportement alimentaire ultérieur. On a, en effet, montré la relation qui existe entre besoins d'aliments et besoin d'être aimé, protégé, sécurisé — essentiellement par le contact avec la mère et par l'attitude de celle-ci. Il apparaît ainsi dangereux de satisfaire toutes les demandes du nourrisson par une prise d'aliments qui le calme. Cette association entraînera une confusion durable, sans hiérarchisation, entre les différents besoins. Toute

tension intérieure, faim, agressivité, désir, anxiété, pourra par la suite être vécue en forme d'oralité et ressentie comme un besoin de manger. Hilde Bruch a beaucoup insisté sur cet aspect des choses. Autre aspect lié aux composantes psycho-affectives réglant le comportement alimentaire, on doit remarquer que si les stimuli de l'appétit issus de l'environnement sont psycho-sensoriels, ils sont aussi symboliques. Comme le note J. Tremolières, l'homme est un mangeur de symboles. Fréquentes sont les « conversions alimentaires » du besoin de puissance et de domination, de l'instinct sexuel ou du besoin de richesse. On comprend, dès lors, la prépondérance dans ce comportement des facteurs psycho-émotionnels sur le niveau intellectuel ou culturel.

Manger est un phénomène plus complexe encore, car l'homme ne mange habituellement pas seul. L'acte de manger est par excellence social et l'environnement affectif du repas est essentiel. Le repas est occasion de détente et d'échange. Cela commence au sein de la famille où manger ensemble assure l'information et la cohésion du groupe. Cela se poursuit en partie aujourd'hui dans les repas pris en collectivité, qui sont de plus en plus courants avec les progrès de l'urbanisation.

Bien se nourrir doit certes s'appuyer sur le développement des connaissances physiologiques et métaboliques, mais aussi sur l'évolution des nécessités et des besoins. L'éducation nutritionnelle apparaît ainsi comme une nécessité du mieux vivre. Il faut à l'homme moderne une alimentation pour son temps, qui est un temps de vigilance, de rapidité, d'efficacité, de réflexivité. Et il est heureusement de nombreuses façons d'accommoder besoins nutritionnels et vie moderne.

Il faut, de toutes manières, éviter la confusion entre qualités organoleptiques et valeur nutritionnelle des produits. Ne pas aimer une chose ne signifie pas qu'elle soit mauvaise pour la santé. Il n'est besoin que de voir combien les goûts sont innombrables et différentes les façons de s'alimenter de par le monde, qui tous sont susceptibles de construire des hommes, eux-mêmes divers.

Dans les situations de pénurie, les problèmes quantitatifs étaient et restent considérés comme déterminants, les problèmes qualitatifs passant au deuxième plan. La nécessité d'une alimentation la mieux équilibrée, complémentée, est pourtant ici essentielle.

Dans les situations d'abondance, les problèmes de qualité deviennent les problèmes vraiment essentiels et ne sont pas incompatibles avec le développement des aliments transformés et élaborés. De toute façon, une alimentation élaborée pourrait se prévaloir du chargement de la machine humaine avec les matériaux indispensables, une alimentation traditionnelle, voire artisanale, pouvant apporter la diversité, la joie de la découverte, le sens du mystère, la satisfaction du goût, la fantaisie, voire la poésie, tout ce qui contribue à l'aspect émotionnel, irrationnel, de l'alimentation.

COUVRIR NOS DEPENSES

A la fin du 18^e siècle, Lavoisier montrait que la vie est une combustion. Même si ce point de vue purement énergétique est quelque peu insuffisant pour rendre compte de tous les besoins nutritionnels, c'est sur cette base que les sciences de la nutrition ont pu se développer et qu'elles continuent de le faire.



Fotogram

Pour sa taille, des besoins nutritifs énormes



La ration alimentaire doit couvrir les besoins nutritionnels de l'organisme.

Ceux-ci sont de différentes natures et nous les passerons succinctement en revue. Il existe d'abord des besoins énergétiques. Il s'agit des calories nécessaires pour assurer la couverture de quatre sources de dépenses liées au fonctionnement de l'organisme. Dans la première partie de cette étude, nous garderons à l'esprit l'exemple des besoins d'un adulte d'une trentaine d'années, pesant 70 kg, exerçant une profession sédentaire, en climat tempéré, un employé de bureau par exemple.

LA DEPENSE MINIMUM

La quantité d'énergie calorique minimum nécessaire au fonctionnement des organes assurant le maintien de la vie, toute dépense accessible à la volonté ayant été éliminée, est de l'ordre de 1 600 grandes calories par jour. La grande calorie représente la chaleur nécessaire pour élever la température de 1 kilogramme d'eau de 1 °C. Cette dépense de fond est mesurée sur un sujet éveillé, à jeun, au repos absolu, et n'ayant à lutter ni contre le chaud ni contre le froid (c'est-à-dire dans une atmosphère de 18 °C ou dans l'eau à 37°). On peut exprimer aussi cette dépense de fond sous forme de calories par mètre carré et par heure chez l'adulte. C'est le métabolisme de base.

Le réchauffement des aliments ingérés pour les mettre à la température interne nécessite environ 200 calories, y compris le travail digestif. Les besoins du travail musculaire courant, gestes, déplacements, petite activité physique, font appel, dans le cas que nous avons retenu en référence, à 600 calories environ. Rappelons que selon la loi de Joule, une calorie transformée en énergie mécanique donne 425 kgm, mais la machine humaine, bien que de rendement triple de celui de la machine à vapeur, ne fournit qu'un rendement de 20 à 30 %, de sorte que 70 % des calories brûlées à l'occasion du travail sont libérées sous forme de chaleur. Il existe encore un besoin en calories que la ration doit couvrir : c'est celui de la régulation thermique lorsque l'organisme doit lutter contre le froid, c'est-à-dire lorsque la température extérieure est inférieure à 16°. Sous les climats tempérés, la chaleur libérée au moment de la transformation des calories en travail suffit à couvrir ce besoin de régulation thermique. A l'inverse, dans les pays froids, il en va différemment et il importe de faire intervenir une marge complémentaire d'aliments pourvoyeurs de calories pour assurer le maintien de la température

interne. L'addition des besoins précédents fait donc ressortir, pour l'exemple considéré, un total de 2 400 calories par jour.

CE QU'APPORTENT LES ALIMENTS

De quelle façon l'alimentation va-t-elle pouvoir apporter ces calories nécessaires ?

Les aliments contiennent trois facteurs nutritifs susceptibles de dégager des calories par leur « combustion » dans l'organisme. Ce sont les glucides, encore appelés hydrates de carbone ou sucres, les protides (ou encore albumines ou matières azotées), les lipides, c'est-à-dire les graisses ou matières grasses.

Un gramme de glucides et un gramme de protides libèrent en brûlant un peu moins de 4 calories chacun ; au contraire, un gramme de lipides produit près de 9 calories, c'est-à-dire plus du double. Ces principes énergétiques (glucides, lipides, protides) ont, dans une certaine mesure, indistinctement la capacité de couvrir les besoins caloriques de l'organisme. Cette aptitude est presque parfaite avec les glucides. Pour disposer de 100 calories transformables en travail, l'organisme exige la destruction d'une quantité de glucides correspondant à seulement 102 calories. Il y a donc une perte minime de rendement : 2 %. Si ce sont les lipides qui doivent fournir les 100 calories transformables en travail, la perte s'élève à 12 %, c'est-à-dire que l'on devra fournir l'équivalent en lipides de 112 calories. Pour les protéines, compte tenu de transformations métaboliques préalables plus profondes encore, il faudra « démolir » une quantité de protides représentant 130 calories pour disposer finalement des 100 calories recherchées en vue du travail.

Ces pertes respectives constituent l'*action dynamique spécifique* correspondant aux calories dépensées lors des activités de digestion et d'assimilation et variant avec le nutriment (1). Elles interviennent dans la régulation thermique et la lutte contre le froid.

Pour connaître la proportion souhaitable dans une ration des trois grands facteurs énergétiques, on se reporte à l'instinct humain et l'on analyse la nourriture prise spontanément par des sujets ayant à leur disposition les divers aliments.

Ainsi, un employé de ferme couvre sa ration énergétique pour 13 % par les albumines, pour 21 % par les graisses et pour 65 % par les glucides. Ce sont donc les glucides qui prédominent : c'est à eux que le travailleur fait d'instinct appel.

(1) Nutriment : facteur nutritif intervenant dans les mécanismes de la vie tissulaire ou d'édification des cellules nouvelles.

Le glucide est l'aliment dynamogène par excellence, immédiatement utilisable et fournissant les 2/3 de la dépense d'énergie. Le stock de réserve glucidique hépatique et musculaire (sous forme de glycogène) peut être chiffré à 3 000 calories, soit environ le montant de la dépense calorique de vingt-quatre heures.

En pratique, l'organisme ne fait donc pas appel aux protides pour ses besoins énergétiques.

Une ration caloriquement équilibrée doit répondre à certaines proportions. Deux d'entre elles sont classiques.

La relation calorique :

$$\frac{\text{potentiel calorique des graisses}}{\text{montant total des calories de la ration}} = 1/5$$

La relation nutritive :

$$\frac{\text{potentiel cal. des protides}}{\text{potentiel cal. des glucides + lipides}} = 1/5 \text{ à } 1/7$$

que l'on peut encore exprimer en exigeant que 15 % des calories soient apportés par les protides.

Voici, en ce qui concerne les trois principes caloriques, la constitution de la ration de l'adulte sédentaire que nous avons pris comme exemple (avec 2 400 calories) :

350 g glucides à 4 cal/g : 1 400 calories

100 g protides à 4 cal/g : 400 calories

70 g lipides à 9 cal/g : 630 calories

Total : 2 430 calories

Il ne suffit donc pas que la ration apporte la quantité de calories convenable pour être adéquate. Il faut encore que l'organisme trouve dans les aliments les principes nutritifs intervenant dans les mécanismes de la vie tissulaire ou l'édification des cellules nouvelles. L'organisme humain a besoin, en effet, de divers nutriments, c'est-à-dire de principes spécifiques dont il ne peut faire lui-même la synthèse et qu'il doit trouver dans les matériaux de démolition des aliments. C'est ce que l'on appelle les besoins plastiques.

LES BESOINS AZOTES

Les premiers de ces besoins concernent les matières azotées. Les protides, constituants essentiels des tissus, sont indispensables pour la construction et la réparation des protéines cellulaires et ils participent à la formation des anticorps (lutte contre les infections). Tous les protides ne possèdent pas une même valeur biologique, laquelle est estimée d'après le pourcentage d'azote retenu par l'organisme après absorption. Or, les protides qui entrent dans la composition des aliments sont, selon le cas, de constitution différente et comportent des



composés et des acides aminés dont l'assemblage et la teneur relative varient.

L'organisme humain a en fait deux sortes de besoins azotés : le besoin indifférencié, que n'importe quelle albumine alimentaire peut couvrir, et un besoin différencié lié directement à la présence de certains acides aminés. L'organisme est en effet incapable d'opérer lui-même leur synthèse, alors qu'ils sont indispensables pour la construction de sa propre albumine. Les acides aminés non interchangeables et indispensables sont au nombre de 8 chez l'homme : tryptophane, lysine, valine, leucine, isoleucine, phénylalanine, méthionine, thréonine. Tout déficit de l'un d'entre eux va agir comme un facteur limitant la synthèse des protéines tissulaires. Ces amino-acides, l'organisme ne les trouvera, en quantité et en qualité, que dans les produits du travail digestif, aux dépens des albumines alimentaires.

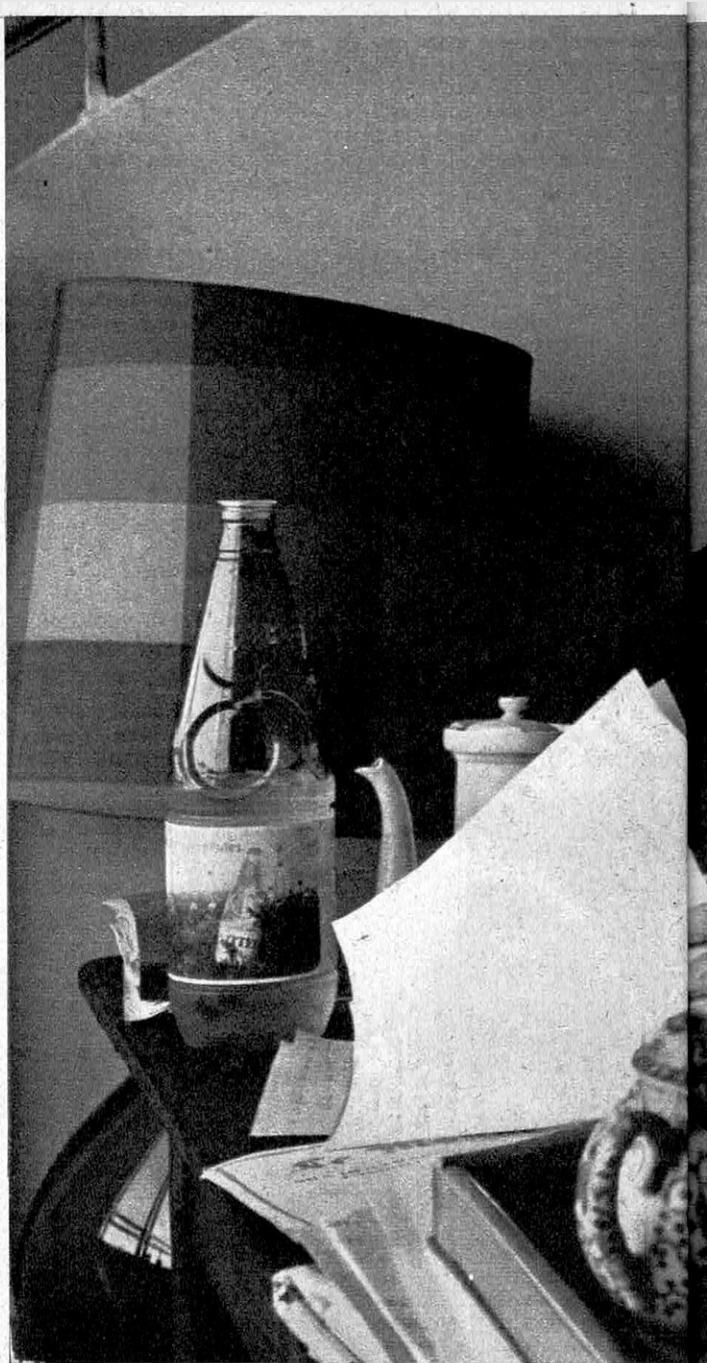
La pratique démontre qu'une ration d'albumine de 1 g par kilogramme de poids, à condition qu'elle soit variée, apporte les quantités d'acides aminés nécessaires. Pour l'exemple que nous avons retenu d'un homme de 70 kg, ceci donne 70 g de protides environ par jour, chiffre qu'il est préférable, par prudence, de porter à 100 g. Dans ce total, pour être assuré d'un apport convenable en acides aminés indispensables, on retient généralement la proportion de 50 % d'origine animale et 50 % d'origine végétale.

Rappelons quels sont les aliments riches en protéines d'origine animale. C'est la viande (17 %) ; les abats (10 à 19 %) ; le lait (3,5 %) ; le fromage (8 à 30 %) ; les œufs (6,5 %) ; le poisson (16 à 20 %) ; les crustacés (15 à 20 %) ; les coquillages (10 à 15 %), etc. La protéine de l'œuf est une protéine de référence, car elle contient dans des proportions appropriées les 8 amino-acides.

En ce qui concerne les albumines d'origine végétale, ce sont surtout les graines de légumineuses qui en sont riches : soja 35 % ; haricots 19 % ; lentilles 24 % ; tourteaux d'oléagineux ; mais le riz (7,5 %) et les céréales (blé 10,5 %) contiennent aussi des protides d'excellente qualité.

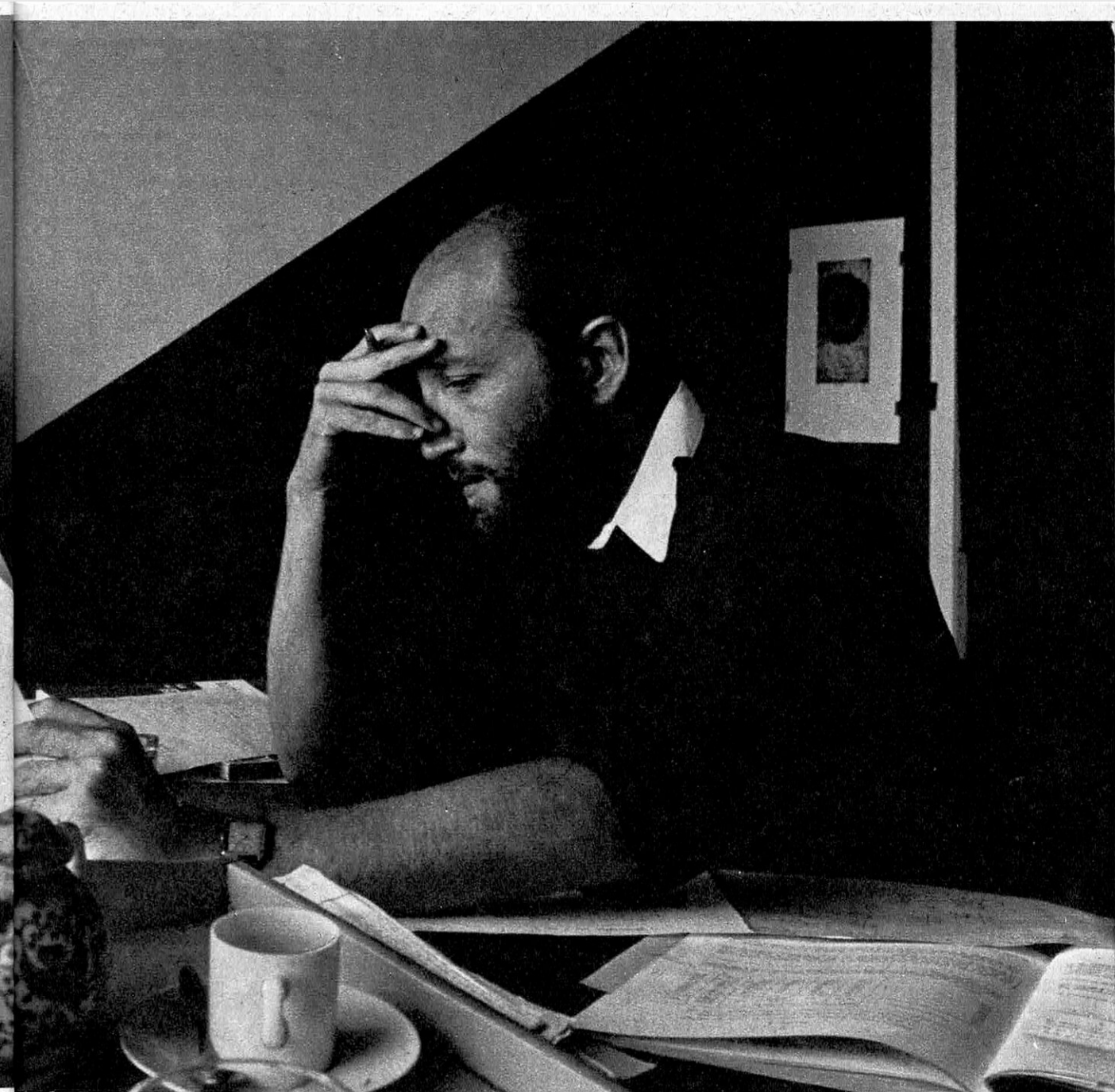
LES SUCRES ET LES GRAISSES

Les besoins en glucides sont plus difficiles à évaluer de façon exacte. On ne peut concevoir une ration sans glucides puisqu'ils constituent la base énergétique prioritaire. On admet qu'un taux de 2 g de glucides par kilogramme de poids permettra d'éviter toute acidose. Pour un adulte, c'est donc un minimum de 175 à 200 g par jour que la ration doit apporter.



Celle-ci les trouve facilement dans les aliments tels que sucre, miel, confiture (60 %) ; graines de céréales et leurs dérivés (75 %) ; pain (50 %) ; pâtes (70 %) ; légumes secs (60 %) ; châtaignes (40 %) ; fruits séchés (60 à 75 %) ; fruits (10 à 15 %) ; pommes de terre (20 %). Quels sont les besoins en lipides ? Les nutritionnistes ne se sont pas encore mis d'accord sur ce problème. Il est certain que la ration ne saurait être entièrement dépourvue de lipides. Les graisses jouent un rôle général antitoxique et d'épargne sur les protides. Elles apportent une grande quantité de calories sous

Reconsidérer notre alimentation :



Fotogram

un faible volume. Elles véhiculent les vitamines liposolubles et certains acides gras que l'organisme doit nécessairement trouver dans sa ration.

On pense qu'un peu moins de 1 g de graisse par kilogramme de poids pourrait être un chiffre utile, soit au total 60 g par jour, avec un équilibre entre les graisses d'origine animale (1/3) et d'origine végétale (2/3).

Les aliments lipidiques d'origine animale sont le beurre (83 %), le saindoux (94 %), le lard (70 %), le foie de poisson. Ceux d'origine végétale sont les huiles (99 %), les cacahuètes

(25 %), les amandes (54 %), les noix et noisettes (60 %), le soja (18 %).

LES BESOINS MINÉRAUX

La ration doit en plus apporter les sels minéraux nécessaires à l'équilibre humoral et tissulaire de l'organisme. Il faut lui fournir globalement de 25 à 30 g de sels par jour, dont la moitié de sels de sodium. Les légumes sont riches en sels minéraux, aussi doivent-ils être cuits à l'étouffée ou les eaux de cuisson utilisées en potage.

une nécessité liée à nos activités sédentaires

Une alimentation variée apporte les sels indispensables en quantité suffisante, sauf en ce qui concerne le chlorure de sodium. Pour celui-ci, la ration est de 12 à 15 g par jour, dont la moitié doit être apportée par la saignée.

Les besoins quotidiens en ce qui concerne les grands éléments minéraux sont, exprimés en grammes :

chlore	6,000
sodium	4,000
potassium	3,200
soufre	1,200
phosphore	1,200
calcium	0,840
magnésium	0,320

Le sodium est abondant dans les liquides extracellulaires et non à l'intérieur des cellules, il constitue le facteur dominant de l'équilibre osmotique.

Le calcium intervient dans la construction de l'os et des dents, dans la coagulation du sang et le bon fonctionnement du muscle et du nerf. L'os est le véritable réservoir de calcium (99 % du calcium de l'organisme). Notre adulte de 70 kg possède ainsi 1,400 kg de calcium. Le lait constitue la meilleure source de calcium assimilable.

Le phosphore s'allie au calcium pour former le squelette. Il intervient dans le métabolisme du système nerveux et dans le noyau des cellules.

Le potassium participe au métabolisme du myocarde.

Les autres minéraux sont appelés oligoéléments car ils n'interviennent qu'en quantités exprimées en mg ou même moins. Il s'agit de :

zinc	20 mg
fer	18
cuivre	2,5
manganèse	3
fluor	1
iode	0,3
cobalt	traces

Le fer intervient pour la synthèse de l'hémoglobine des globules rouges ; dans la ration alimentaire de l'enfant des premières années (avant la sortie de la dentition définitive), le fluor est un facteur de prévention de la carie dentaire ; l'iode est nécessaire pour la formation de l'hormone thyroïdienne ; le cobalt est le centre du noyau de la vitamine antianémique B12.

LES BESOINS EN VITAMINES

Ce sont des substances que l'organisme ne sait pas élaborer et qui n'interviennent ni comme nutriment dégageant des calories, ni comme matériaux de structure. Leurs actions, dans la

mesure où elles sont connues, en font des agents catalytiques du travail cellulaire, c'est-à-dire qu'elles favoriseraient les différentes réactions chimiques qui se produisent à l'intérieur de l'organisme.

On connaît actuellement une vingtaine de vitamines. Leur nature chimique est élucidée et leur synthèse a été, dans la plupart des cas, réalisée. Selon leur solubilité dans les graisses ou dans l'eau, il existe deux grands groupes de vitamines.

Parmi les vitamines liposolubles, la vitamine A aide la peau et les muqueuses à se maintenir en bon état et à résister à l'infection. Elle est nécessaire à la croissance de l'enfant et intervient dans la vision. L'avitaminose (carence) A caractérisée se manifeste par une cécité nocturne. La dose normale quotidienne de vitamine A est de 1,5 mg dont une partie peut provenir de certains pigments végétaux (dont le carotène, que l'organisme peut transformer en vitamine A). Le lieu de stockage est le foie. On trouve ainsi la vitamine A particulièrement dans le foie des poissons, mais aussi dans le beurre et les produits laitiers. De nombreux légumes (carottes, choux, pissenlit, cresson, persil) contiennent du carotène.

L'installation du rachitisme chez l'enfant est facilitée par la carence en vitamine D. Celle-ci assure la régulation du métabolisme du phosphore et du calcium. L'action bienfaisante de l'ensoleillement se conçoit aisément, puisque la vitamine D provient de la transformation de l'ergostérol du sang dans les capillaires de la peau sous l'action des ultraviolets. On trouve la vitamine D dans les huiles animales (foie de poisson), les produits laitiers, le jaune d'œuf. D'autres corps sont doués de propriétés anti-rachitiques, parmi eux le calciférol ou vitamine D2.

La vitamine E joue un rôle dans la physiologie de la sexualité (fécondation, grossesse, etc.). La carence en vitamine E, ou tocophérol, entraîne chez le mâle, dans certaines espèces, une atrophie élective du testicule, et chez la femelle l'avortement. Son action est encore mal élucidée et on ne connaît pas exactement la dose requise chez l'homme (1 à 2 mg). Les sources en vitamine E sont surtout végétales : germes de céréales (blé). Le muscle est le tissu animal qui en est le plus riche.

La carence en vitamine K entraîne des hémorragies par allongement du temps de coagulation du sang. On trouve cette vitamine dans les légumes verts.

Les vitamines hydrosolubles comprennent d'abord le groupe des vitamines B. La vitamine B1 intervient dans la combustion des sucres et dans de nombreux processus métaboliques. Une insuffisance d'apport se rencontre encore

dans des pays en voie de développement où elle entraîne le bérubéri, syndrome grave, souvent mortel, associant une insuffisance cardiaque à une polynévrite. Dans nos pays, la carence n'atteint jamais ces degrés, mais une alimentation mal conçue peut entraîner des subcarences, c'est-à-dire des états déficitaires qui ne sont pas suffisamment marqués pour entraîner des désordres cliniques, mais peuvent cependant entraver certains processus biologiques. Dans l'alimentation à la française, et surtout lorsque la ration comporte trop de boissons alcoolisées, le risque d'une insuffisance d'apport de vitamine B1 dans la ration est réel. Dans le groupe entrent d'autres facteurs dont nous nous bornerons à mentionner l'existence : la vitamine PP, ou niacine, dont la carence entraîne une diminution de la respiration cellulaire et aboutit à la pellagre (pigmentation de la peau exposée à la lumière, troubles digestifs et mentaux). Il en faut de 10 à 15 mg par jour. La vitamine B2 ou lactoflavine intervient dans les oxydations cellulaires; à citer encore la vitamine B6 ou pyridoxine, l'acide pantothénique, l'inositol, l'acide folique et la vitamine B12 dont la carence entraîne l'anémie pernicieuse... La vitamine C ou acide ascorbique, fragile à la chaleur, joue un rôle actif dans les oxydo-réductions de l'organisme. Le déficit prolongé entraîne le scorbut, scorbut infantile (chez l'enfant nourri de lait bouilli), ou scorbut spontané de l'adulte, autrefois fréquent et souvent mortel chez les navigateurs et les armées en campagne, associant une extrême asthénie avec des hémor-

ragies et une gingivite hémorragique. La dose quotidienne admise en vitamine C est de 70 mg, que l'on trouve dans les légumes verts et les fruits crus, notamment les agrumes. La cuisson et la conserve ménagère en détruisent une part notable.

L'EAU ET LES SUBSTANCES DE LEST

Trois litres d'eau paraissent la ration quotidienne nécessaire, une moitié étant apportée par l'eau de constitution des aliments (légumes et fruits principalement), l'autre sous forme de boissons.

Ce ravitaillement compense les pertes subies en vingt-quatre heures : par l'urine (1 400 cm³) ; par la respiration cutanée (800 cm³) et pulmonaire (300 cm³), par la sueur (300 cm³) et les fèces (150 cm³).

La ration doit encore comporter une certaine quantité de substances de lest, la cellulose, en particulier, jouant le rôle d'aliment encombrant et de remplissage pour le bon fonctionnement des cavités digestives. Elle procure en outre au mangeur la sensation agréable du rassasiement. Telles sont les conditions de base d'une ration alimentaire correcte. Elles ne sont cependant pas suffisantes. Certes, il importe que les constituants de la ration existent en quantités atteignant ou dépassant le minimum défini, mais il faut encore qu'ils soient présents dans certaines proportions assurant pour certains d'entre eux un véritable équilibre.

ADAPTER LA RATION

En plus des matériaux nécessaires à la réparation de l'usure tissulaire, la croissance demande une ration complémentaire.

Au cours de la première année, le développement corporel est très rapide, avec un gain de taille de 29 cm, soit un cinquième de la taille définitive. Pendant la période qui s'étend de cinq ans à la puberté, cet accroissement est de 1/21 par an : un enfant de 7 ans mesure 1,20 m et pèse 21 kg ; un enfant de 10 ans 1,35 m et 27 kg ; un enfant de 14 ans 1,56 m et 44 kg. Un gain annuel de 2 à 3 kg marque la période nérubère et, à la puberté, l'adolescent gagne de 4 à 6 kg par an.

Une augmentation de l'activité nutritive va forcément être entraînée par l'édification de cellules nouvelles. Dans l'organisme en état de croissance, la dépense de fond est proportionnellement plus grande que chez l'adulte. La

dépense calorique par kilogramme est plus forte chez l'enfant. Chez l'adulte, le travail viscéral et les réactions cellulaires n'interviennent que pour la réparation de l'usure tissulaire et pour le travail musculaire. Le métabolisme basal se trouve donc plus élevé chez l'enfant : par exemple, il est à 10 ans de 52 calories par mètre carré et par heure contre 40 chez l'adulte. En ce qui concerne le travail musculaire, l'enfant dépense plus de calories-travail que l'adulte, car il est toujours en mouvement, court, joue, saute, etc.

LE NOURRISSON

Prenons le cas d'un enfant d'un mois, recevant 420 g de lait de vache coupé par 24 heures ; cet aliment artificiel lui apporte quelque 300 calories pour un poids corporel de

3,750 kg. Si un adulte de 75 kg, pesant vingt fois plus que le nourrisson, était soumis à un régime semblable, il aurait une ration calorique de 6 000 calories. Or, nous avons fixé pour lui le chiffre de 2 400 calories.

Le nourrisson doit recevoir quotidiennement 2,50 g de protides et 2 à 3 g de lipides par kilogramme de poids, au lieu du gramme de protides et de lipides exigé chez l'adulte. Ses besoins en calcium, en fer, en vitamine A, etc. sont aussi très augmentés.

L'enfant doit donc, proportionnellement à son poids, manger plus que l'adulte. Pendant les trois premières années de sa vie, il recevra en moyenne 1 200 calories par jour.

L'ÂGE SCOLAIRE

Garçons et filles peuvent avoir, de 5 à 9 ans, une alimentation identique qui s'établit ainsi : 1 440 calories à 5 ans, 1 550 calories à 6 ans, 1 650 calories à 7 ans, 1 770 à 8 ans et 1 900 à 9 ans.

L'apparition des phénomènes pubertaires étant plus précoce dans le sexe féminin, à partir de 9 ans et jusqu'à 14, la fillette recevra une ration un peu plus riche : 2 000 calories pour un garçon de 10 ans et 2 040 pour une fille.

À 11 ans, 2 120 pour un garçon et 2 250 pour une fille ; à 12 ans, 2 310 pour un garçon et 2 750 pour une fille ; pour un garçon de 13 ans : 2 630 calories et pour une fille 3 100 ; à 14 ans, 3 180 pour un garçon et 3 250 pour une fille.

Un des éléments fondamentaux de la ration est le lait. Il constitue un apport de premier ordre en protéines et en calcium dans une ration quotidienne d'un tiers de litre à un demi-litre. On peut donc donner largement des laitages, du lait caillé, du beurre en y ajoutant viande ou poisson.

On a souvent tendance à donner à l'enfant trop de pain, mais surtout trop de sucreries, de confitures, etc.

Le petit déjeuner de l'enfant doit être copieux. Pain, beurre, confiture ou miel doivent être ajoutés au café ou chocolat ou lait. La chicorée, malgré la grande publicité dont elle est l'objet, n'a pas d'intérêt nutritif pour le petit déjeuner de l'écolier. Avant de partir en classe, il peut aussi prendre une bonne assiettée de céréales au lait.

Un potage ou un hors-d'œuvre comportant des crudités, un plat de viande ou de poisson, un plat de légumes, une salade constituent un déjeuner équilibré. On peut ajouter un fruit au dessert si les crudités font défaut dans le hors-d'œuvre. Au goûter, il est bon de donner à l'enfant un bol de lait, une ou deux tartines

beurrées, de la confiture ou une barre de chocolat.

Le dîner doit être plus léger ; il comportera un potage épais, un plat de légumes, un entremets ou un fromage. Pour un enfant de moins de dix ans, ce repas est suffisant. Ensuite, on peut y ajouter un œuf, par exemple, qui apporte les protéines supplémentaires.

Les repas doivent être consommés à heures régulières (petit déjeuner : 7 h 45 ; déjeuner : 12 h 30 ; goûter : 16 h ; dîner : 19 h). Le coucher doit se faire de bonne heure.

L'enfant ne doit rien manger entre les repas. C'est une discipline essentielle qui lui permet d'avoir de l'appétit lorsqu'il se présente à table. Elle constitue en outre, en évitant des ingestions multiples, une des meilleures prophylaxies de la carie dentaire. On sait, en effet, que toute ingestion est suivie pendant une heure d'une attaque acide de l'émail.

L'enfant doit être habitué très tôt à de bonnes règles alimentaires : commencer son repas après un court instant de repos ; ne pas se lever de table et manger sans hâte. Son système nerveux doit être détendu ; pendant les repas on évitera de lui faire trop de remontrances. Les mets doivent être appétissants à la vue, à l'odorat et au goût. L'enfant doit être accoutumé à manger de tout dès que son âge le lui permet. Il doit, à table, être bien installé, siège et couverts à sa taille.

Les adolescents de 16 à 20 ans. Pour un poids de 60 kg, un jeune homme de 18 ans doit disposer de 3 800 calories et, pour un poids de 50 kg, une jeune fille du même âge doit en recevoir 2 400 au plus.

LA RATION DU VIEILLARD

L'activité nutritive du vieillard se trouve ralentie. La dépense physique étant amoindrie, le métabolisme de base est en baisse. Alors qu'il atteignait 52 calories par mètre carré et par heure chez un enfant de 10 ans et 40 chez un adulte, il descend à 36 chez un individu de 60 ans et à 34 à 80 ans.

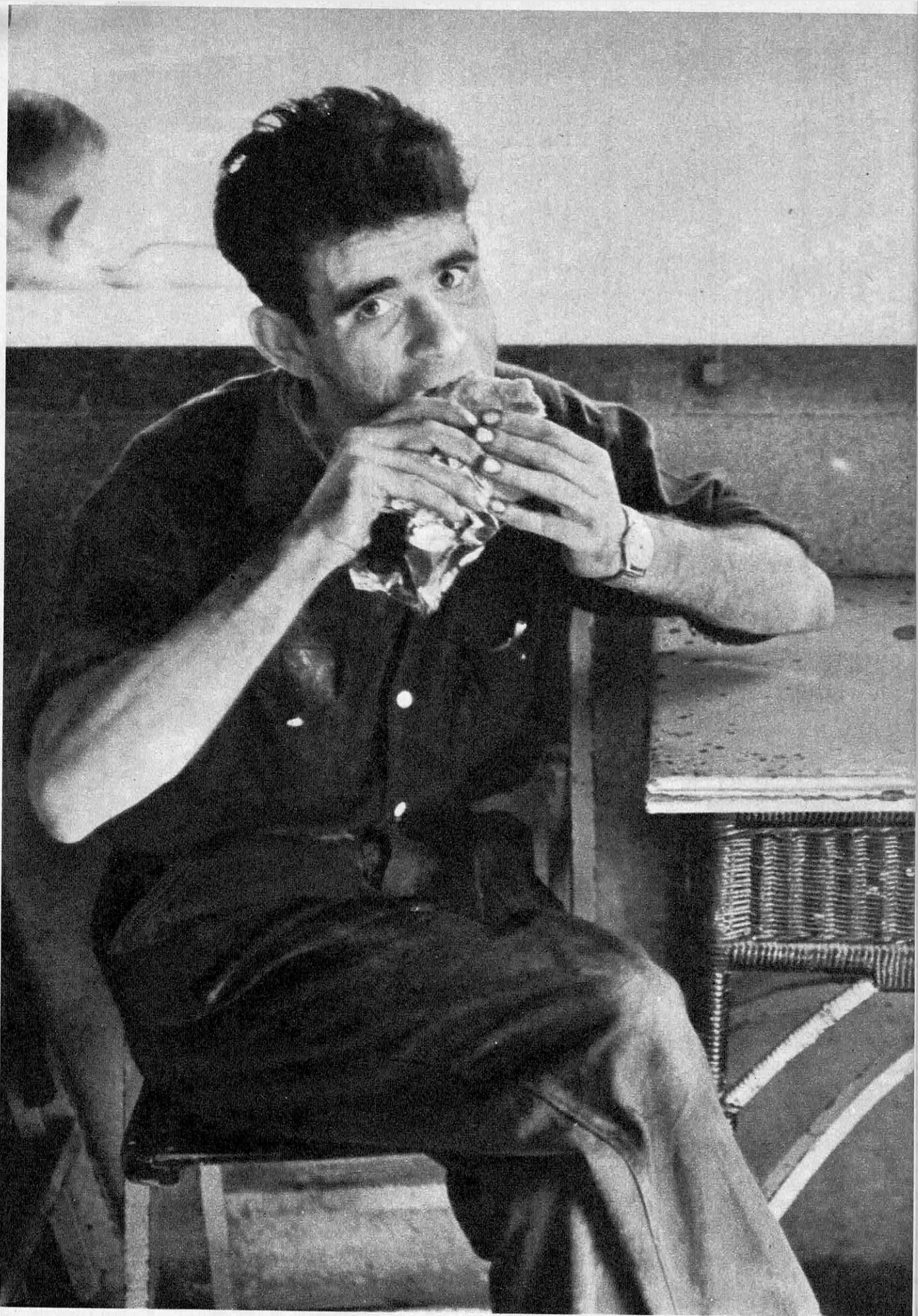
Ce sont en particulier les graisses, surtout d'origine animale, qui devront être réduites.

Le vieillard sédentaire doit donc recevoir une ration de 2 000 calories comprenant 50 à 60 g de protides et 40 g de lipides. S'il continue à exercer une profession active, il doit cependant recevoir une ration appropriée au travail qu'il fournit, son activité n'étant jamais celle d'un travailleur de force. S'il est convenablement chauffé et habillé, le sujet sédentaire peut voir sa ration ramenée à 1 800 calories.

L'adaptation calorique étant établie, l'équilibre de la ration doit être soigneusement vérifié.

Des apports modérés, fonction d'une dépense réduite





Pour un homme âgé, la ration de beurre de 10 à 15 g au petit déjeuner reste permise comme graisse d'origine animale, les huiles végétales, particulièrement l'huile d'olive, étant préférées pour l'assaisonnement. Les albumines doivent être consommées en quantité suffisante et sous des formes facilement digestes en raison des modifications anatomiques et fonctionnelles de l'appareil digestif de l'homme âgé. Le lait, écrémé de préférence, que l'on trouve en nature ou en poudre, les yogourts et les fromages assureront l'apport indispensable de calcium. La consommation de viande hachée ou surgelée est acceptable si elle est immédiate, précaution indispensable pour éviter le danger de toxoinfections microbiennes.

Les minéraux et les vitamines seront apportés par les légumes et les fruits. La vitamine C est indispensable pour lutter contre le froid (le vieillard est frileux) et contre les maladies infectieuses. La consommation de légumes verts et de fruits riches en cellulose évitera la tendance à la constipation. La carotte est riche en potassium dont le cœur a besoin.

Le pain doit garder sa place dans la ration. Il peut être remplacé, si la denture du vieillard ne lui permet plus la consommation facile de pain, par des biscottes ou des biscuits trempés dans un potage clair, du café, du thé au lait écrémé. Il pourra être fait appel également à des céréales sous forme de bouillies.

Si le sujet était accoutumé à consommer du vin, de la bière ou du cidre, il ne doit pas en être privé, mais la consommation restera dans les limites convenables, par exemple un quart à un demi-litre de vin de 9 à 10 degrés par jour pour l'homme (et un peu moins pour la femme) consommés au cours des repas, à l'exclusion de toute autre boisson alcoolisée.

Le vieillard peut conserver une certaine ration de sucre s'il en éprouve le désir et si l'on est sûr qu'il ne présente aucune tendance au diabète. Le sel devra être d'un usage restreint, les épices ne seront pas écartées.

Le petit déjeuner et le déjeuner auront à apporter la plus grande partie des éléments substantiels, le repas du soir étant plus léger et consommé au moins une heure avant le coucher. Un repos d'environ une heure après le repas de midi, jambes allongées, sera bénéfique.

L'ACTIVITE ET LA RATION

Un sujet entraîné à un travail donné transforme en énergie mécanique 25 à 30 % des calories destinées à couvrir ce travail ; la même ration s'avérera insuffisante dans le cas d'un sujet non entraîné qui gaspille en pure perte un nombre

appréciable de calories. Ainsi un sédentaire ne transforme que 17 % de ces mêmes calories en travail.

Si un adulte sédentaire (tailleur, employé, intellectuel, etc.), exerce une activité physique minime et reçoit une ration de 2 400 calories (ration-type étudiée dans notre premier article), un adulte exerçant une profession qui nécessite un effort musculaire plus intense doit voir sa ration augmentée.

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture estime que, pour un homme de 25 ans vivant en zone tempérée et travaillant dans la petite industrie, la ration doit être de 3 200 calories. Un ouvrier bien entraîné peut fournir dans sa journée environ 100 000 kcm de travail utile qui nécessitent un apport supplémentaire de 1 400 calories si l'on tient compte des travaux secondaires.

D'après les mêmes normes, un homme effectuant un fort travail physique (cultivateur, maçon, forgeron) a besoin de 3 800 calories et celui effectuant un travail considérable (bûcheron, scieur de long, docker, terrassier, mineur), a besoin de 5 000 calories.

En réalité, ces valeurs doivent être révisées en baisse, car la vie moderne est génératrice d'une grande économie de calories (automobile, transports, chauffage, etc.). Dès lors, c'est la balance qui fixera le montant calorique approprié, assurant un poids convenable pour une taille donnée.

L'adulte qui doit augmenter sa ration en vue d'un travail musculaire fera appel aux glucides, lesquels sont immédiatement utilisables et constituent l'aliment dynamogène par excellence. A eux seuls, les glucides assurent les deux tiers de la dépense d'énergie. Quand l'apport énergétique dépasse 4 500 calories, le surplus est demandé aux graisses dont 1 g fournit en brûlant 9 calories au lieu de 4 pour les glucides. La quantité de glucides à absorber devenue trop élevée entraînerait des troubles digestifs.

Les réserves du corps humain sont de 3 000 calories en glycogène (une journée de travail environ) et de 50 000 à 90 000 calories en graisses ; celles-ci entrent en jeu après épuisement du glycogène mais, pour l'utilisation en vue du travail, elles doivent être préalablement transformée en glucides.

Le besoin vitaminique est accru par l'augmentation des combustions, notamment pour les vitamines B1 et C. Une forte déperdition d'eau est provoquée par le travail musculaire, la chaleur étant évacuée par la perspiration (transpiration invisible) et la sudation. En climat tempéré, les pertes hydriques peuvent atteindre 3 à 5 litres au cours d'une journée de travail, selon l'importance de celui-ci et la température extérieure. En cas de forte déperdition, il doit être

fait appel à des boissons chaudes en hiver et des boissons froides en été, éventuellement salées à 1 ou 2 ‰.

Des problèmes d'adaptation de la nourriture vont se trouver posés en France où l'adoption de la journée continue tend à se généraliser. Les repas légers et fréquents, mieux équilibrés et composés, faciliteront le rendement du travail. Le dîner deviendra le grand repas familial. Le petit déjeuner sera plus copieux et plus varié, riche en protéines (œufs, jambon, fromage, poisson, flocons de céréales, etc.). Il est encore à déplorer que trop de travailleurs partent le matin n'ayant pris qu'un petit déjeuner insuffisant, complété bien souvent de boissons alcoolisées.

L'ADAPTATION DE LA RATION EN FONCTION DU SEXE

Le développement musculaire de la femme étant moins important que celui de l'homme, ses dépenses sont moins élevées. Son métabolisme de base par mètre carré et par heure est plus faible de 2 à 3 calories. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture a pris pour référence la femme de 25 ans, pesant 55 kg, vivant en climat tempéré et se livrant à des travaux ménagers (y compris les soins à des enfants en bas âge) ou à un travail dans la petite industrie. Parfois l'activité extra-professionnelle comporte du jardinage, des sports non violents et 5 à 10 km de marche quotidienne avec deux heures de plein air par jour. La ration est dans ce cas estimée à 2 300 calories.

Si le travail ménager ou autre est astreignant, la dépense calorique avoisinera celle d'un ouvrier agricole ou d'un menuisier.

Au cours des six premiers mois de la grossesse, les besoins ne changent pas sensiblement. Si, au cours du troisième trimestre, le poids du corps augmente, l'activité physique diminue et l'on peut donc admettre un besoin supplémentaire de 450 calories, soit 2 700 calories.

Nous sommes bien loin des régimes de suralimentation d'autrefois, que la femme enceinte ingérait de gré ou de force et qui avaient surtout pour effet de dérégler le foie et le tube digestif. Il est cependant nécessaire d'insister sur le lait, les fromages et une bonne ration de viande (protéine et calcium) et de vérifier que le besoin vitaminique est bien couvert, notamment pour les vitamines A, B1, C.

La durée moyenne de la lactation maternelle peut être estimée à six mois et la production moyenne de lait pendant cette période à 850 ml par jour. Le supplément de calories doit cor-

respondre à l'équivalent en calories du lait produit multiplié par un coefficient tenant compte de l'efficacité de la production laitière de la femme. Dans ces conditions, il faut prévoir un supplément de 1 000 calories par jour, soit au total 3 300 calories. Il sera fait largement appel aux laitages en raison de l'importance de la ration azotée. Les besoins vitaminiques sont accrus (A, B1 et C principalement).

RATION ET CLIMAT

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture recommande une réduction ou une augmentation de 5 % de la ration calorique par tranche de 10° de variation de température en plus ou en moins de la moyenne annuelle.

En climat très chaud, le métabolisme de base est réduit d'environ 12 % chez les sujets acclimatés. Cette réduction doit s'opérer avant tout sur les lipides. Sous les tropiques, la ration en graisses doit être moins élevée de 25 à 30 %. La déshydratation étant beaucoup plus importante en atmosphère sèche, l'ingestion d'eau doit être augmentée pour pallier cette déperdition. Au Sahara, elle peut atteindre 15 à 20 l par jour.

La prophylaxie du coup de chaleur implique en fait une boisson salée à raison de 1 à 2 g par litre. Sinon, du sel sera distribué en pilules. Cet usage est, il est vrai, discuté par certains.

En climat très froid, l'homme maintiendra sa température contre le refroidissement extérieur en consommant davantage, sous la forme de petits repas à intervalles rapprochés. La couverture des besoins caloriques étant préférentiellement assurée par des lipides, la ration journalière sera de 4 à 5 000 calories. Cette ration a fait ses preuves pendant la dernière guerre pour les troupes engagées dans les régions arctiques : elle comportait 55 % de lipides, 34 % de glucides et 11 % de protéides. Il apparaît souhaitable d'avoir recours à la vitamine C. Si l'alcool exerce une action stimulante comme agent thérapeutique de réchauffement, il ne peut être utilisé comme agent préventif du refroidissement. Il n'a pas sa place dans la composition d'une ration spécifiquement composée pour lutter contre le froid extérieur.

Telles sont les principales adaptations de la ration alimentaire selon diverses circonstances. Mais il ne faut pas perdre de vue que le critère le plus sûr consiste à modeler son alimentation en fonction du poids et de la taille ; à une taille donnée correspond un poids qu'il faut s'efforcer d'atteindre... et de conserver.

Hugues GOUNELLE DE PONTANEL

Une dépense voisine de celle d'un travailleur manuel



Le français mange trop... et

Le comportement alimentaire de l'animal — du moins de l'animal qui vit librement, à l'état naturel, car l'animal domestique (certaines races de chien notamment) peut subir des frustrations psychiques qui l'exposent à des excès ou à des déséquilibres comparables à ceux de l'homme, est régi par l'instinct. Il mange quand il a faim, cesse de manger dès qu'il est repu et choisit spontanément les aliments dont il a besoin.

Il en va tout autrement pour l'homme, dont l'attitude instinctive fondamentale est modifiée, pour ne pas dire pervertie, par des motivations diverses, d'ordre affectif, familial, économique ou social.

Dans un charmant récit, les écrivains alsaciens Erckmann et Chatrian ont conté dans quelles conditions ils s'étaient régalés d'une sauce préparée avec ce dont on pouvait disposer pendant la guerre de 70 et quelle fut leur déception, lorsque plus tard la servante, à qui ils avaient recommandé de leur préparer le même plat sans rien changer à la recette, leur présenta un infâme ragoût cuisiné avec de la bougie en guise de graisse. Le climat affectif ou psychologique qui entoure un repas détermine un plaisir ou un dégoût tel que l'on perd totalement de vue la satisfaction du besoin physiologique.

UN BESOIN FONDAMENTAL, MAIS DES MOTIVATIONS DIVERSES

Nombre d'obésités résultent de compensations que l'on recherche inconsciemment dans la nourriture après une frustration ou un chagrin. Celui qui ne s'entend pas avec sa femme l'accuse de ne pas savoir cuisiner : souvent, il digère si mal les plats qu'elle lui prépare qu'il ressent des troubles graves inexplicables par une lésion organique. Un grand spécialiste des allergies digestives nous disait un jour : « Je ne peux pas écrire sur l'ordonnance : Tuez votre femme ou divorcez, et pourtant il n'y a pas d'autre remède ».

Beaucoup de personnes regrettent la saveur des plats dégustés dans leur enfance, les recettes d'antan, les aliments d'autrefois : ces regrets ne sont généralement pas fondés et peuvent entraîner des erreurs alimentaires ou conduire à l'achat dans les fermes d'œufs souillés (qui peuvent être infestés de salmonelles), au refus des légumes en conserve qui, pourtant, subissent des contrôles auxquels échappent ceux

que l'on vend au marché, ou encore au choix de certains beurres réputés meilleurs mais qui ne satisfont pas aux normes bactériologiques du beurre pasteurisé.

Il faut reconnaître que le consommateur n'est pas aidé dans ses choix. Certains organismes de bonne volonté s'efforcent de vulgariser quelques notions théoriques de diététique, mais rien dans la présentation ou l'étiquetage des aliments ne précise où se trouvent ces protides, ces lipides et ces glucides qui doivent être consommés en quantités équilibrées.

En réalité, l'homme de la rue n'a aucune connaissance de la valeur nutritionnelle des aliments qu'il achète. Seuls le guident l'empirisme, ses pulsions fantaisistes ou... son budget.

UNE NOTION GALVAUDEE : LA QUALITE

La notion de qualité s'établit en fonction du prix ; les plus riches achèteront du rôti, les moins riches se contenteront de pain et de charcuterie, car ils ne savent pas que les œufs (on leur a dit qu'ils faisaient « mal au foie »), et les produits laitiers bon marché (comme le lait allégé, le fromage blanc écrémé ou le gruyère) sont de véritables concentrés de protéines aussi nobles que le filet de bœuf.

On voit aussi des mères de famille mettre en péril l'équilibre du budget familial pour offrir à de jeunes enfants du foie de veau (alors que les foies d'agneau ou de porc sont à peu près aussi riches en vitamines), ou de la sole (alors que la composition de ce poisson est en tous points comparable à celle de la limande).

Lorsque, par suite d'une promotion professionnelle ou sociale, la dépense consacrée à l'alimentation augmente, le transfert ne s'effectue pas vers la recherche d'une meilleure valeur nutritionnelle. Il va vers la substitution aux aliments simples, bruts, de produits transformés, plus chers et d'utilisation plus facile. Le pré-cuit, le pré-dosé, le prêt-à-servir, le prêt-à-manger, les conserves, les plats surgelés, les potages en sachet, les sauces en boîte, se substituent progressivement aux denrées traditionnelles qui, elles, demandent une plus longue préparation. « Pourquoi, s'écriait-il il y a quelques semaines le professeur Trémolières lors de la journée « Nutrition 72 », pourquoi la hantise de notre époque est-elle de gagner du temps ? A quoi dépensons-nous donc ce temps ? ».

se nourrit mal

UNE CONSOMMATION CROISSANTE

Les statistiques établies par l'I.N.S.E.E., en tenant compte des projections sur 1975, qui viennent d'être publiées, sont édifiantes. A mesure que s'élève le niveau de vie, la consommation alimentaire s'accroît quantitativement en même temps qu'elle évolue qualitativement.

La France se trouve dans la situation paradoxale qui est celle de tous les pays surdéveloppés : la consommation s'accroît à mesure que les besoins physiologiques diminuent. Les progrès du confort et de l'automation diminuent l'effort physique, donc le besoin calorique. Pourtant, le bilan nutritionnel révèle une consommation globale moyenne per capita de 2 546 calories en 1959, 2 683 en 1965 et 2 860, en « projection », pour 1975.

Année	Cal.	Protides	Lipides	Glucides
		évalués en grammes		
1959	2 546	79,1 dont 49,1 d'origine animale, soit 62 %	87,5	339,8
1965	2 683	85,4 dont 58,5 d'origine animale, soit 68 %	103,3	329,3
1975	2 860	93,9 dont 69,1 d'origine animale, soit 74 %	122,3	319,7

Il s'agit, bien entendu, d'un bilan nutritionnel « apparent », basé sur les achats et non sur la consommation effective, une certaine part pouvant être attribuée au taux croissant du gaspillage et à la consommation par les animaux familiers.

La consommation des lipides et celle des protides augmentent. Celle des glucides est, globalement, presque stationnaire, mais on constate une évolution à l'intérieur du groupe. Si nous examinons en détail les chiffres de consommation par catégorie de produits, nous constatons que la consommation moyenne de pain est passée de 748 calories par personne et par jour en 1959 à 609 en 1965, ce qui permet d'établir une prévision de 467 calories pour 1975. L'ensemble des produits céréaliers (biscottes, biscuits, farine, semoule, riz, etc.) suit la même courbe descendante.

Au contraire, la consommation de sucre et de produits de confiserie augmente en proportion inverse :

	1959	1965	1975
Sucre	197 cal.	218 cal.	232 cal.
Produits de confiserie	252 cal.	293 cal.	334 cal.

Ces faits ne laissent pas d'inquiéter les nutritionnistes, dont l'attitude est extrêmement réservée à l'égard de ces glucides à absorption rapide qui accélèrent le cycle de l'insuline et développent une propension à l'obésité. De surcroît, ces « calories vides », selon l'expression du professeur Trémolières, ne sont accompagnées d'aucun apport de vitamine B, comme c'est le cas pour les glucides-amidon des céréales et des légumineuses. La thiamine (vitamine B₁) préside à la digestion et à l'assimilation des glucides. En plus, elle joue un rôle protecteur à l'égard du système nerveux.

Ne faudrait-il pas attribuer à une ration carencée ou subcarencée en vitamine B₁ la fréquence des colites et colopathies et celle des maladies nerveuses que l'on constate dans tous les pays à niveau de vie élevé ?

La part des protides s'élève avec une place plus large faite aux protides d'origine animale. Ce profil est conforme à celui de tous les pays riches. L'évolution du langage populaire est symptomatique. On ne dit plus aujourd'hui « gagner son pain » mais « gagner son beefsteak ». L'augmentation de la ration de protides provient surtout de la consommation des viandes de boucherie, y compris le porc, et des volailles. La consommation des œufs, quant à elle, ne progresse pas du tout (du moins d'après les projections de l'I.N.S.E.E. ; d'autres études récentes ont fait ressortir une légère augmentation).

La stagnation de la consommation du lait est compensée par un véritable engouement pour les fromages frais, les yaourts et ces nouveaux produits que sont les desserts à base de lait et le fromage blanc plus ou moins délipidé. En 1968, 4 % des foyers français, soit 708 000 ménages, consommaient du fromage à 0 % de matières grasses. En 1970, 5,9 % des ménages, soit 887 000, en consommaient. Le tonnage global, pour toutes les marques, passait de 9 500 tonnes en 1968 à 12 100 en 1969.

Les lipides, qui progressent en valeur absolue, ne doivent pas selon le vœu des nutritionnistes, représenter plus de 30 % des calories de la ration. C'est la place qu'ils occupaient en 1959. En 1965 et 1975, ils passent à 27,52 % et 26,23 %. La perspective est rassurante.

A l'intérieur du groupe, l'évolution est sensible. L'huile et la margarine progressent plus vite que les matières grasses naturelles, probablement à cause de la publicité ; elles prennent la place du saindoux, dont les chiffres s'effondrent. Le beurre conserve, mais de justesse, la première place.

LA RATION DE VIGILANCE

On peut conclure, après lecture des statistiques, que l'évolution n'est pas aussi fâcheuse qu'on aurait pu le craindre. Certains redressements spontanés (comme le succès des fromages plus ou moins délipidés) en font foi. C'est tout de même à bon droit que les nutritionnistes sonnent l'alarme et affirment que le Français mange trop et se nourrit mal.

Lors d'une étude présentée aux colloques du CENEC (Centre national des expositions et concours agricoles), le professeur Bour définissait sous le nom de « ration de vigilance » les besoins nutritionnels de l'homme d'aujourd'hui et de demain. Cette ration doit être composée de façon à fournir le seuil optimal d'efficacité mentale ou intellectuelle sans encombrer l'organisme d'une quantité d'énergie, c'est-à-dire de calories qui ne pourraient être utilisées et seraient stockées sous forme de graisses.

En résumé, l'alimentation de l'homme moderne doit être :

- pauvre en calories ;
- riche en protéines, surtout en protéines d'origine animale ;
- riche en éléments minéraux, comme le potassium, le calcium, le magnésium ;
- riche en vitamines, surtout celles dont les conditions de la vie moderne réduisent l'apport, notamment les vitamines B₁, C et D.

Cette évolution n'est possible qu'au prix d'efforts conjugués à tous les niveaux. « La nutrition, écrit le professeur Trémolières, n'est pas une spécialité ; c'est une synthèse de connaissances. » Les chercheurs de l'I.N.R.A. travaillent actuellement sur des variétés de céréales plus riches en protéines. Les zootechniciens sélectionnent des races nouvelles de bêtes à viande dont la carcasse fournit plus de muscle et moins de

graisse : les éleveurs danois n'ont-ils pas obtenu des porcs qui comptent dix-huit côtes au lieu de quatorze ? De même, on connaît le moyen d'obtenir un lait plus riche en protéines et moins gras : la « prime à la protéine » doit prochainement se substituer à la « prime à la crème » dans la rémunération des producteurs de lait.

Certes, d'autres besoins que l'on commence à peine à soupçonner, notamment en certains acides gras insaturés, pourront être définis au cours des années à venir. Aussi faut-il éviter d'être trop systématique : l'alimentation rationnelle et synthétique, dont tous les éléments connus seraient scientifiquement dosés en proportions idéales, n'est pas encore au point.

Tout au plus peut-on amener le consommateur à prendre conscience du problème que lui pose son alimentation et lui éviter des erreurs grossières, comme de surnourrir les jeunes enfants ou de leur donner un goût excessif pour les sucreries ; ou encore choisir systématiquement les grillades et le poisson poché pour les noyer dans le beurre ou la sauce normande...

Simone MARTIN-VILLEVIEILLE

joie de vivre
avec les
vitamines



Les biscottes aux vitamines naturelles E, recommandées en périodes prénatales de croissance et soutien du 3ème âge. Les pâtes vitaminées, aux vitamines naturelles E (germes de blé frais) et B, fabriquées avec des œufs entiers. Aliment diététique convenant aux adolescents, étudiants, convalescents. La levure diététique CÉREAL, produit sain recommandé à tous, petits et grands. S'impose après tout traitement aux antibiotiques. Catalogue chez votre détaillant ou en écrivant à : CÉREAL - Service S.V. - 07 ANNONAY.



Les définitions de l'aliment sont nombreuses. Pourtant, l'une des plus caractéristiques date de 1702 ; elle est due à Louis Lemery qui, dans son « Traité des aliments » énonce :

LA DESTIN



C.N.R.I. - Professeur Wegmann

La chimie de la nutrition aboutit au maintien de l'intégrité des structures et du fonctionnement normal des tissus, y compris des plus nobles. Par exemple, de l'organisation complexe et délicate du cortex cérébral, avec ses six couches de cellules.

Ces définitions laisseraient supposer que les aliments sont, comme tels, susceptibles d'entretenir la vie, c'est-à-dire qu'il existe des aliments complets. Or il n'en est rien : les organismes supérieurs ont besoin de l'association, dans une ration, de plusieurs aliments. Chacun d'entre eux apporte les éléments plastiques, énergétiques ou les catalyseurs (oligo-éléments organiques ou minéraux) nécessaires à l'entretien des phénomènes vitaux. La couverture des besoins nutritifs est réalisée par ces divers matériaux exogènes, lesquels, au cours de la digestion et de l'assimilation, sont triés et judicieusement utilisés.

Claude Bernard appelait « nutriments » les produits utilisables à partir des aliments. Du point de vue du nutritionniste, l'alimentation consiste à fournir à l'organisme vivant « en nature et en quantité appropriée, les nutriments nécessaires à la couverture énergétique, à l'édification et à l'entretien de ses structures et à la régulation du métabolisme » (R. Jacquot). De ce fait, on comprend aisément que les besoins en nutriments d'un être en phase de croissance (enfant, femme enceinte) soient différents de ceux d'un adulte ou d'un vieillard, que ceux d'un travailleur de force sont surtout de substances énergétiques et non d'éléments plastiques, que la ration alimentaire varie avec la saison, le rythme de vie, l'état et l'activité du sujet... De plus, les différents nutriments doivent figurer dans la ration en quantité optimale ; souvent leur excès est aussi nuisible que leur déficience et la notion d'efficacité nutritionnelle repose avant tout sur l'équilibre de la constitution des rations, équilibre qui doit encore tenir compte de leur digestibilité.

En effet, les aliments ne sont généralement pas utilisables en nature et la digestion a pour but de libérer les nutriments des molécules complexes qui les renferment, pour qu'ils puissent être résorbés par la muqueuse intestinale et participer aux métabolismes (aux transformations biochimiques) qui leur sont propres. Ainsi, comme le dit R. Jacquot, « la digestion met en conflit l'aliment et l'organisme ; elle comporte des aléas qui grèvent la valeur nutritive brute des ingesta d'une sorte d'impôt dont le taux dépend de la nature de l'aliment et des capacités propres du tube digestif ».

« Tout ce qui est capable de réparer la perle des parties solides ou fluides de notre corps mérite le nom d'aliment ». Au siècle dernier, le grand physiologiste Claude Bernard ajoute: « L'aliment

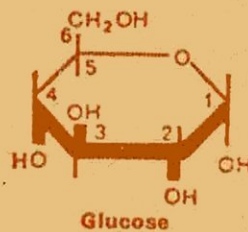
est une substance prise dans le milieu extérieur, nécessaire à l'entretien des phénomènes de l'organisme vivant et à la réparation des pertes qu'il fait constamment ».

NEE DES ALIMENTS

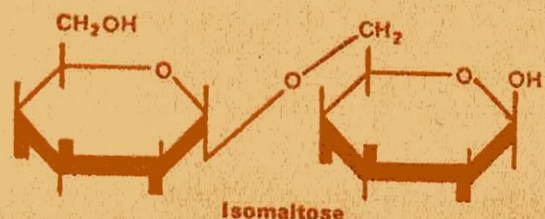
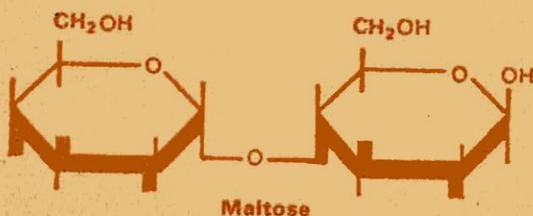
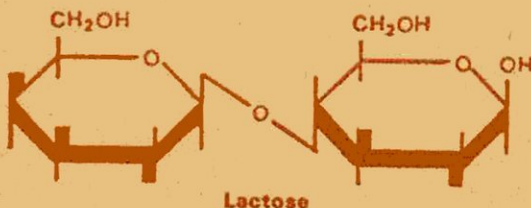
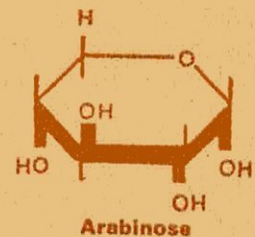
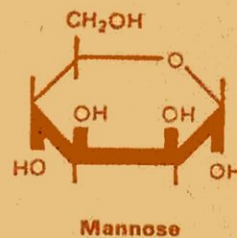
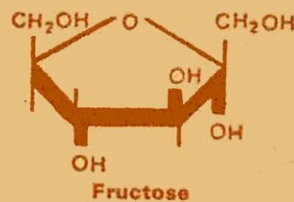
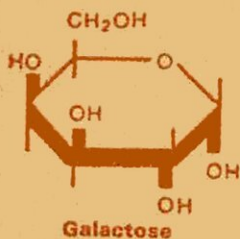
DES SUBSTANCES ALIMENTAIRES ENERGETIQUES OU PLASTIQUES

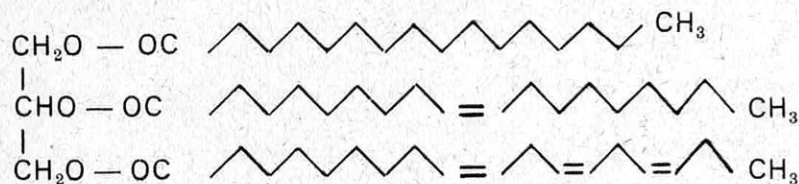
Les aliments peuvent être classés en fonction des nutriments qu'ils apportent. L'étude chimique des diverses substances alimentaires montre qu'aucune d'entre elles n'est simple. On peut cependant dégager de grands groupes. Ainsi les nutriments à finalité essentiellement énergétique contiennent des matières sucrées ou amylacées (anciens « hydrates de carbone ») et des matières grasses.

Les uns apportent des *glucides*, substances organiques constituées de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, synthétisées par les végétaux chlorophylliens. Il s'agit de nutriments rapidement oxydables, relativement peu stockés et dont le chef de file est le *glucose*, sucre en C6 ou hexose ($C_6H_{12}O_6$). Ce nutriment cellulaire type, terme quasi constant de la digestion des *amidon*s et de nombreux *saccharides* (ou osides) alimentaires, est élaboré aussi au cours de la transformation métabolique d'autres hexoses. Par exemple, du *galactose* provenant du lactose,

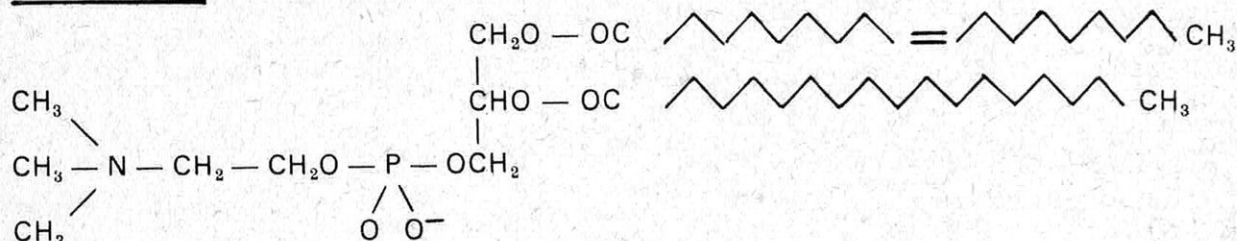


Les principaux sucres alimentaires simples (monosaccharides et disaccharides). Les matières amylacées, qui tiennent une place importante dans l'alimentation, sont constituées de longues chaînes bâties à partir de tels matériaux.

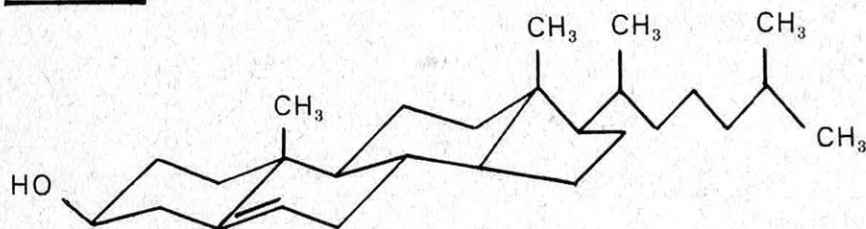




TRIGLYCERIDE



LECITHINE



CHOLESTEROL

Les graisses constituent un groupe très hétérogène. On peut en particulier y distinguer : les glycérides, formés de l'association d'une molécule de glycérol (glycérine) et de trois molécules

d'acides gras ; les lécithines, qui renferment du phosphore ; les stérols, à structure polycyclique et dont le type est le cholestérol. Aux stérols sont apparentées certaines hormones naturelles.

oside du lait ; du *fructose* issu du saccharose, sucre de la canne à sucre et de la betterave ; du *mannose* présent dans des gommes et des polyosides végétaux ou animaux ; des *pentoses*, même, sucres en C₅ qu'on trouve dans les acides nucléiques et les tissus de soutien végétaux.

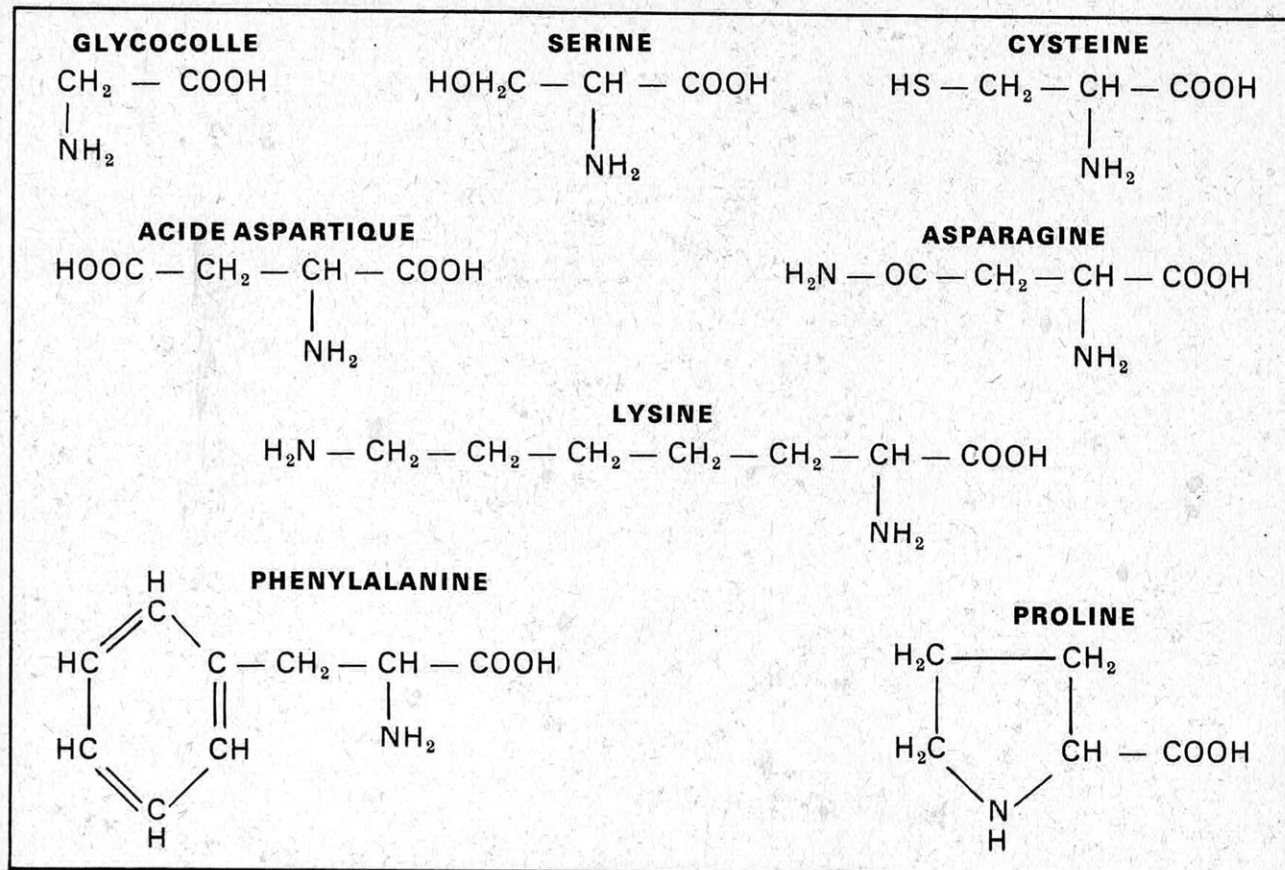
Le second groupe de nutriments énergétiques est constitué par des matières grasses. Les graisses ou *lipides*, substances insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques, constituent un groupe extrêmement hétérogène. On y range aussi bien les *glycérides*, constituants des huiles et des graisses naturelles, que les stérols (le *cholestérol*), les cires, les phospholipides (comme la *lécithine* des tissus animaux et des graines) et les glycolipides du système nerveux. Les glycérides sont, quantitativement, la fraction lipidique la plus importante de la ration et celle qui joue le rôle énergétique le plus actif. Dans la molécule de ces composés résultant de l'estérification du glycérol, les acides gras sont constitués par de longues chaînes de 16 à 18 atomes de carbone en général désaturées. Autrement dit, ces chaînes sont porteuses de doubles liaisons qui entraînent, outre une fluidité plus grande (abaissement du point de fusion), des caractères parti-

culiers d'oxydabilité et d'instabilité (rancissement).

Les nutriments à finalité plastique sont apportés par les aliments riches en *protéines*. « L'animal reçoit et assimile presque intact les matières azotées » disait Dumas en 1844. Ce n'est pas tout à fait exact. Les matières azotées ou protéines alimentaires doivent être réduites, lors de la digestion, en molécules simples ou *acides aminés* (il en existe une vingtaine qui diffèrent par les radicaux carbonés de leurs molécules et sont associés dans des proportions et dans un ordre déterminé pour former les protéines animales ou végétales).

NUTRIMENTS MINÉRAUX ET CATALYSEURS BIOLOGIQUES

Des assemblages d'acides aminés sont donc reconstitués par l'organisme vivant pour fabriquer les protéines qui lui sont propres. Les autres matériaux plastiques dont les cellules ont besoin sont fabriqués de toute pièce avec les résidus des nutriments énergétiques provenant des glucides ou des lipides. A l'inverse, les acides aminés en excès rejoignent par des voies métaboliques complexes les dégradations énergétiques.



Selon leur structure et leurs fonctions chimiques (en plus des fonctions fondamentales COOH et NH_2), les acides aminés peuvent être classés en différents groupes : monoacides monoaminés

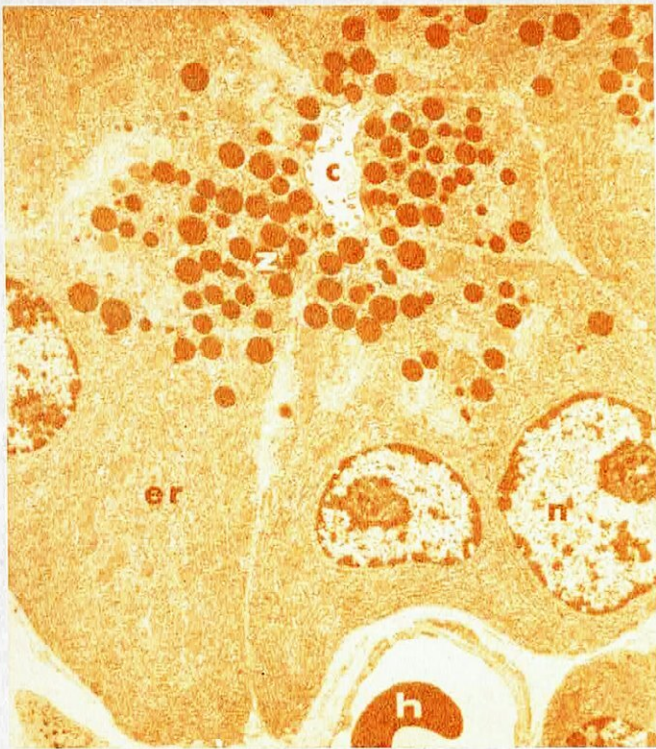
(type glycocolle) ; hydroxylés (sérine) ; soufrés (cystéine) ; diacides et leurs amides (ac. aspartique, asparagine) ; diamminés (lysine) ; à noyau benzénique (phénylalanine) ; à noyau indolique.

Parmi les nutriments nécessaires à la construction et à la réparation des tissus, il faut encore placer les *matières minérales*. Certaines sont actives à l'état de traces (*oligoéléments*), souvent liées à la matière organique (cas du soufre, de l'iode, du fer). D'autres existent en quantité plus importante dans les aliments ; c'est le cas des éléments minéraux du squelette et des dents (phosphate et calcium) et de la plupart des sels en solution dans le milieu cellulaire (potassium, magnésium) ou dans les liquides interstitiels et circulants (sodium, chlorure). L'eau, solvant de beaucoup de nutriments et constituant à 70 % de l'organisme, est aussi en perpétuel renouvellement. Elle est apportée en nature par l'eau de boisson et sous forme dissimulée dans les aliments, dont l'hydratation varie de 10 à 95 %. L'oxydation des aliments organiques fournit encore une quantité non négligeable d'eau, appelée eau métabolique (107 g d'eau sont produits par l'oxydation de 100 g de lipides, 25 g par 100 g de glucides et 41 g environ par 100 g de protides).

La classe la plus mal connue et peut-être la plus importante des nutriments est celle des catalyseurs. Ils sont mal connus parce qu'ils agissent à petite dose et sont fournis par des aliments spéciaux ; ils sont cependant « indis-

pensables » ou « essentiels » et leur absence dans la ration, lorsque les réserves de l'organisme sont épuisées, se traduit par des maladies résultant de l'arrêt d'un métabolisme pour lequel ce catalyseur est indispensable. C'est ainsi que Casimir Funk créa en 1912 le terme de « *vitamine* » pour désigner une substance de nature inconnue, capable à dose infime de guérir en quelques heures une maladie mortelle, la polynévrite aviaire, causée par la consommation exclusive de riz blanc par les volailles. A l'époque, cette idée était d'avant-garde, l'origine de la maladie étant alors attribuée à des intoxications ou à des infections microbiennes ou parasitaires. On vivait dans l'esprit de W. Prout, selon qui les trois principes nutritionnels (glucides, lipides et protides) suffisaient à couvrir tous les besoins nutritifs de l'organisme en dehors du besoin minéral.

Née des travaux des physiologistes et des médecins du XIX^e siècle, la découverte des vitamines allait permettre à Funk, non seulement d'expliquer des affections aussi vieilles que l'humanité (le scorbut, la pellagre, le rachitisme, le béri-béri), mais aussi d'ouvrir la voie à une pathologie de la nutrition par carence en constituants biochimiques que l'organisme ne peut fabriquer lui-même et qu'il doit trouver dans son environ-



Au microscope électronique (grossissement 5 400), des cellules du pancréas du rat (partie exocrine) : n, noyau ; z, grains de zymogène (précurseur des enzymes digestifs déversés dans le duodénum) ; c, canalicule (suc pancréatique) ; er, ergastoplasme, très dense dans ce type de cellules ; h, hématie à l'intérieur d'un capillaire sanguin.

nement. Certaines de ces vitamines ou nutriments à fonction vitaminique sont élaborés par des micro-organismes (la levure, les bactéries intestinales fabriquent des vitamines du groupe B...). D'autres le sont par les plantes (l'acide ascorbique des fruits, les carotènes, les acides gras polydésaturés des huiles végétales...). D'autres, enfin, sont issues des animaux (l'axérophthol et le calciférol des huiles de poisson, la cobalamine des farines de poisson...).

LES ACTIONS VITAMINIQUES

En fait, les vitamines sont toutes des coenzymes, substances souvent liées aux enzymes, et qui facilitent les réactions dans lesquelles ces enzymes interviennent. Les exemples sont nombreux et il est impossible de décrire ici tous les rôles biochimiques des vitamines. La vitamine B 1, sous forme de *pyrophosphate de thiamine*, est indispensable à la pyruvate — décarboxylase, enzyme-clé du métabolisme énergétique. La vitamine B 6, sous forme de *phosphate de pyridoxal*, est indispensable aux enzymes de transport de groupements aminés. La vitamine H ou *biotine* intervient dans les processus de carboxylation.

La vitamine PP — sous forme d'*amide nicotinique* — sert à la synthèse de précieux coenzymes d'oxydo-réduction (les nicotinamide-

adénine-dinucléotide ou NAD et nicotinamide-adénine-dinucléotide-phosphate ou NADP). La *vitamine B 12* entre en jeu dans le métabolisme des composés en C 3, la *vitamine J* ou *choline* et l'*inositol* dans le métabolisme des phospholipides. La *vitamine D* ou *calciférol* permet la calcification et la *vitamine A* ou *axérophthol* entre dans la constitution des pigments rétiens. La *vitamine F* ou *acides gras polydésaturés* sert dans la biosynthèse des prostaglandines. La *vitamine C* est un donneur d'hydrogène dans les réactions d'hydroxylation. La riboflavine (vitamine B2) est indispensable aux mécanismes d'oxydo-réduction. L'*acide folique* est utile à la fois au transport de groupements formylés (à un atome de carbone) et à certaines hydroxylation. L'*acide pantothénique* entre dans la structure d'un transporteur de radicaux organiques peu solubles, sous forme de coenzyme A, découvert par Lipman en 1951.

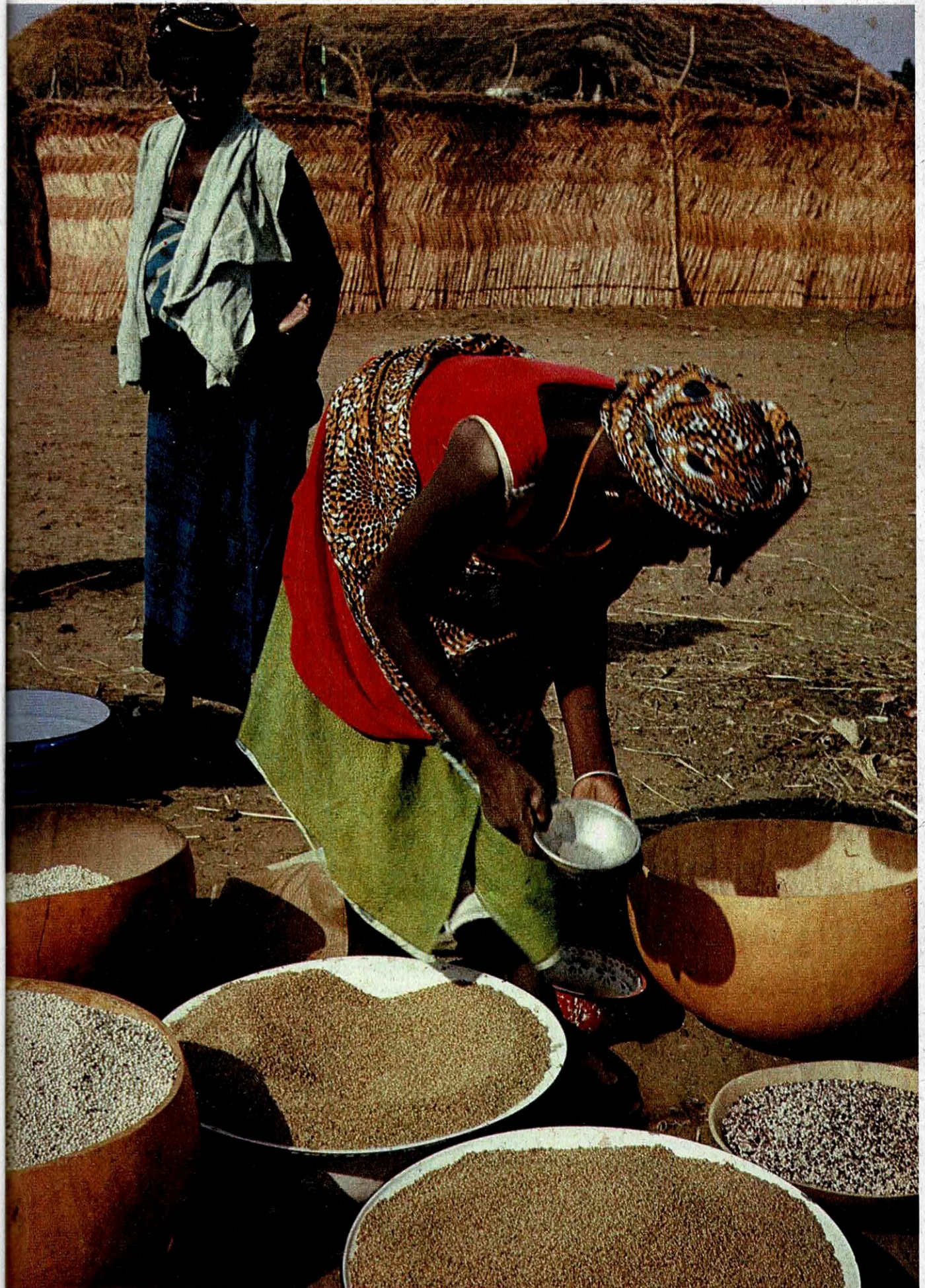
Comme les hormones dans d'autres domaines de la physiologie, les vitamines agissent à petite dose mais sont absolument nécessaires aux métabolismes. Leur présence dans les aliments naturels ou leur administration en surcharge ne permet pas seulement de prévenir les carences mais fait tendre, selon Szent-Gyorgyi, vers un « plus haut niveau de santé ».

Si cette relation semble vérifiée pour les vitamines du groupe B ou pour la vitamine C, il existe peu de certitudes sur le rapport quantitatif entre les apports caloriques et vitaminiques pour régulariser l'utilisation des nutriments énergétiques. Il semble par contre vérifié que les vitamines interviennent souvent dans la régulation de la synthèse des protéines enzymatiques. Ce rôle plastique (au départ) peut avoir des conséquences métaboliques considérables (Th. Terroine).

Il n'en reste pas moins que, quel que soit leur rôle, l'excès de vitamines va contre la notion même de catalyseurs attribuée à ces nutriments. Il n'est pas rare de constater des accidents par suite de leur emploi abusif.

Ainsi, l'excès d'acide ascorbique provoque une excrétion accrue d'un métabolite particulier, l'acide oxalique, susceptible d'entraîner l'apparition de calculs. Chez le rat, l'administration de vitamine A en excès à la femelle gestante a des effets tératogènes pour le jeune. Enfin, des anomalies osseuses sont la conséquence de véritables intoxications par la vitamine D.

A côté des vitamines, un nombre considérable de substances biochimiques entre dans la classe des catalyseurs. On en connaît le caractère essentiel sans qu'on puisse définir très exactement leur rôle. On a beaucoup insisté, depuis les travaux de Gabriel Bertrand, sur la teneur des aliments en oligo-éléments et sur l'importance de certains sels métalliques (cuivre, cobalt, manganèse, lithium...). Comme ces métaux s'y trouvent à l'état de traces infimes, il est souvent difficile d'en déterminer assez exactement la teneur, sauf par des techniques compliquées.



Une céréale de base en Afrique noire : le mil. Un marché au mil à Malanville (Dahomey).

La classification biochimique des aliments, basée sur leur teneur en nutriments énergétiques, plastiques ou catalyseurs, peut sembler complexe. Elle est pourtant indispensable pour comprendre le devenir des aliments dans l'organisme.

SOURCES ALIMENTAIRES ET MECANISMES DE LA DIGESTION

Les *sources de glucides* alimentaires sont surtout végétales : les céréales en grains (amidon) ; les tubercules, telle la pomme de terre (féculé) ; les racines (carottes, betteraves, topinambours) riches en osides ; les fruits, riches en sucres. Mais à côté des glucides, on trouve dans les aliments végétaux des sels minéraux (à rôle plastique), des protéines, des acides organiques, des vitamines (vitamine C des fruits).

Les *sources de lipides* alimentaires sont pour une part végétales (huiles d'arachide, d'olive, de coton, de soja, de tournesol, de maïs, de colza). Elles sont constituées de triglycérides d'acides gras longs et désaturés (parfois polydésaturés). Certaines contiennent des acides gras plus courts (huile de palme, de palmiste, de coprah) et sont moins désaturées. Ces huiles contiennent aussi, en petite quantité, des stérols particuliers ou phytostérols. D'autres lipides employés dans l'alimentation humaine sont d'origine animale : le beurre riche en acides gras à chaîne courte, facilement digestible ; les graisses de suif, de lard, en général saturées, moins faciles à liquéfier ; les huiles de poissons, à acides gras longs et désaturés et facilement oxydables, mais riches en vitamines.

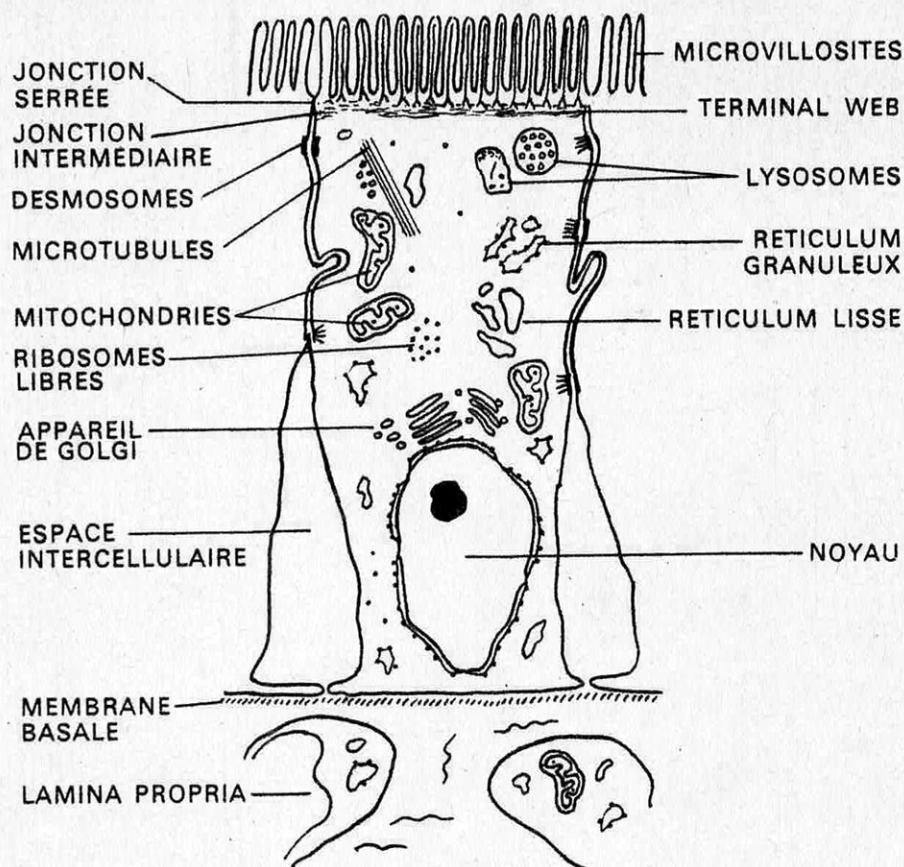
Les *protéines* se trouvent dans les viandes (muscles, abats), les poissons et produits de la mer, les œufs et les produits laitiers (laits, fromages), mais aussi dans les légumes secs, les farineux, le pain. Les protéines d'origine végétale ont une composition plus éloignée de l'équilibre idéal des protéines humaines. Certains acides aminés peuvent y faire défaut (lysine), conduisant ainsi à des carences.

Le *calcium* est apporté essentiellement par les produits laitiers, le *fer* par les aliments d'origine animale et surtout certains légumes. Des tables, issues presque toutes de travaux anciens réalisés par L. Randoin et ses collaborateurs, fournissent les teneurs en éléments minéraux et en vitamines hydrosolubles ou liposolubles. Face à la réelle complexité des aliments de l'homme, à la multiplicité de ses besoins et de ses goûts, au nombre de préparations, de mélanges, d'ajouts divers réalisés par le consommateur ou imaginés par l'industriel pour favoriser la conservation, améliorer l'aspect, promouvoir la vente, on est étonné de la simplicité (relative) des voies d'utilisation physiologique, des possibilités de tri de l'intestin et du tube digestif, de l'immuabilité des phénomènes métaboliques conduisant à la couverture des besoins d'énergie et de matière de l'organisme.

Les aliments mélangés et broyés dans la bouche et l'estomac subissent dès cette première phase de leur utilisation une prédigestion. L'amylase salivaire, la pepsine gastrique, l'acidité chlorhydrique de l'estomac contribuent à modifier le bol alimentaire, à le solubiliser et à en libérer quelques molécules simples. Le gros du travail digestif est cependant effectué dans l'intestin où se poursuivent les deux phases de l'utilisation des aliments : la digestion et l'absorption. La *digestion des glucides* a pour but de transformer les amidons en disaccharides, comme le maltose ; ce processus, relativement lent, n'est efficace qu'en milieu neutre ou légèrement alcalin, c'est-à-dire dans la lumière du duodénum. Les disaccharides, formés par association de deux molécules d'oses, sont attaqués par des enzymes spécifiques, qui se trouvent dans la membrane des cellules de l'intestin. On peut y mettre en évidence la saccharase (ou invertase) qui hydrolyse le saccharose en libérant du glucose et du fructose, la lactase qui hydrolyse le lactose, les maltase et isomaltase qui libèrent deux molécules de glucose à partir du maltose ou de l'isomaltose, la tréhalase qui hydrolyse le tréhalose en deux molécules de glucose. Ainsi les enzymes de la salive et du suc pancréatique préparent l'ultime hydrolyse des glucides alimentaires qui se produit dans la muqueuse intestinale. Au contact de cette muqueuse, on trouve un mélange de sucres solubles : glucose (surtout), mais aussi fructose et galactose, de petites quantités de mannose et de pentoses (arabinose) et de nombreux disaccharides (lactose, saccharose, maltose, isomaltose).

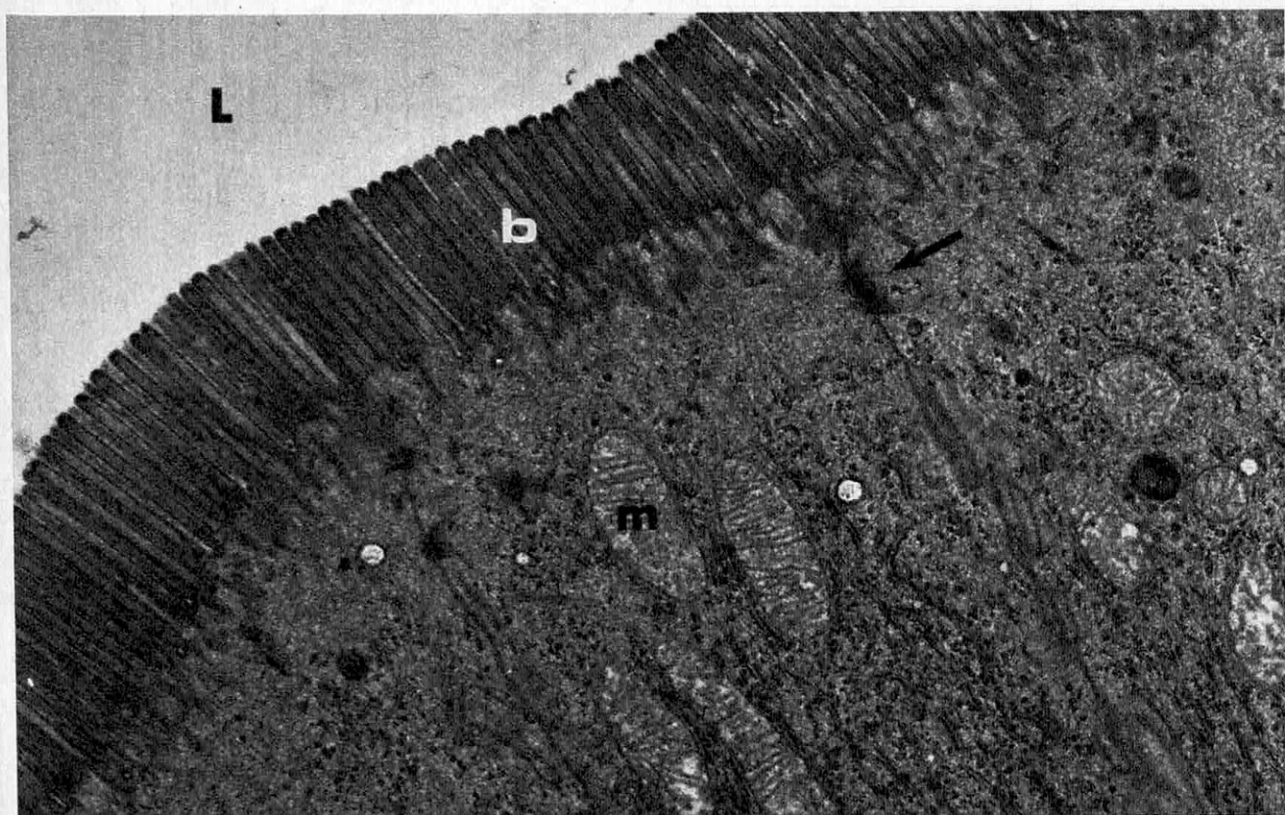
Un certain nombre de « malabsorptions » de sucres, qui sont la conséquence d'une digestion défectueuse, peuvent se manifester chez certains sujets. Il s'agit souvent d'une tare enzymatique héréditaire, l'absence d'une enzyme nécessaire à la digestion ou à l'utilisation d'un disaccharide important, provoquant des diarrhées acides lorsque le régime contient le disaccharide mal toléré. Parfois, il ne s'agit que d'une immaturité enzymatique de la muqueuse du jeune enfant et l'administration progressive du sucre incriminé, le plus souvent le lactose, favorise l'apparition de l'enzyme correspondant. Le même phénomène peut se produire chez certains jeunes mammifères.

Au cours de la digestion, les *lipides* sont partiellement hydrolysés grâce à l'action de la lipase du suc pancréatique. Une ou deux des molécules d'acides gras fixées sur le glycérol dans les triglycérides sont libérées, produisant des mono- ou diglycérides qui sont de parfaits émulsionnants. A cette action s'ajoute celle des acides biliaires qui apparaissent, avec la bile, dans le duodénum et participent activement à la formation de fines gouttelettes de graisses, plus ou moins hydrolysées, dispersées dans l'eau. C'est sous cette forme particulière que les lipides alimentaires presque intacts (cholestérol compris) vont pénétrer dans l'organisme.

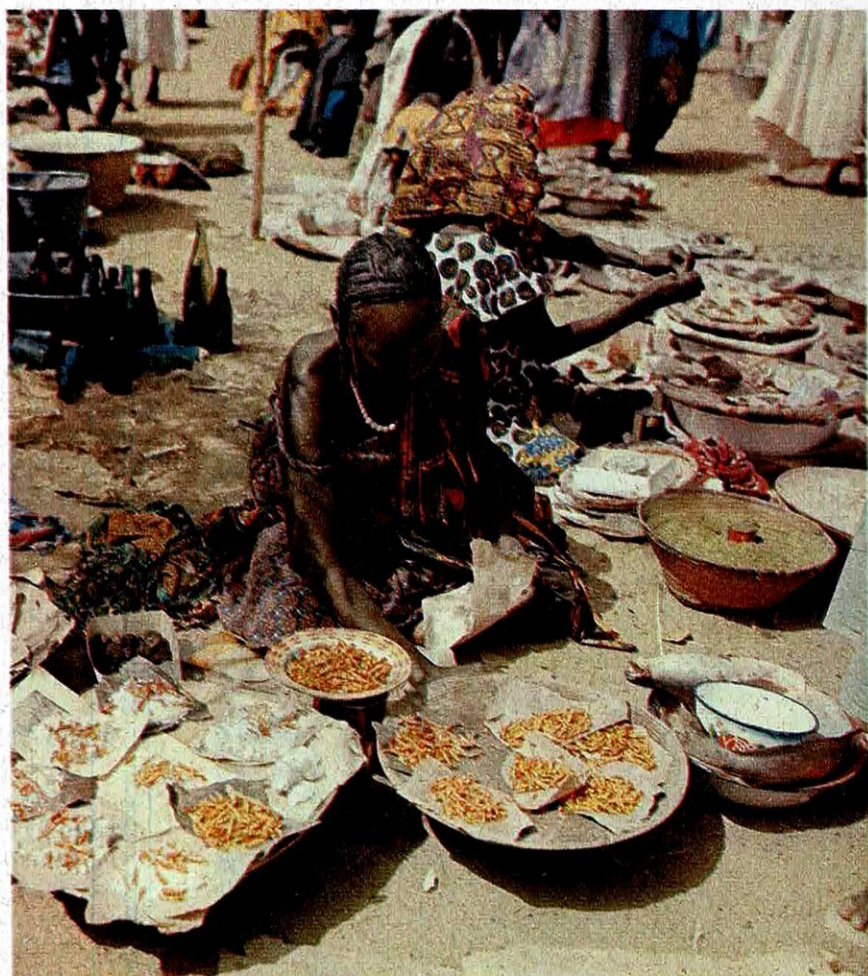


Le dessin en haut de page montre l'organisation d'ensemble d'un entérocyte, une cellule de la paroi intestinale. La microphoto électronique (grossissement 14 000) révèle l'organisation de la bordure en brosse b, le long de la lumière intestinale L. La bordure en brosse est constituée

de villosités de la membrane cellulaire ; celles-ci comportent un axe fibrillaire qui s'insère dans le cytoplasme sur un réseau superficiel (terminal web), en relation avec les jonctions intercellulaires (flèche), m, mitochondries. Le cytoplasme est très riche en granulations ergastoplasmiques.







*L'alimentation, ce n'est pas seulement
des sucres, des protides ou des graisses.
C'est aussi les épices, qui font l'objet
d'échanges importants en Afrique.
Ici, la vente des épices, à Gao, au Mali.*

*La technologie alimentaire moderne
prend sa source
dans des techniques aussi rudimentaires
que le séchage du poisson,
largement pratiqué en Afrique.
Par exemple à Port-Etienne, en Mauritanie.*

L'absence de bile ou de sécrétion pancréatique perturbe l'utilisation des graisses, mais uniquement s'il s'agit de graisses à acides gras longs. Les triglycérides à acides gras courts ou très courts, qui sont beaucoup plus solubles, n'ont pas besoin d'être émulsionnés pour être absorbés. Ils peuvent être utilisés en thérapeutique substitutive dans les affections biliaires et pancréatiques, ainsi que dans certains troubles intestinaux.

Tout le long du tube digestif, les *protides* alimentaires subissent l'action de nombreuses protéases et peptidases. C'est le cas de la pepsine, qui agit en milieu acide sur le contenu gastrique, des protéases pancréatiques (la trypsine, la chymotrypsine), de l'élastase, et d'autres peptidases, dont le pH optimum alcalin ne leur permet d'agir qu'après neutralisation par la sécrétion bicarbonatée du pancréas. Toutes ces enzymes découpent, dilacèrent, transforment les pro-

téines alimentaires, d'autant plus facilement qu'elles auront été dénaturées par la cuisson ou par l'action de l'acidité gastrique. Le résultat de cette chimie complexe est un mélange de peptones, de peptides courts et d'acides aminés. A la suite de recherches récentes, on pense que la digestion intestinale des protéines produit un mélange soluble de molécules constituées d'un à quelques acides aminés.

Aucun problème pour la libération des *vitamines hydrosolubles* qui diffusent facilement à partir des tissus végétaux ou animaux broyés, à condition que les modes de préparation des aliments ne les aient pas détruites.

Dans la lumière du tube digestif, les *vitamines liposolubles* se dissolvent dans la phase lipidique de l'émulsion et franchiront la muqueuse intestinale avec elle.

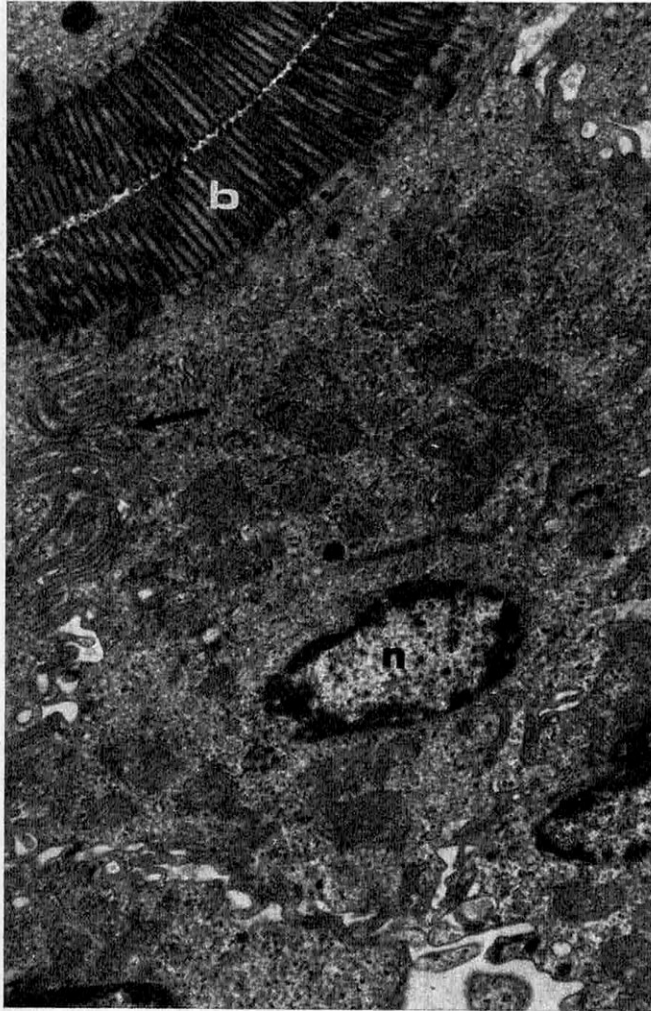
La solubilité des ions phosphate et calcium dépend de conditions précises ; il n'est donc pas étonnant que le pH, la présence de certains acides (oxalique, phytique) empêchent la solubilisation de ces éléments. De toute façon, plus de la moitié du calcium et une bonne partie du phosphate ingéré sont rejetées dans les matières fécales et ne sont pas utilisées.

Les matériaux non digérés, fibres celluloseuses, certaines kératines et autres scléroprotéines, font partie du « balast » intestinal. Notre tube digestif ne possède pas de cellulases ou de kératinases, enzymes très actives chez d'autres animaux (dans la panse des ruminants par exemple). La flore du gros intestin ne les modifie que légèrement ; il s'agit d'ailleurs beaucoup plus de phénomènes de fermentation ou de putréfaction que de véritable digestion. Par contre, l'excès d'eau et d'ions très solubles (sodium, chlorure) sera absorbé efficacement pour donner à la selle son aspect habituel.

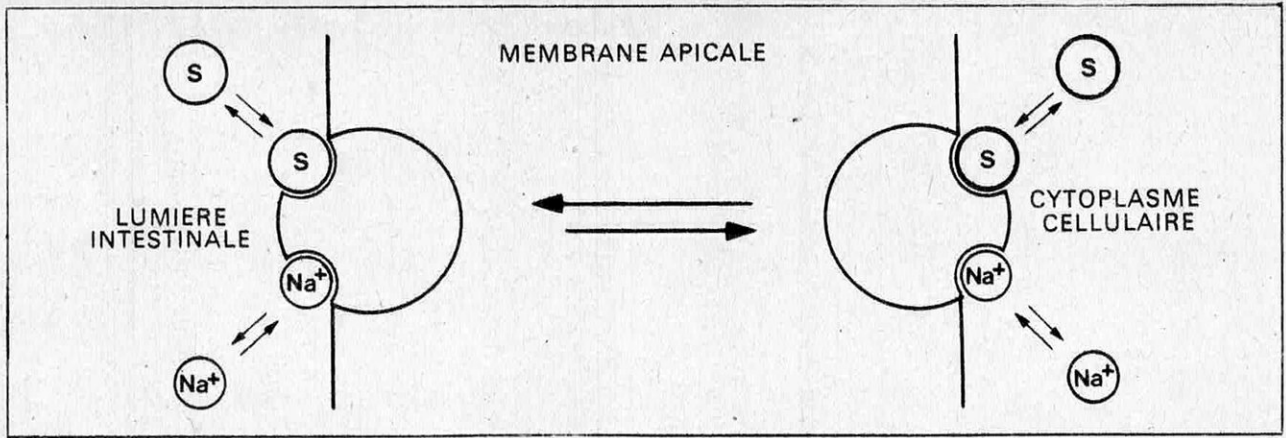
LES ENTEROCYTES ET L'ABSORPTION INTESTINALE

Le rôle essentiel et caractéristique des entérocytes (les cellules de la muqueuse intestinale) est le *mécanisme d'absorption* des nutriments, préparée dans la phase de digestion. C'est dans la deuxième portion de l'intestin grêle que le passage est le plus rapide et le plus important. La surface de muqueuse en contact avec la lumière du tube est considérable. Si l'intestin grêle a un diamètre intérieur de quelques centimètres sur environ 3 m, un système complexe de valvules et de villosités multiplie la surface. La villosité est recouverte par un épithélium, dont les entérocytes ou cellules à bordure en brosse, ont fait l'objet de recherches importantes durant ces dernières années.

L'entérocyte présente sur sa membrane apicale, de nombreuses projections en doigts de gant, ou microvillosités, qui plongent dans la lumière intestinale. Chaque cellule absorbante en supporte environ un millier ; elles ont en moyenne un micron de haut sur un dixième de micron



Intestin de rat au microscope électronique, au grossissement 10 500, inférieur à celui du document de la page 35. La lumière d'une crypte est visible en haut entre deux bordures en brosse b. Au centre, le noyau d'un entérocyte. A remarquer, vers le haut, les interdigitations des membranes cellulaires (flèche). En bas, la jonction se dilate en un vaste espace intercellulaire.



Le transport actif est le plus perfectionné des divers modes de transport des nutriments au niveau de la paroi intestinale. Il requiert de l'énergie et est en même temps nettement in-

fluencé par la présence d'ions sodium. On a ainsi proposé la théorie d'un transporteur à deux sites, l'un des sites étant spécifique de la molécule à absorber, l'autre des ions sodium.

de large. Une membrane épaisse, continue et sans pores les recouvre. Au total ces multiples replis font que la surface active d'un intestin grêle adulte est de plusieurs dizaines de mètres carrés.

Depuis les travaux des pionniers Davon et Danielli, de nombreuses informations ont été acquises grâce à la microscopie électronique. La membrane des microvillosités, siège de l'absorption, est continue et composée de quatre couches de nature différente. Le feuillet externe est mucopolysaccharidique. Ce mucus, appelé *glycocalyse* doit jouer un rôle de filtre et de protection. Contre celui-ci, se trouvent accolées d'abord une couche de protéines fibrillaires associées à des protéines globulaires qui sont des enzymes fixées, insolubles. On trouve ensuite une couche lipidique hydrophobe, constituée de phospholipides et de cholestérol, véritable barrière aux substances dissoutes. On a enfin une couche protéique de structure mal connue, peut-être constituée de protéines cytoplasmiques particulières.

Certains admettent dans cette barrière étanche la présence de passages aqueux. En fait la présence éventuelle de ces passages ne permet pas d'expliquer toutes les caractéristiques de sélectivité du franchissement de la membrane.

L'absorption des substances hydrosolubles peut être réalisée suivant trois modes distincts :

La *diffusion passive* ne fait pas intervenir de notion de spécificité. Il y a proportionnalité entre la vitesse de passage et la concentration dans la lumière intestinale. Il n'y a pas d'accumulation dans la cellule intestinale, donc pas d'influence du métabolisme cellulaire et pas d'action des inhibiteurs de ce métabolisme. Il n'y a pas non plus dépendance ionique. Un grand nombre de composés qui se trouvent en petite quantité dans l'organisme, des glucides (l'arabinose), certains facteurs vitaminiques, des oligoéléments, diffusent ainsi en fonction de

leur concentration. Beaucoup de médicaments, l'alcool, franchissent la muqueuse intestinale par ce moyen.

La *diffusion facilitée* est un mécanisme plus perfectionné qui fait intervenir la spécificité de la membrane de l'intestin. La vitesse de passage n'est plus proportionnelle à la concentration et tend vers un maximum, comme dans les réactions enzymatiques. Il n'y a pas d'accumulation tissulaire et donc pas d'influence directe du métabolisme cellulaire. Il n'y a pas de dépendance ionique. On observe, par contre, des phénomènes d'inhibition par compétition entre composés de structure chimique voisine. Ces propriétés s'expliqueraient par la présence d'un transporteur simple se liant avec le composé — ou les composés — à transporter pour les faire migrer à travers la barrière protolipidique de la bordure en brosse. Le fructose utiliserait ce mode de transport.

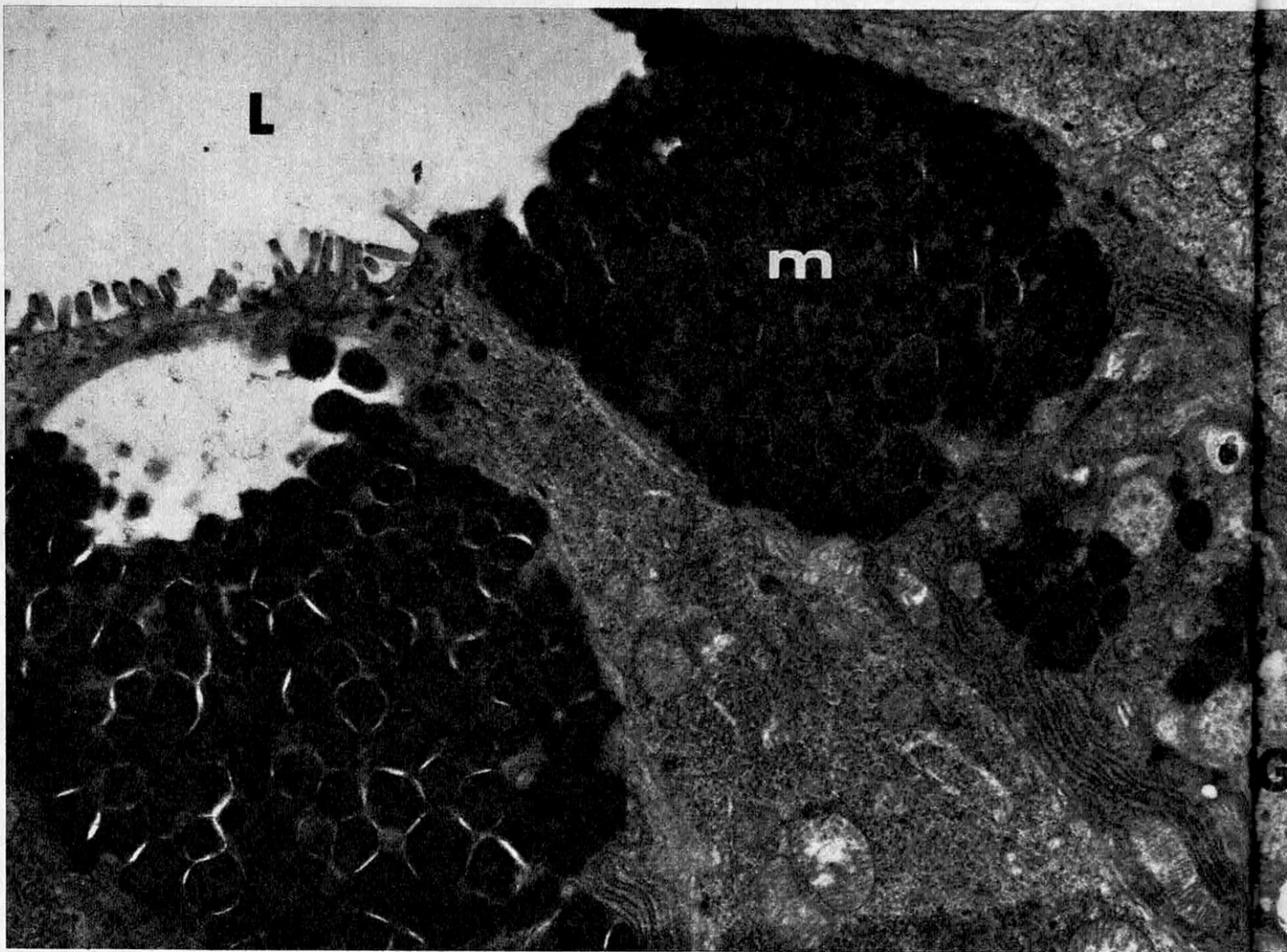
Le *transport actif* est le plus perfectionné. Il fait intervenir au maximum la spécificité de la muqueuse et la vitesse de passage tend, ici encore, vers une limite. De plus, il y a accumulation tissulaire et l'absorption se poursuit contre un gradient de concentration grâce à la consommation d'énergie fournie par le métabolisme cellulaire. Ce mécanisme est donc très sensible aux inhibiteurs métaboliques. Le processus d'absorption est, enfin, fortement influencé par les ions sodium. Crane a proposé la théorie d'un transporteur double qui doit se lier à la fois au sucre (le glucose ou le galactose par exemple) et au sodium. La migration de ce complexe serait provoquée par la différence de concentration en sodium existant entre lumière intestinale et liquide intracellulaire. Pour que le mécanisme se poursuive, la cellule doit rejeter par un processus actif, coûteux en énergie, le sodium introduit. Cette « pompe à sodium » est vraisemblablement le fait d'une autre enzyme membranaire, l'adénosine-tri-phosphatase (ou ATPase).



*En Amérique
hispano-indienne :
vendeuses de sel à
La Paz, capitale de la
Bolivie.
Marché au pain
à Pisac (Pérou).
Commerce de tubercules
alimentaires
(chûnos, oca) chez
les Indiens Aymaras
du Pérou, à 4 000 m
d'altitude.*







On a remarqué que le glucose issu de l'hydrolyse du saccharose sous l'action de la saccharase membranaire est plus rapidement transporté dans le cytoplasme de l'entérocyte que celui qui provient directement de l'aliment. Ce fait est expliqué par la proximité de l'enzyme et du transporteur dans la membrane protéique externe.

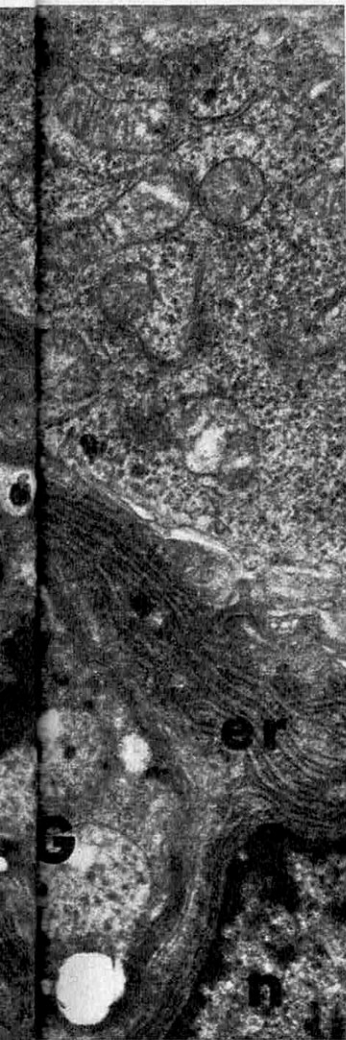
DU GLUCOSE AUX LIPIDES

Le transport actif permet l'introduction des molécules de glucides les plus courantes (glucose, galactose, fructose). Le mannose et les pentoses sont moins favorisés. L'équipement enzymatique du cytoplasme des entérocytes peut se charger de la transformation partielle (qui sera parachevée dans le foie) de la plupart des sucres en glucose.

Dans la circulation sanguine, après absorption d'un mélange de glucides, on trouve donc essentiellement du glucose (qui élève la « glycémie ») et des traces (variables suivant les quantités ingérées) de fructose, galactose, mannose. Une partie non négligeable de ces glucides constitue la source énergétique de la cellule intestinale. Cet « impôt » prélevé par l'intestin sur le capital nutritionnel doit toujours être pris

en considération. Au cours des « malabsorptions », lorsque l'entérocyte est lésé ou anormal, on assiste à des réactions digestives intenses causées par une séquence du type suivant : défaut de transport actif, donc trouble de l'apport énergétique, d'où accumulation de nutriments dans la lumière intestinale et irritation de la muqueuse ; conséquences : malnutrition, diarrhées et amaigrissement.

Les mécanismes du transport des *acides aminés* doivent être très voisins de ceux des glucides. Les protéines digérées fournissent un mélange d'acides aminés et de peptides courts qui vont franchir la membrane grâce à plusieurs transporteurs actifs. Curran et Schultz prétendent qu'il existe à ce niveau un système (« système A ») pour la glycine et l'alanine (dépendant de la concentration en sodium) ; un autre système (« système ASC ») pour la sérine, la cystéine et l'alanine ; un système (« L ») non dépendant de la concentration en sodium pour les acides aminés aliphatiques (non aromatiques) ; un système pour les acides aminés dicarboxyliques et un système pour les acides aminés basiques. Dans la membrane de la bordure en brosse, il existe des tripeptidases qui favorisent le « transport actif » des acides aminés fournis sous cette forme.



A côté des entérocytes, la paroi intestinale comporte des cellules à mucus. Leur organisation ultrastructurale et le mode de production du mucus apparaissent au microscope électronique, grossissement 7 500 (ci-contre) : L, lumière intestinale ; m, amas de mucus avec extrusion massive dans la lumière ; G, zone d'élaboration, en rapport avec l'ergastoplasme ; n, noyau.

Le couplage des mécanismes de transport des acides aminés avec ceux des glucides a été suggéré par des expériences récentes du plus haut intérêt. Les travaux actuels, réalisés sur la muqueuse intestinale du rat, du hamster ou du lapin, sur la membrane des globules rouges ou sur les tubules rénaux (où les processus de transport sont dans une certaine mesure identiques) ne tarderont pas à éclairer d'un jour nouveau ces mécanismes d'absorption.

L'utilisation intestinale des *lipides* est particulière. Les lipides alimentaires sont divisés en fines gouttelettes de moins d'un micron, stabilisés par la présence des émulsifiants sécrétés ou résultant eux-mêmes des mécanismes digestifs. Elles s'infiltrent entre les replis de la bordure en brosse et pénètrent dans la cellule intestinale par un mécanisme de pinocytose (1). Le microscope électronique a permis de suivre le parcours cellulaire de ces particules.

Le métabolisme qui se produit dans l'entérocyte est encore mal connu, mais on en connaît bien le produit, déversé dans le système lymphatique : le chylomicron. Cette lipoprotéine (98 % de lipides, associés à une protéine qui les enveloppe) a un diamètre d'environ 0,5 mi-

cron. Elle est visible au microscope à contraste de phase et responsable de la lactescence du sérum sanguin après un repas riche en graisses. La quantité de chylomicrons produite par l'intestin est directement proportionnelle à la qualité de l'absorption lipidique et à la quantité de graisse ingérée. Il n'est pas douteux que l'abondance des surcharges, la lenteur du transport lymphatique, l'utilisation particulière des chylomicrons ou des lipoprotéines riches en lipides qui en dérivent, soient à l'origine de maladies par dépôts lipidiques, comme l'athérome ou certaines obésités.

GERER LES NUTRIMENTS ABSORBES

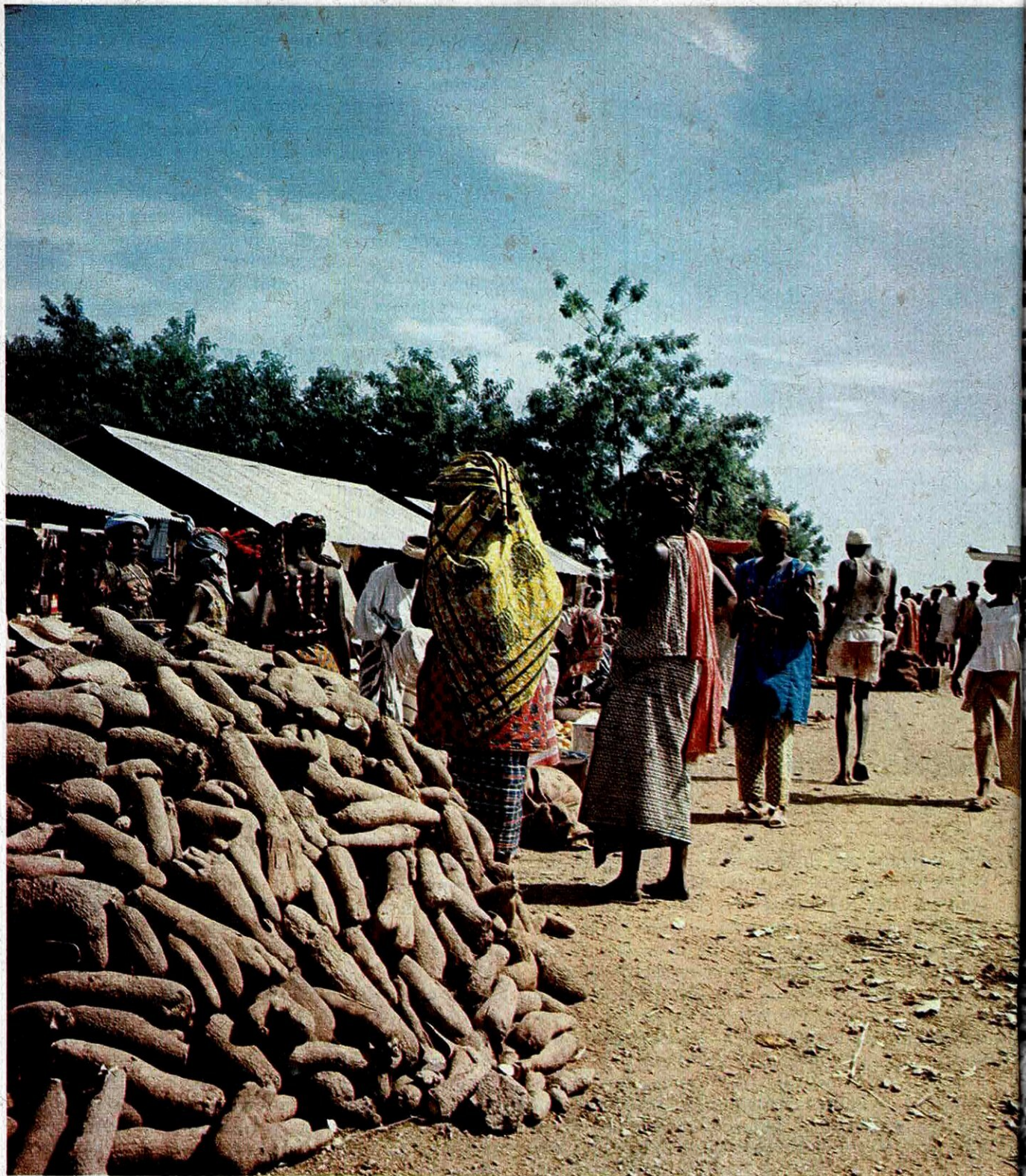
La description des mécanismes d'utilisation tissulaire des nutriments nous entraînerait trop loin. Ces mécanismes recouvrent en effet tous les processus de nutrition cellulaire, c'est-à-dire qu'ils englobent pratiquement toute la biochimie métabolique. On peut cependant montrer que la classification des nutriments les plus importants du point de vue quantitatif est basée sur leur utilisation tissulaire (sous forme énergétique ou plastique).

Les glucides — c'est-à-dire essentiellement le glucose —, les protides — c'est-à-dire des aminoacides et les lipides sous forme particulière — arrivent aux divers organes par le sang, diffusent, lorsqu'ils sont solubles, dans les espaces interstitiels et pénètrent dans les cellules. Ils pourront y être soit directement utilisés, soit stockés pour faire face aux besoins énergétiques ou plastiques de l'organisme. Le grand régulateur, la plaque tournante des utilisations tissulaires est le foie : il reçoit la plupart des nutriments par la veine porte : il filtre en quelque sorte le sang pour les en retirer, les transformer et les fournir aux organes spécialisés au moment où ils en ont besoin (le muscle, le cœur, les glandes, la moelle osseuse, l'intestin)...

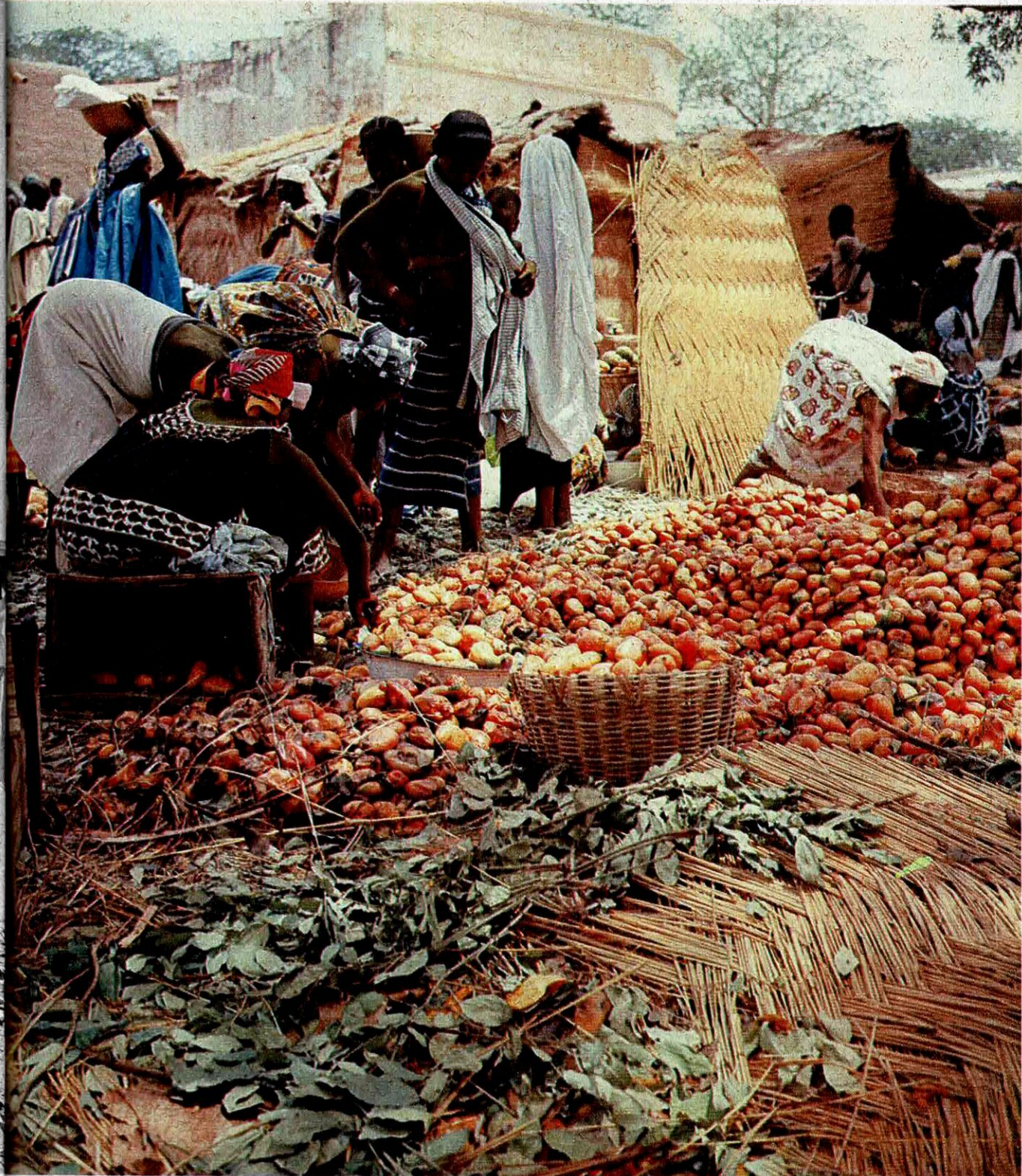
Une *phase de pléthore* se manifeste au cours du repas et pendant la période qui le suit. Le sang est alors riche en nutriments divers et le foie, telle la fourmi de La Fontaine, constitue des réserves : glycogène, protéines labiles, vacuole lipidique. En attendant la « saison nouvelle », le prochain repas, les autres tissus « criant famine » trouvent auprès de cet organe les nutriments dont ils ont besoin. Toutes les réserves n'ont certes pas la même valeur énergétique ou plastique et certaines sont utilisées en première urgence. Ainsi le glucose, stocké sous forme de glycogène par le foie et les muscles, est susceptible de couvrir les besoins énergétiques pendant 15 heures environ. Au-delà l'organisme devra puiser dans ses réserves lipidiques et, au bout de quelques jours, dans ses stocks protéiques destinés normalement aux besoins plastiques.

Les besoins immédiats : effort musculaire, besoin de chaleur, régulation de la pression osmotique, émotion, perte de substances accompa-

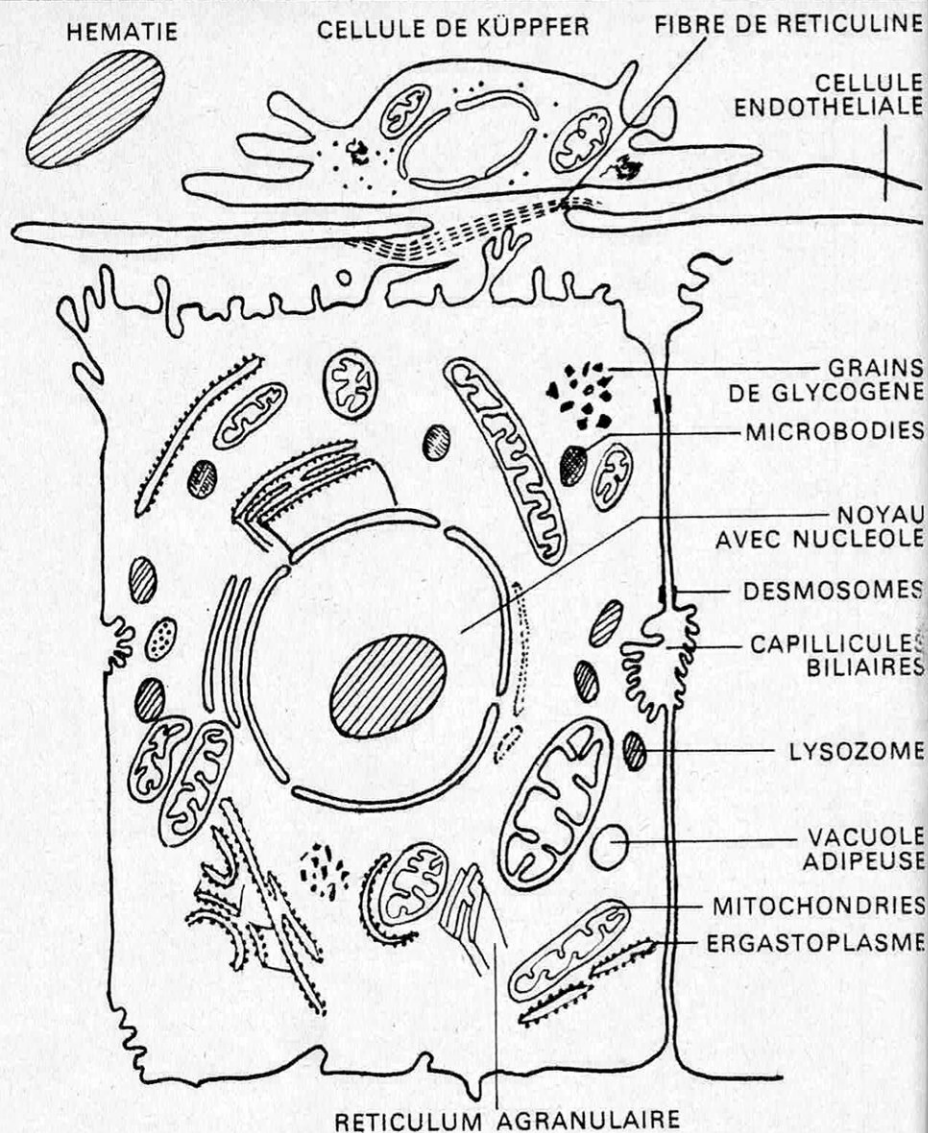
(1) Mécanisme d'absorption très voisin de la phagocytose, mais pour les liquides.



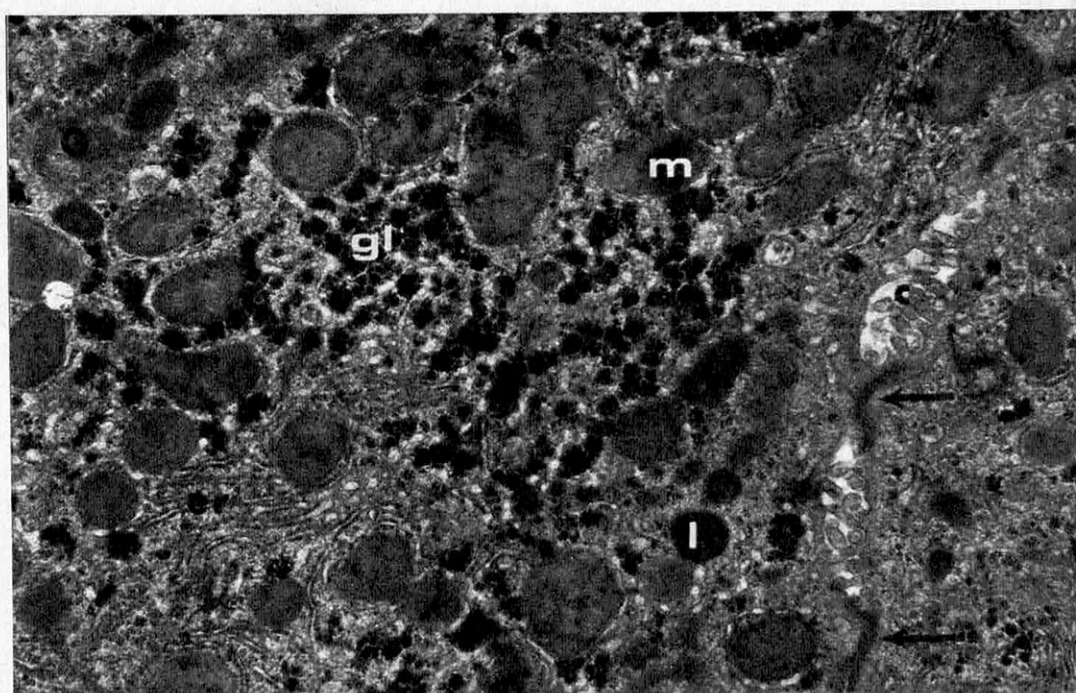
*Les racines tubéreuses du manioc
(dont on a appris à extraire le tapioca)
sont des sources d'aliments énergétiques
très importantes en Afrique.
C'est le cas au Dahomey.*

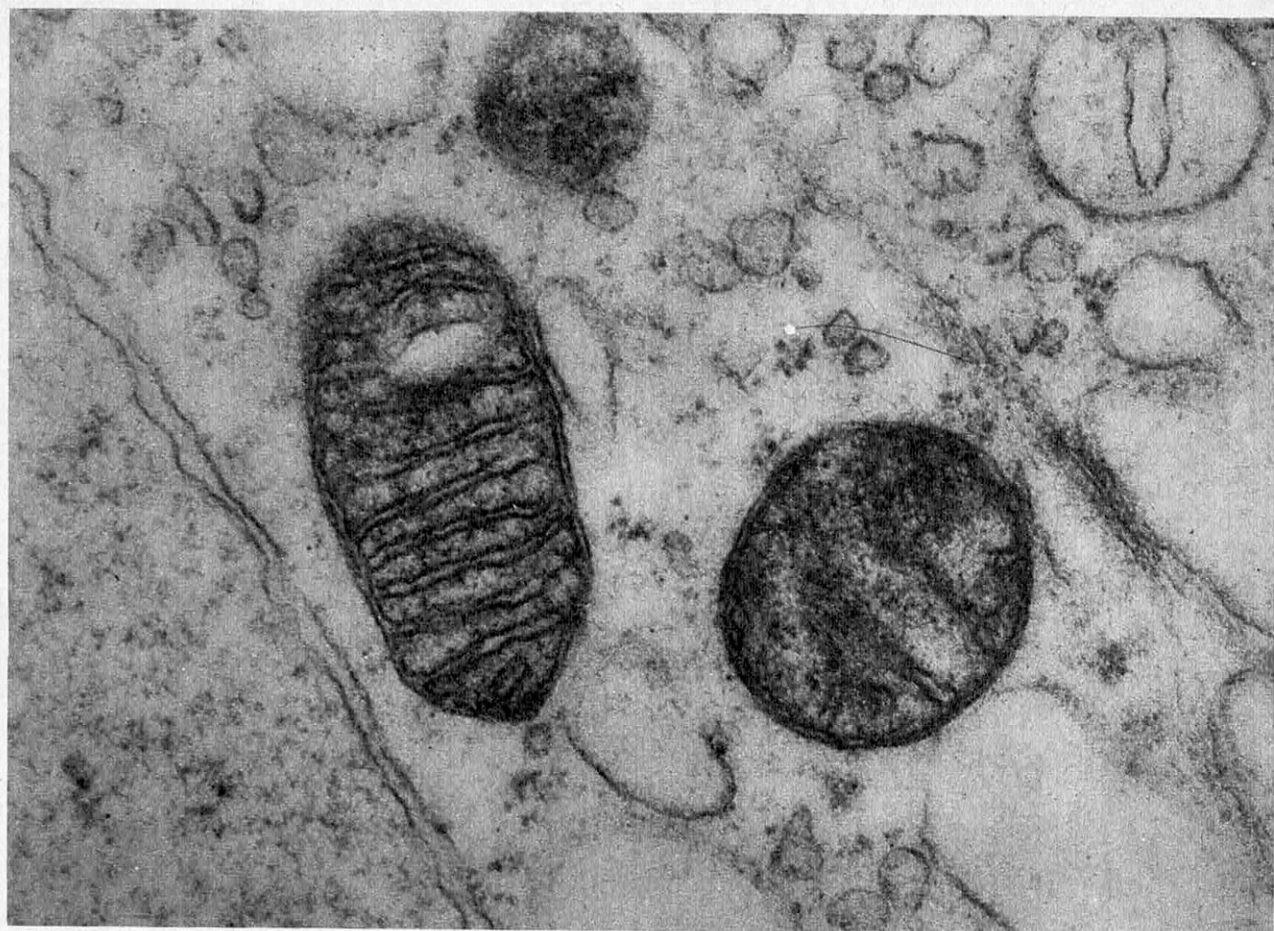


*Les fruits (autrement dit des sucres,
des sels minéraux, des vitamines)
ont la faveur, en Afrique comme ailleurs.
Par exemple, les mangues au marché de San,
sur le Niger, en république du Mali.*



En haut, organisation d'ensemble d'une cellule hépatique. En bas, foie de rat au grossissement 23 000 : c, canalicule biliaire entre deux cellules dont les systèmes de jonction sont indiqués par des flèches ; m, mitochondries granuleuses ; gl, granulations de glycogène ; er, ergastoplasme au voisinage des mitochondries ; G, zone de Golgi ; L, lysosome.





C.N.R.I. - Professeur André

Les mitochondries, dont la taille dépasse parfois dix microns, sont limitées par une membrane double poussant des digitations (crêtes) vers

l'intérieur. Les enzymes respiratoires qu'on y découvre jouent un rôle de premier plan dans la production d'énergie au niveau cellulaire.

gnées de biosynthèses nouvelles, etc., nécessitent une couverture instantanée par glycogénolyse (par l'intermédiaire des messagers hormonaux : glucagon, adrénaline, et intracellulaires : AMP cyclique). Plus tardivement intervient la lipolyse (action de la triglycéride-lipase de l'adipocyte stimulé par les mêmes messagers).

Enfin se manifeste la néoglycogénèse, c'est-à-dire la transformation (sous l'influence des hormones corticosurrénales) de certains acides aminés en glucides ou dérivés glucidiques énergétiquement actifs.

L'ENERGETIQUE CELLULAIRE

Le site de l'énergétique cellulaire est la *mitochondrie*. Plus les cellules sont riches en mitochondries, plus on peut être assuré du rôle énergétique de l'organe considéré. Le foie, le cœur, les muscles squelettiques sont des prototypes à cet égard. La mitochondrie utilise l'acide pyruvique, composé à trois atomes de carbone fourni par le catabolisme cytoplasmique du glucose et des glucides en général suivant la voie d'Embden-Meyerhof (glycolyse anaérobie). Certains amino-acides (appelés à cause de cela,

glycoformateurs) sont capables eux aussi de produire cet acide. La mitochondrie peut aussi employer l'acétyl-coenzyme A, produit à partir des lipides par la voie métabolique de la β -oxydation (hélice de Lynen). Ces métabolites essentiels alimentent un cycle catalysé par des enzymes mitochondriales, appelé cycle de Krebs du nom d'un de ses découvreurs, ou cycle tricarboxylique.

Le résultat de ce cycle est la production à partir d'une molécule d'acide acétique (sous forme d'acétylcoenzyme A), de deux molécules de gaz carbonique, et surtout la réduction de quatre molécules de coenzyme à nicotinamide ou à flavine.

Par l'intermédiaire d'une chaîne de transporteurs, ces quatre molécules vont céder leurs atomes d'hydrogène ou leurs électrons à une série de composés (parmi lesquels les cytochromes), avant d'unir ces atomes à l'oxygène pour fabriquer de l'eau. Ce n'est donc qu'en présence d'oxygène que fonctionne la mitochondrie, mais l'oxygène n'intervient qu'à la fin de la chaîne d'oxydation métabolique, les phases antérieures étant exclusivement des déshydrogénations.

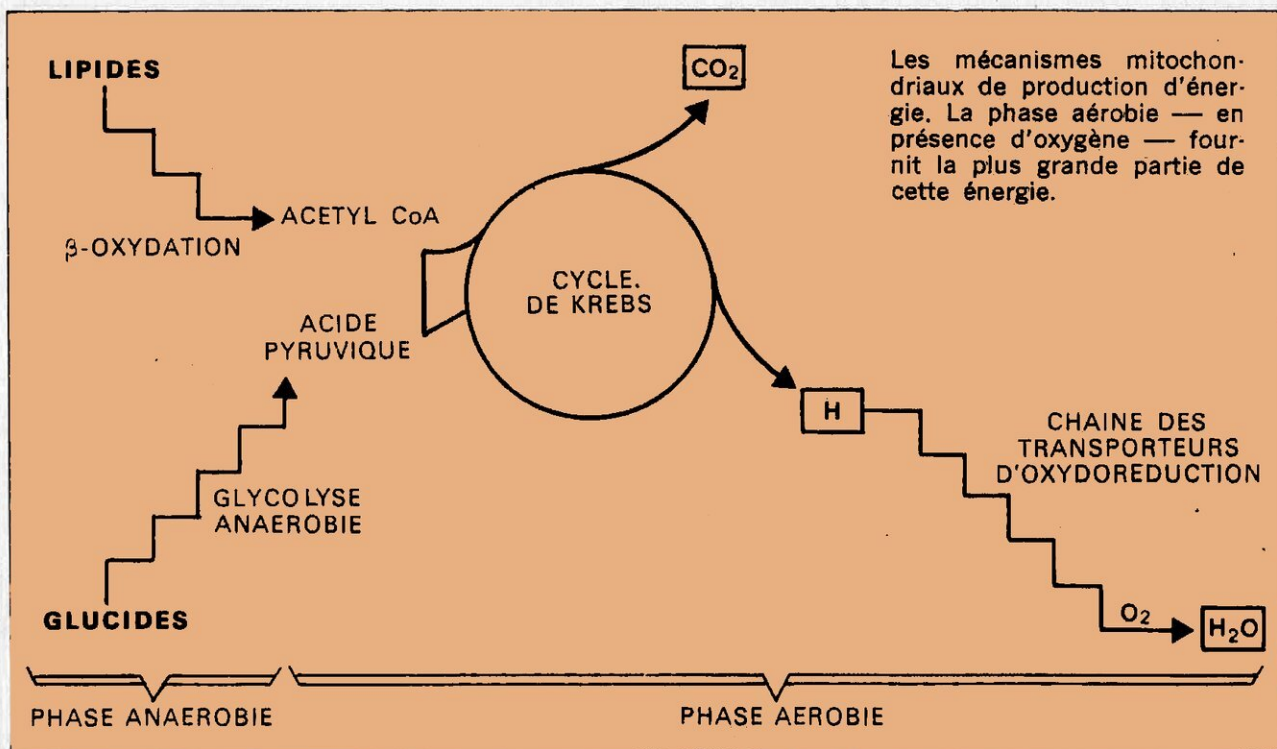
La chaîne des transporteurs d'oxydo-réduction sait récupérer, avec un rendement optimum,



Frais ou séché, le poisson fait l'objet d'une large consommation en Asie. C'est le cas à Hong-Kong



Encore des mangues, mais cette fois à Surabaya, dans l'île de Java, en Indonésie.



l'énergie fournie par les métabolismes. Elle le fait par couplage avec des réactions de phosphorylation, en particulier par la synthèse d'adénosine-triphosphate (ATP), qui diffuse facilement dans la cellule et représente une réserve énergétique pour toute sorte de réactions chimiques.

Ainsi l'oxydation complète de l'acide pyruvique fournit la synthèse de 15 molécules, ce qui correspond à près de 120 kilocalories. L'oxydation d'une molécule de glucose produit 38 molécules d'ATP et celle d'une molécule d'acide palmitique (acide gras) environ 130.

Le rendement énergétique des nutriments qui sont oxydés par la mitochondrie, n'est pas intangible. Il dépend de l'équipement du cytoplasme qui les transforme pour qu'ils soient utilisés au mieux. Certains muscles consomment plutôt des glucides ; le cœur utilise surtout des acides gras ; les acides aminés sont peu énergétiques.

En dehors des périodes de pléthore, les tissus consomment les *réserves glycogéniques* élaborées dans le foie et dans les muscles. Cependant, si le glycogène du foie peut alimenter toutes les autres cellules, cerveau compris, celui des muscles ne peut qu'être consommé sur place par ces organes.

On connaît encore mal les processus de mobilisation des graisses, mais on est à peu près sûr que le *tissu adipeux* y joue un rôle fondamental. La libération d'acides gras par ce tissu permet l'approvisionnement énergétique de cellules comme celles du myocarde. De même on assiste à l'élaboration de molécules circulantes de lipoprotéines dont certaines, peut-être plus instables, risquent de se déposer dans certains organes et au niveau des vaisseaux sanguins.

Le rôle *plastique des nutriments* est essentiellement dévolu aux acides aminés. Les travaux des dernières décennies ont permis de découvrir le mécanisme de l'élaboration des molécules protéiques. Ces précieuses molécules, dont les rôles sont multiples (membranes, transporteurs, catalyseurs, enzymes, hormones), ont une structure définie par le code génétique. Chaque tissu, chaque cellule est capable d'élaborer ses propres protéines dont la séquence en amino-acides est bien définie. Si certains amino-acides peuvent être fabriqués à partir des glucides ou des lipides, d'autres sont dits *indispensables* parce que l'organisme humain ne peut les fabriquer. L'absence d'un seul d'entre eux bloque la biosynthèse de la protéine qui en contient.

*
**

Les progrès réalisés dans la biochimie de la nutrition sont ceux de la biochimie en général. L'énergétique cellulaire, l'élaboration des réserves, les transformations métaboliques sont réglées par des réactions biochimiques catalysées par les enzymes. Ce qui conditionne le bon fonctionnement de tous ces mécanismes est leur équilibre et c'est pourquoi, les aliments doivent apporter tous les éléments indispensables et suffisamment de nutriments énergétiques et plastiques. Dans ce domaine, tout excès est aussi dangereux qu'une carence, car, à la longue, excès ou carences empêchent le fonctionnement normal des réactions biochimiques, fondements des mécanismes vitaux.

Pierre MÉTAIS



Au même titre que les viandes, les poissons sont des sources de protéines de haute qualité biologique. Certains

NOS ALIMENTS ET NOS BESOINS



Dans les pays industrialisés, l'homme dispose, pour couvrir ses besoins en calories, en protéines, en vitamines, en matières minérales, etc., d'une gamme d'aliments sans cesse plus étendue et plus diversifiée. Il est cependant possible de classer ces aliments en quelques groupes présentant une signification nutritionnelle particulière, aussi bien sur le plan de la physiologie (mêmes apports nutritifs essentiels pour tous les aliments d'un même groupe) que sur le plan de la psychologie (tendance pour l'homme à adopter un certain type de comportement vis-à-vis de chaque groupe et, quand il le peut, à maintenir un équilibre entre ces groupes dans son alimentation quotidienne).

Seuls, les aspects physiologiques du problème seront abordés dans le cours de cet article.

En nous basant sur la classification du tableau p. 52, nous envisageons, à propos des aliments de chaque groupe :

- les contributions qu'ils peuvent apporter à la satisfaction des besoins de l'organisme ;
- les variations de leur composition, en fonction surtout des facteurs liés à l'action de l'homme (conditions de production, traitements industriels...).

VIANDES, POISSONS, ŒUFS

100 g de viande = 100 g de poisson = 2 œufs et demi = 15 à 20 g de protéines animales. Cette formule ne rend pas compte de toutes les caractéristiques nutritionnelles des aliments du groupe, mais elle exprime l'essentiel. Ces aliments sont avant tout des sources de protéines de haute qualité biologique, renfermant presque tous les acides aminés indispensables en proportions physiologiquement satisfaisan-

tes. En plus des protéines, ils fournissent aussi du phosphore, du fer et du cuivre, des vitamines B.

Quelques différences existent à l'intérieur du groupe, mais elles concernent aussi bien les viandes entre elles et les poissons entre eux que les viandes comparées aux poissons. L'une des variations principales porte sur le taux des lipides, dont les valeurs moyennes sont indiquées dans la figure p. 55. Il est bon, en outre, de savoir :

- que le foie est particulièrement riche en oligo-éléments (fer, cuivre) et que c'est un des rares aliments qui renferment en quantités importantes toutes les vitamines. C'est donc une bonne habitude d'en servir de temps en temps (par exemple une fois par semaine), aux enfants, aux femmes enceintes ou allaitantes, aux convalescents, aux sujets anémiés ;

- que les poissons non maigres, et plus encore les œufs, sont des sources intéressantes de vitamines A et D.

Apports nutritionnels des aliments classés par groupes (1)

ALIMENTS	PROTEINES ANIMALES	PROTEINES VEGETALES	LIPIDES	GLUCIDES	PHOSPHORE	CALCIUM	FER	VIT. C	VIT. B ₁	VIT. B ₂	VIT. PP	VIT. A ET PROVIT. A	VIT. E
1) Viandes, poissons, œufs													
Viandes	***		(4)		**		**		**	**	***	(6)	
Poissons	***		(4)		**		*		**	**	***	(7)	
Œufs	***		**		**		**		**	**		***	*
2) Lait et fromages	***		(5)		**	***			*	***		(8)	
3) Céréales et produits sucrés													
Céréales entières ..		**		***	**		**		***	***	*		**
Farine blanche, pain blanc, riz blanc, pâtes		**		***	**		*		*	*			
Légumes secs (2) ..		***		***	**		**		**	*	*		**
Sucre				***									
Fruits secs				***	*				*				
4) Corps gras													
Beurre			***									***	*
Graisses animales ..			***										
Huiles végétales, margarines végétales			***										**
5) Légumes frais, fruits frais (3)													
Pomme de terre ..	*			**	*		*	***	*	*	*		
Légumes verts ..	*					**	*	***	*	*		**	*
Carotte, tomate ..	*					**	*	**	*	*		**	*
Agrumes, baies ..				*		**		***					
Pomme et poire, abricot, pêche, cerise, raisin, banane				*				*					

(1) Trois étoiles : apport très important. Deux étoiles : apport assez important. Une étoile : apport notable.

(2) Les légumes secs peuvent à la rigueur être classés dans le groupe 1.

(3) Certaines classifications font 2 groupes séparés des légumes et fruits crus, et des légumes et fruits cuits.

(4) Teneur en lipides très variables selon les viandes et les poissons.

(5) 1 ou 2 étoiles pour les produits laitiers courants. Ceux qui sont écrémés n'apportent pas de lipides.

(6) 3 étoiles pour le foie, aucune pour la plupart des autres viandes.

(7) Variable avec la teneur en lipides.

(8) 1 ou 2 étoiles pour les produits laitiers courants. Aucune pour les produits écrémés.

Il est *faux* en revanche d'imaginer :

- que les viandes rouges sont beaucoup plus riches en principes nutritifs que les viandes blanches ;
- que les morceaux de deuxième et troisième catégories (pour cuissons longues) sont, de ce même point de vue, inférieurs aux morceaux de première catégorie (à rôtir ou à griller) ;
- que le foie de veau est plus nutritif que les autres foies.

Les méthodes d'élevage et la composition des viandes. Les méthodes d'élevage et d'alimentation des animaux de boucherie, ainsi que les conditions de leur sélection, ont beaucoup évolué depuis quelques dizaines d'années. Pour le consommateur, cette évolution s'est traduite par divers avantages : possibilité de faire face à l'augmentation générale de la demande ; aptitude accrue des animaux à fournir des morceaux moins gras utilisables pour les cuissons courtes ; diminution du prix de vente du poulet...

Dans le même temps, on a vu aussi surgir de nouvelles questions concernant, soit la qualité gustative de certaines productions (poulet), soit leur « valeur-santé » (problèmes posés par la présence éventuelle de résidus d'antibiotiques ou d'hormones dans les parties consommables des animaux). A ce sujet, nous pouvons remarquer que, dans une espèce animale déterminée (bœuf, poulet, etc.), la composition des tissus, en particulier celle du muscle, ne varie que dans des limites étroites, sauf en ce qui concerne la teneur en lipides. Cette conclusion, basée sur un grand nombre de recherches et d'analyses, ne signifie nullement qu'aucun problème important ne se pose actuellement en matière de qualité des viandes. Elle signifie seulement que ces problèmes ne sont pas d'ordre nutritionnel, au sens strict du mot.

LE LAIT ET LES FROMAGES

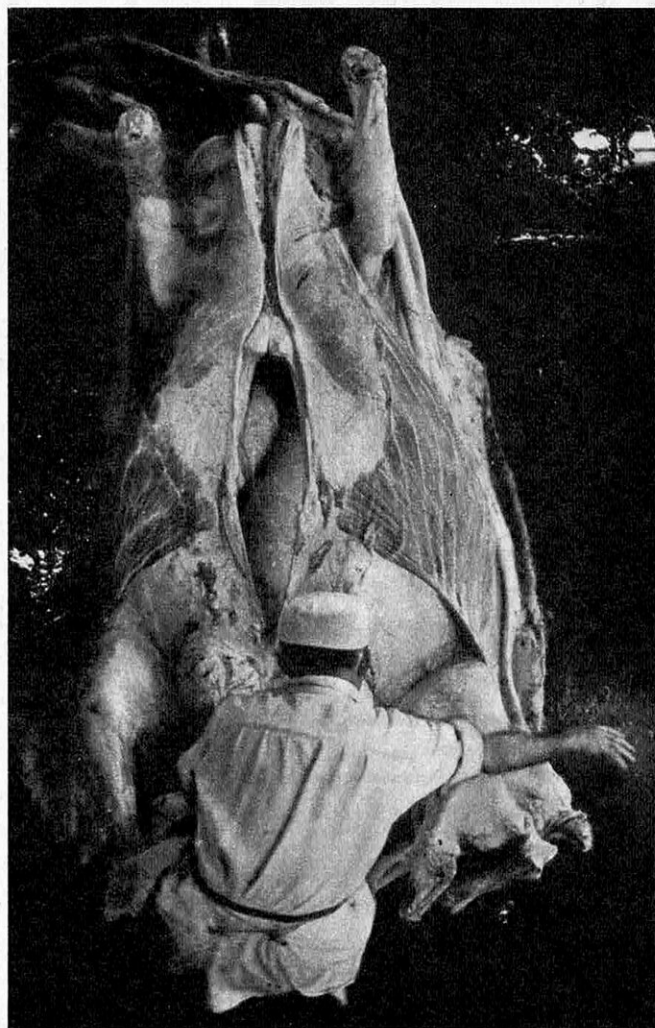
Protéines animales + calcium. Quantitativement et qualitativement, le lait et les fromages sont des sources de protéines animales aussi valables que les viandes et les poissons. Ainsi, 100 g de viande sont remplaçables par un quart de litre de lait (ce qui correspond à un type d'alimentation économique). En outre, pour un apport déterminé de protéines, l'apport en lipides du lait standard et de la plupart des fromages ne dépasse guère celui d'une viande de bœuf moyennement grasse. Mais deux remarques s'imposent :

- contrairement aux aliments du premier groupe, le lait et les fromages sont très pauvres en fer et en cuivre ;
- en revanche, ils leur sont largement supérieurs comme sources de calcium et de vitamines B₂ et A (1).

(1) Pour la vitamine A, dans la mesure où ils ne sont pas fortement écrémés.

La question du calcium est importante. Cet élément, indispensable à la croissance osseuse, n'est fourni, en dehors des produits laitiers, que par certains légumes et fruits frais. Il en résulte, dans les régions de France où l'on consomme peu de lait et de fromages, que l'apport alimentaire de calcium n'atteint généralement pas le niveau souhaitable.

Les équivalences entre lait et fromages comme sources de protéines et de calcium sont indiquées dans le tableau p. 54.



Il existe peu de variations entre les diverses espèces animales de consommation courante du point de vue de la valeur nutritive. La principale porte sur la teneur en graisses.

Méthodes d'élevage, technologie laitière et composition du lait. La composition du lait au stade de la production peut fluctuer plus fortement que celle du muscle et des autres tissus animaux : la race, le stade de la lactation, la saison et le climat, le mode d'alimentation influent sur la teneur en lipides et sur la valeur minérale et vitaminique du produit.

A une époque qui n'est pas encore très lointaine, il arrivait que le jeu de certains de ces



Comme les viandes, les fromages sont des sources d'éléments nobles. Ils apportent aussi du calcium.

facteurs aboutisse à la livraison au consommateur de laits anormalement pauvres en certains constituants essentiels. En 1951, Leroy et François avaient constaté que le lait livré dans la région parisienne, provenant de certaines vaches vivant en stabulation pendant l'hiver et nour-

ries à base de foin en quantités insuffisantes et de qualité médiocre, présentait des teneurs en vitamine A extrêmement faibles. Un tel appauvrissement pouvait avoir des incidences notables chez les jeunes enfants.

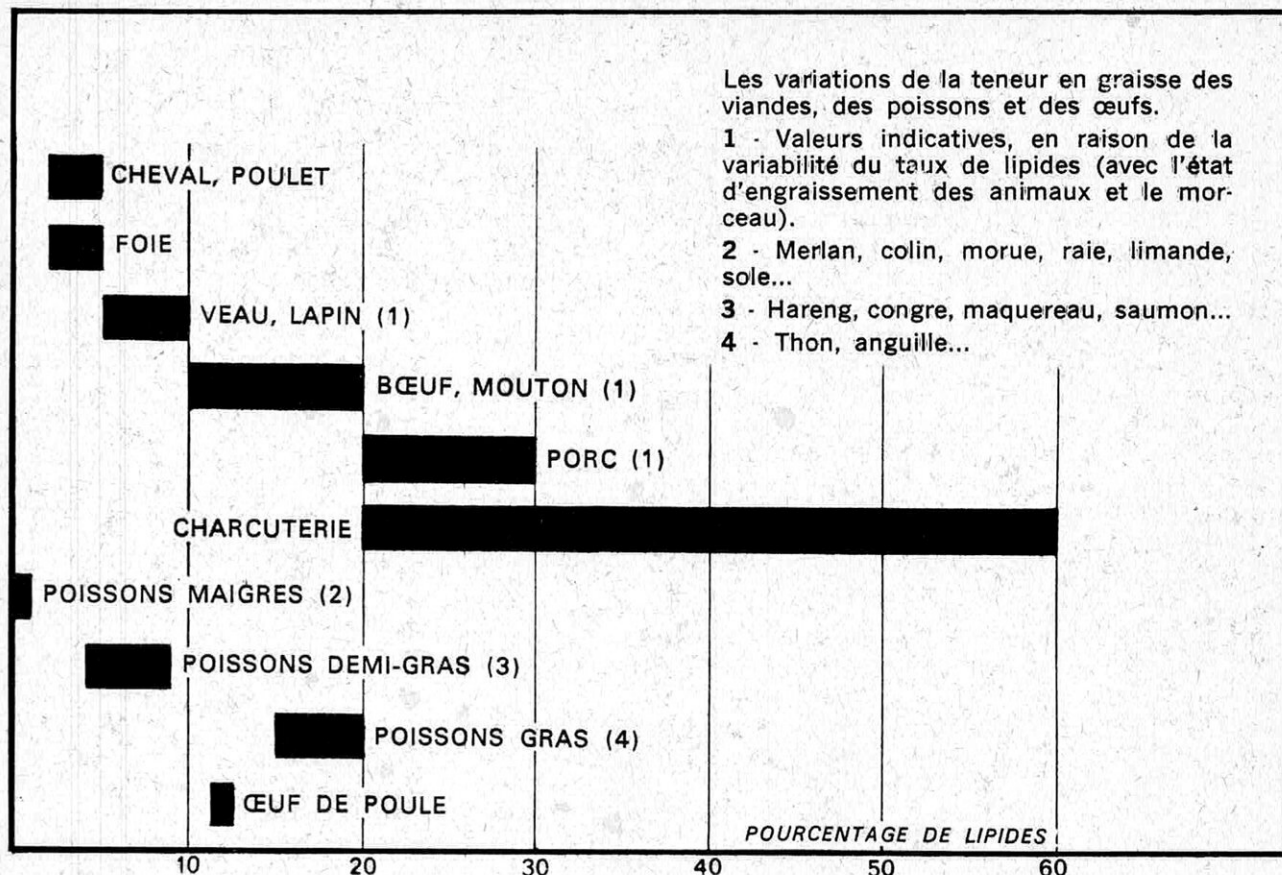
Depuis vingt ans, les recherches sur l'alimentation des vaches laitières se sont beaucoup développées, et un grand nombre d'éleveurs savent qu'ils ont intérêt à en appliquer les conclusions essentielles. De plus, les centres urbains sont ravitaillés en laits de *grand mélange* dont les variations de composition sont très atténuées. Ainsi, les conditions de production, toujours d'importance capitale quant à la qualité bactériologique des laits de consommation, ne pèsent plus du même poids sur la qualité nutritionnelle. De ce dernier point de vue, les traitements industriels et le choix des emballages ont plus d'importance.

Parmi les laits soumis à des traitements thermiques, le lait pasteurisé et le lait UHT (stérilisé à ultra-haute température) sont ceux dont la composition se rapproche le plus de celle du lait cru ⁽¹⁾. Le lait stérilisé proprement dit, le lait concentré stérilisé et le lait en poudre sont obtenus aujourd'hui par des techniques qui

Equivalences entre lait et produits dérivés comme sources de protéines et de calcium

¼ de litre de lait peut être remplacé comme source de protéines par l'un ou l'autre des produits suivants :	Calcium fourni (% de l'apport de ¼ de litre de lait) :
125 g fromage blanc égoutté	60
1 pot ½ yaourt (125 g) . .	100
3 à 4 petits suisses (30 g l'un)	35
40 à 50 g fromage à pâte molle avec moisissures (Brie, Camembert)	25
30 à 40 g fromage à pâte molle à croûte lavée (Livarot, Pont l'Evêque, Munster)	60
30 à 40 g fromage à pâte ferme (Gruyère, Saint Paulin, Cantal)	85
30 à 40 g fromage à pâte bleue (Bleus, Roquefort) . .	65
40 à 50 g crème de gruyère	70

(1) Dans le cas du lait pasteurisé, cette remarque ne vaut que si l'on s'abstient de le faire bouillir, surtout longuement. Le « lait pasteurisé de haute qualité » peut être consommé non bouilli sans aucun risque. Avec le « lait pasteurisé conditionné », le risque que l'on court en le consommant non bouilli est extrêmement faible, mais pas nul. Avec le lait pasteurisé vendu en vrac, l'ébullition est nécessaire.



respectent beaucoup mieux la valeur nutritionnelle des produits. Ces traitements peuvent tout de même entraîner une légère détérioration de la valeur biologique des protéines et quelques pertes vitaminiques. Quant au lait concentré sucré, sa fabrication n'entraîne que peu de pertes, mais sa teneur élevée en saccharose (environ 120 g pour 100 g de matière sèche) ne permet pas de l'employer en quantités importantes dans l'alimentation (si l'on fait abstraction de ses utilisations en diététique infantile). En définitive, le mode d'emballage est probablement le facteur qui influe le plus nettement sur la composition du lait au moment où il est consommé. Parmi les vitamines du lait, plusieurs sont en effet très sensibles à l'action de la lumière, en particulier la riboflavine (vitamine B₂). Si l'on expose du lait pasteurisé en bouteilles de verre blanc à l'action de la lumière solaire directe, la perte en riboflavine peut atteindre 20 à 40 % en 1 heure. A la lumière diffuse d'un magasin ou d'une cuisine, la perte est moins rapide, mais peut encore atteindre 30 % en quelques heures. Dans le cas des laits stérilisés, destinés à une conservation de longue durée, nous avons montré — avec D. Hugot, Lhuissier et Mocquot — que le stockage des bouteilles de verre blanc sans protection contre la lumière peut entraîner non seulement des pertes vitaminiques, mais aussi, avec le temps, l'apparition d'une saveur désagréable. Cette altération du goût proviendrait de trans-

formations des protéines solubles du lait, la riboflavine se comportant comme un photosensibilisateur.

Le verre blanc et les matières plastiques transparentes conviennent donc mal au conditionnement du lait. Il faut leur préférer le verre brun-rouge⁽¹⁾, le carton opaque, ou le polyéthylène contenant un additif capable de diminuer sa perméabilité aux radiations lumineuses.

Les produits fermentés. Depuis longtemps, les fromages, qui constituent le type même des aliments dont la fabrication implique des fermentations assez complexes, jouent un rôle important dans l'alimentation des Français.

On a vu qu'ils peuvent dans une large mesure, remplacer le lait. Faut-il aller plus loin et considérer que les fermentations ajoutent à l'intérêt nutritionnel des produits obtenus ? A l'heure actuelle, les seules données scientifiquement établies sont les suivantes :

- au cours de la maturation de nombreuses espèces, le développement des moisissures, à la surface du fromage ou sous forme de veines dans la pâte, s'accompagne de synthèses très actives de riboflavine, d'acide pantothénique, de pyridoxine, d'acide folique et quelquefois de vitamine B₁₂ ;
- en outre, la maturation s'accompagne de

(1) Ce verre, largement utilisé dans certains pays, l'est peu en France. On lui reproche de rendre plus difficile le contrôle de la propreté des bouteilles et d'être peu attractif pour le consommateur.

certaines modifications des protéines qui pourraient en augmenter la digestibilité.

Depuis une époque récente, les *laits fermentés* connaissent dans tous les pays industrialisés une faveur croissante. Le yoghourt est le plus connu. On peut le considérer comme un lait assez fortement écrémé, renforcé en matière sèche et en protéines (par addition de lait en poudre) et dans lequel une partie du lactose a été transformée en acide lactique par des ferments. Pour de nombreux consommateurs, la fraîcheur même du yoghourt et son goût légèrement acidulé lui confèrent un pouvoir attractif beaucoup plus grand que celui du lait. D'où un indéniable intérêt diététique, puisqu'on parvient ainsi à faire consommer du lait à des sujets qui n'en voudraient pas sous d'autres formes. Quant à savoir si l'ingestion de yoghourt exerce sur la flore microbienne de l'intestin une action plus favorable que le lait non fermenté, on en discute encore. Bornons-nous à rapporter l'opinion prudente du nutritionniste anglais Kon. Après avoir souligné que rien n'est vraiment prouvé dans ce domaine, cet auteur écrit que, toutefois, « on peut difficilement réfuter en bloc les témoignages attestant les vertus curatives des laits fermentés, et il est possible que ceux-ci soient spécifiquement bénéfiques dans certaines circonstances déterminées ».

CEREALES ET AMYLACES, PRODUITS SUCRES

Les aliments glucidiques. Les *céréales* consommées sous forme de grains (riz), et les produits de première ou de deuxième transformation qu'on en peut tirer (farines et semoules, pain, biscottes, pâtes, produits de biscuiterie, aliments pour le breakfast, etc.) sont par excellence des aliments glucidiques. Ils sont très riches en amidon (plus ou moins transformé) qui leur confère une valeur calorique élevée.

Ce sont aussi des sources d'azote complémentaires des aliments d'origine animale. Sans doute leurs protéines constitutives (10 à 12 % dans le grain) ont-elles une utilisation digestive inférieure à celle des protéines de la viande ou du lait et une qualité biologique moins élevée (du fait d'une teneur insuffisante en certains acides aminés essentiels, notamment en lysine). Mais n'oublions pas qu'une fraction importante de nos besoins azotés peut être satisfaite à partir d'azote aminé « banal ».

En ce qui concerne les apports minéraux et vitaminiques, les grains *entiers* se signalent par leur richesse en oligoéléments (fer, cuivre...) et en vitamines du groupe B. Toutefois, la plupart

des produits céréaliers consommés dans les pays industrialisés proviennent de grains privés de leurs enveloppes, soit par décortication et polissage (pour le riz), soit par mouture industrielle (pour les semoules et farines). Il ne reste alors que 20 à 30 % des oligoéléments et des vitamines du grain entier.

Parmi les autres aliments riches en amidon figurent les *graines de légumineuses*, fraîches ou surtout sous forme de légumes secs. Ces derniers se distinguent des céréales par une teneur en protéines deux fois plus élevée, donc légèrement supérieure à celle des viandes (ce qui peut conduire à les classer dans le premier groupe d'aliments). Si ces protéines ont une utilisation digestive et une qualité biologique inférieures à celles des protéines animales, leur introduction dans la ration alimentaire n'en permet pas moins de réduire sans inconvénient la consommation de viande ou d'aliments équivalents, d'où une économie appréciable. Les légumes secs, sous forme de graines ou même après élimination de leurs enveloppes (pois cassés, farines de haricots, de pois ou de lentilles) sont en même temps des sources remarquables de fer et de vitamines B.

Les produits riches en *sucres* sont encore des aliments glucidiques. Le principal d'entre eux est le sucre proprement dit, formé de saccharose à peu près pur, donc très représentatif des aliments porteurs de calories « vides ». De ce point de vue, il n'existe que fort peu de différences entre le sucre blanc et les différents sucres bruts. On trouve, par ailleurs, 70 % de sucres divers dans les confitures, le chocolat, le miel, les fruits secs.

La querelle du pain. Dans le domaine de la qualité nutritionnelle, peu d'aliments ont essuyé autant de critiques que le pain blanc actuel. Selon certains, sa valeur nutritive serait très inférieure à celle du pain d'autrefois et de nombreux facteurs en seraient responsables : variétés de blés à haut rendement donnant une farine médiocre ; emploi généralisé d'engrais chimiques ; substitution de la mouture sur cylindres à la mouture sur meules ; substitution de la panification sur levure à la panification sur levain, etc.

Nous ne pouvons bien entendu discuter ici de tous ces problèmes et signalerons seulement les principaux faits établis (1).

● Les caractéristiques nutritionnelles du grain de blé dépendent à la fois de facteurs génétiques

(1) Ces données sont tirées pour une large part d'études réalisées entre 1961 et 1966 sous l'égide du Centre national de coordination des études et recherches sur la nutrition et l'alimentation.



et de facteurs de milieu, naturels ou provoqués. En ce qui concerne la teneur en protéines, l'influence du milieu est si nette qu'il est difficile d'établir des différences significatives entre variétés. En revanche, les facteurs de milieu influent peu la composition de ces protéines (bien qu'une fumure azotée tardive, capable d'accroître la richesse du grain en protéines, diminue leur teneur en lysine). D'une variété à une autre, les teneurs vitaminiques peuvent différer, mais les facteurs externes, en particulier le mode de fertilisation, n'ont pratiquement pas d'influence (les taux de vitamines sont les mêmes avec une fumure chimique NPK, avec du fumier, ou sans engrais). Quant aux teneurs en matières minérales, elles sont l'objet de certaines différences d'une variété à l'autre, mais sont peu influencées par les apports extérieurs, sauf en cas de carence marquée du sol. Comme pour les taux de vitamines, on n'observe pas de différences systématiques entre les effets d'une fumure NPK, du fumier de ferme et de l'absence de tout engrais. Compte tenu de variations saisonnières souvent importantes, on voit que le problème est complexe et qu'il est difficile d'opposer globalement les blés actuels aux blés produits autrefois en ce qui concerne leur intérêt nutritionnel ⁽¹⁾.

(1) Cela ne signifie pas que les blés actuels soient tous des blés de qualité. Certains d'entre eux donnent des farines de valeur boulangère médiocre. Mais la valeur boulangère et la valeur nutritionnelle sont des caractéristiques distinctes.

• Comme nous l'avons vu plus haut, l'élimination poussée des enveloppes du grain par la mouture sur cylindres fait perdre à la farine blanche 70 à 80 % des oligoéléments et des vitamines B du blé. Certains y voient un véritable attentat à la santé des consommateurs. D'autres considèrent qu'il s'agit dans nos régions d'un fait sans portée pratique, dans la mesure où l'alimentation est variée suffisamment pour composer ces déficits. En fait, ni les uns, ni les autres ne pourront apporter d'arguments décisifs en faveur de leur thèse tant que les connaissances sur les besoins minéraux et vitaminiques de l'homme et sur leurs variations resteront incertaines. Nous pensons, pour notre part, que dans le domaine des rapports entre alimentation et santé, le problème du pain n'est qu'un problème secondaire parmi tous ceux que pose le progrès technique.

La substitution de la panification sur levure à la panification sur levain a entraîné certaines modifications des caractéristiques de la pâte (diminution de son acidité titrable, du degré de solubilisation des matières azotées, du pouvoir d'imbibition). Mais il est impossible actuellement de dire si ces modifications ont un effet sur la valeur nutritionnelle du pain et même sur sa digestibilité ⁽¹⁾.

(1) En revanche, il est certain que l'emploi de quantités de levure excessives, assurant une fermentation rapide de la pâte, peut nuire à la conservation du pain.

LES CORPS GRAS

Ce sont essentiellement des sources de *lipides* : les huiles fluides ou non en contiennent près de 100 %, le beurre et les margarines environ 85 % (le reste étant formé principalement d'eau, qui confère à ces corps gras leur caractère d'émulsions).

Les lipides de chacun des corps gras ont des compositions différentes. A noter en particulier que :

- les teneurs en acides gras essentiels sont très variables : 50 à 70 % d'acide linoléique dans les huiles de tournesol et de pépin de raisin ; 40 à 50 % dans l'huile de maïs ; environ 20 % dans l'huile d'arachide ; 15 % dans l'huile de colza ; 10 % dans l'huile d'olive ; 5 % dans le saindoux, 3 % dans le beurre, 1 % dans le coprah (graisse de coco) ;

- l'huile de colza et les huiles de poisson hydrogénées (ces dernières utilisées en margarinerie) sont riches en acides gras à chaînes très longues (acide érucique principalement, pour le colza) dont l'utilisation entraîne, au niveau du myocarde et du muscle squelettique, des problèmes dont l'examen sortirait du cadre de cet article.

Il convient aussi de rappeler que les caractéristiques vitaminiques des divers corps gras sont différentes. Le beurre est le seul à contenir les vitamines A et D en quantités importantes, tandis que les huiles végétales sont surtout caractérisées par leurs teneurs en vitamine E.

On peut en conclure qu'il est bon d'associer différents corps gras dans le régime alimentaire, en particulier du beurre (surtout si la consommation de lait et de fromages est faible) et des huiles végétales de bonne qualité.

LEGUMES ET FRUITS FRAIS

Des sources indispensables de vitamine C. Ces aliments sont pour la plupart pauvres en matière sèche. Leur intérêt primordial est de fournir certains facteurs vitaminiques, en particulier l'acide ascorbique (vitamine C) et le carotène (provitamine A), ainsi que des minéraux (calcium, fer et oligoéléments).

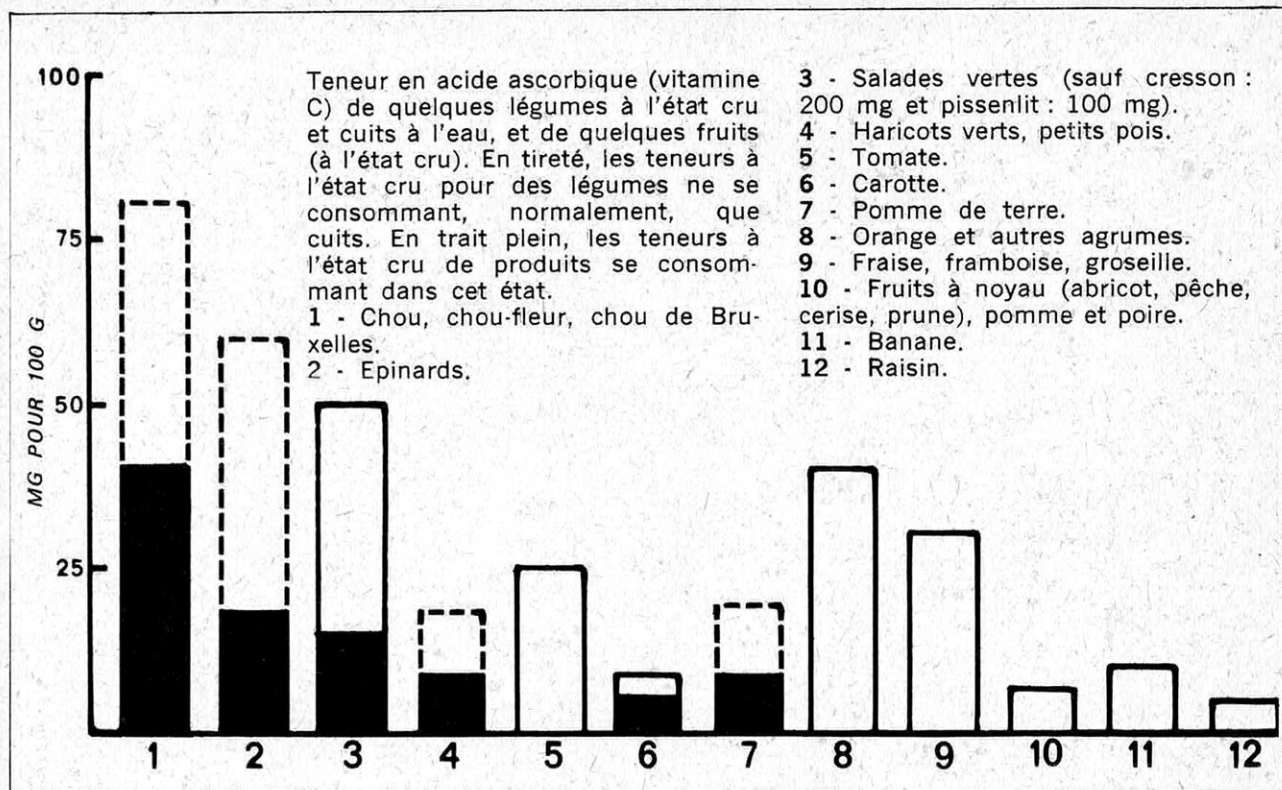
L'apport d'acide ascorbique mérite une mention particulière, car cette vitamine est pratiquement absente des autres aliments courants. Les salades et les légumes verts en sont les mieux pourvus, mais la pomme de terre, les

Participation des divers groupes d'aliments à l'apport de différents nutriments, en % de l'apport total de la ration (homme moyennement actif ; ration de 3 000 calories par jour) (1)

GROUPES D'ALIMENTS	PROT. ANIM.	PROT. VEG.	LIPIDES	GLUCIDES	CALCIUM	FER	VIT. C	VIT. B ₁	VIT. B ₂	VIT. PP	VIT. A ET PROVIT. A
1) Viandes, poissons, œufs Viandes 100 g, charcuterie 20 g, poissons 40 g, œufs 25 g	68	—	25	—	4	35	—	20	22	40	10
2) Lait, fromages Lait 0,250 l, fromages 40 g ...	32	—	20	—	55	3	—	22	41	5	22
3) Corps gras Beurre 15 g, autres corps gras 40 g	—	—	46	—	—	—	—	—	—	—	22
4) Céréales et produits sucrés Pain 400 g, céréales 60 g, légumes secs 20 g, sucre 25 g, confitures 20 g, chocolat 5 g, fruits secs 10 g	—	73	7	75	18	34	—	26	17	16	10
5) Légumes et fruits frais (crus et cuits) Pomme de terre 375 g, autres légumes frais 300 g, fruits frais 150 g	—	27	2	25	23	28	100	32	20	39 (2)	36

(1) Ration proposée par J. Trémolières, Y. Serville et R. Jacquot - Manuel alimentaire d'alimentation humaine.

(2) La vitamine PP de ce groupe d'aliments est beaucoup moins utilisée par l'organisme que celle des aliments d'origine animale.



racines (carotte, navet, radis) ou la tomate sont aussi de bonnes sources. Parmi les fruits, les espèces acides (agrumes et petits fruits) tiennent la tête (fig. en haut de page).

En plus des facteurs vitaminiques et minéraux, quelques espèces fournissent des quantités de glucides suffisantes pour leur conférer une valeur énergétique assez élevée. C'est le cas de la pomme de terre, et de quelques fruits (châtaigne et marron, banane, raisin).

La sélection et les techniques culturales. En raison de la grande variabilité de la composition vitaminique et minérale des tissus végétaux actifs, les légumes et les fruits constituent un matériel de choix pour l'étude de cet important problème. Nous disposons sur ce point d'informations nombreuses.

● L'influence des facteurs génétiques est considérable. En voici un exemple, tiré d'études récentes ayant porté sur de nombreuses variétés :

Teneurs moyennes (mg p. 100 g) en ac. ascorbique	
Pomme de terre	6-37
Pomme	5-60
Tomate	10-50

Pratiquement, les progrès de la génétique permettent aujourd'hui, non seulement de sélectionner les variétés les plus intéressantes du point de vue nutritionnel (parmi celles qui sa-

tifont à d'autres critères, tels que rendement, éventuellement résistance mécanique, qualités gustatives...), mais aussi d'introduire certains gènes dans les plantes en vue de créer des variétés nouvelles présentant des caractéristiques particulières.

● L'emploi d'amendements et d'engrais peut modifier la teneur des tissus végétaux en certains constituants (vitamines, oligoéléments). Il est toutefois difficile, à partir de nombreux travaux publiés sur ce sujet, de formuler des conclusions générales. Les facteurs dont dépendent les effets d'un fertilisant déterminé sont trop nombreux. Mentionnons seulement quelques faits bien établis.

● Il est impossible d'opposer globalement les effets des engrais chimiques à ceux des engrais organiques naturels. C'est une vue de l'esprit d'affirmer que les premiers ont une influence défavorable en tant que tels et les seconds une influence favorable. En réalité, les deux types d'engrais peuvent, s'ils sont appliqués correctement, améliorer les rendements tout en augmentant la richesse des végétaux en certains constituants utiles.

● La possibilité qu'auraient certaines substances, en « biodynamisant » ou « activant » les sols, de favoriser certaines transmutations et de donner aux plantes (ou mêmes aux animaux) la possibilité de « fabriquer » des éléments qui leur sont utiles, a été récemment affirmée. Cette hypothèse paraît dépourvue de fondement scientifique sérieux. Comme l'ont bien montré diverses mises au point récentes, en particulier celles de Geguen, toutes les prétendues preu-

ves apportées en faveur de ces transmutations reposent sur des erreurs d'interprétation.

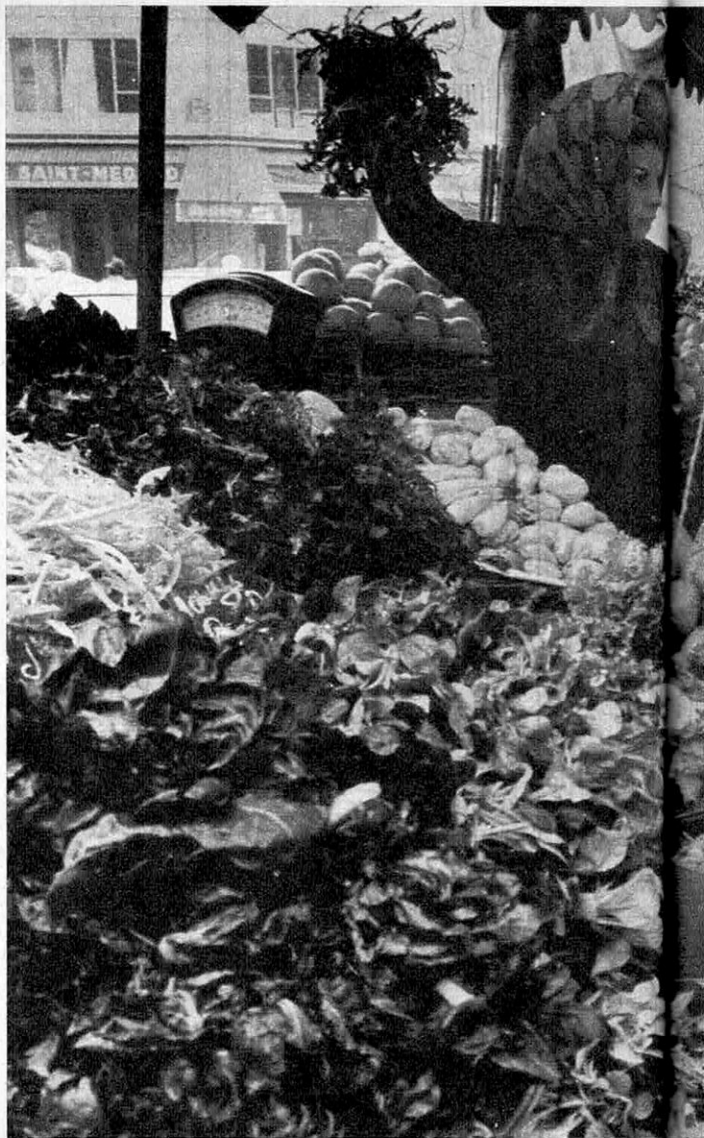
● Quand les plantes trouvent dans le sol tout ce qui leur est nécessaire, on ne peut guère espérer accroître leur valeur nutritionnelle par application d'un fertilisant quelconque. L'effet obtenu peut même être défavorable : ainsi, la suralimentation azotée diminuerait la teneur de la tomate, du raisin ou de la pêche en acide ascorbique et augmenterait dangereusement la teneur de l'épinard en nitrates⁽¹⁾. Mais si le sol est pauvre en un élément, il arrive que sa restitution accroisse la teneur des plantes en cet élément et même en d'autres constituants : on a cité des cas où la restitution aux sols d'azote assimilable, de zinc, de manganèse, de molybdène... accroissait la teneur des plantes en acide ascorbique. Ce n'est pas une règle générale : avec Drouineau et Soubiès, nous n'avons relevé aucune différence entre les teneurs en acide ascorbique de pommes de terre provenant de parcelles sans aucune fumure depuis 12 ans ou traitées durant le même temps par différentes fumures (NPK, fumier, fumier + fumure minérale, paille + complément minéral).

● Depuis quelques années, la culture sous serres de certains légumes-feuilles (en particulier la laitue) et légumes-fruits (tomate) est en plein développement. Mais on est encore très mal renseigné sur la valeur nutritionnelle de ces produits par rapport à celle des légumes cultivés en pleine terre. La question est actuellement à l'étude dans deux laboratoires de l'I.N.R.A., à Dijon.

La cuisson et la conservation. La cuisson des légumes et des fruits entraîne généralement des pertes importantes de la valeur nutritionnelle, soit par diffusion dans l'eau de constituants très solubles (combinaisons minérales, acide ascorbique), soit par destruction de constituants sensibles à la chaleur ou facilement oxydables (acide ascorbique). La figure p. 59 donne une idée des pertes de ce dernier facteur pour différentes espèces.

C'est une des raisons qui rendent très souhaitable la consommation quotidienne de *crudités*. La plupart des classifications des aliments conçues pour un usage pratique séparent d'ailleurs les légumes ou fruits consommés *crus* de ceux qui sont consommés *cuits*.

Les légumes conservés jouent, par ailleurs, un rôle croissant dans l'alimentation, en particulier sous forme de conserves appertisées (stérilisées en boîte par la chaleur). Dans les conditions où le traitement est appliqué aujourd'hui, la valeur nutritionnelle de ces produits sou-



tient la comparaison avec celle de légumes frais cuits par les méthodes ménagères.

LES BOISSONS

Elles constituent le groupe d'aliments le plus hétérogène. Leur fonction première est de satisfaire au besoin hydrique de l'organisme, mais un certain nombre d'entre elles apportent, en plus de l'eau, divers nutriments ou des composés possédant certains caractères de nutriments (alcool).

Les *jus de fruits* apportent des quantités appréciables de sucres et, dans certains cas, de vitamine C (jus d'orange et de pamplemousse par exemple, même s'il s'agit de jus de conserve). A côté de ces jus, on trouve dans le commerce toute une gamme de boissons à base de fruits dont l'intérêt nutritionnel est très inégal : concentrés de jus de fruits ; nectars (jus pulpeux additionnés d'eau) ; boissons gazeuses aux jus de fruits ; sodas... Ces derniers ne font l'objet d'aucune définition réglementaire précise, mais, en tout cas, la plupart d'entre eux n'ont qu'un intérêt alimentaire réduit (en dehors de l'apport de sucre). Quant aux sirops de fruits, ce sont

(1) Diverses actions bactériennes transforment, à partir de certaines doses, les nitrates en nitrites toxiques : en Allemagne notamment, des intoxications par les nitrites ont été signalées chez des nourrissons ayant consommé des épinards 10 ou 15 fois plus riches en nitrites qu'habituellement et la responsabilité d'une fumure azotée excessive a été établie. De plus, les nitrites peuvent diminuer l'efficacité biologique de la vitamine A alimentaire.



Vitamine C, provitamine A, éléments minéraux, tels sont surtout les apports des végétaux verts. Leur absence dans l'alimentation courante peut entraîner des carences, observées même dans les pays développés.

Jean Marquis

en principe des sirops de sucre additionnés de jus de fruits (dans le cas de la citronnade et de l'orangeade, le sirop de sucre peut n'être additionné que d'acide citrique et d'alcoolat ou d'essence de citron ou d'orange).

Les boissons fermentées (vin, cidre, bière) ont l'alcool éthylique pour constituant le plus caractéristique, mais à des taux très divers, exprimés par le degré alcoolique⁽¹⁾ : 10 à 12° pour les vins courants, 5 à 6,5° pour les cidres secs, 1,5 à 3° pour les cidres doux, 2 à 3,5° pour les bières courantes, jusqu'à 6 et même 10 dans certaines bières de luxe.

L'organisme oxyde l'alcool avec production de calories utilisables, ce qui montre qu'on ne saurait dénier une valeur alimentaire à ce composé. Mais c'est un nutriment très particulier, puisque son oxydation s'effectue à une vitesse indépendante des besoins immédiats de l'organisme en calories, et que son seuil de toxicité est relativement bas.

Dans certaines boissons (surtout dans le cidre doux), l'alcool est accompagné de sucres, le

vin apportant de la vitamine P, tandis que la bière est relativement riche en vitamines du groupe B provenant des céréales employées pour sa préparation.

Les boissons stimulantes (café, thé) n'ont qu'une faible valeur nutritionnelle. Elles ont pour constituants caractéristiques différents composés doués d'une action stimulante sur le système nerveux (caféine en particulier).

Le tableau p. 58 indique la part prise, dans la couverture des différents besoins nutritionnels, par les divers groupes d'aliments constituant une ration alimentaire équilibrée d'un type correspondant aux habitudes françaises. On voit que, sauf pour la vitamine C dont l'apport est lié spécifiquement à la consommation de légumes frais et de fruits frais, la plupart de ces besoins sont satisfaits par l'association de plusieurs groupes d'aliments, parmi lesquels figure souvent un groupe dominant devant être complété par un ou plusieurs autres.

Ce qui montre bien qu'une alimentation diversifiée favorise le bon équilibre nutritionnel de la ration.

Jean CAUSERET

(1) Le degré alcoolique exprime le pourcentage d'alcool en volume (10 % dans un vin de 10°).

LES EQUILIBRES EN NUTRITION

Au-delà de la définition des besoins divers de l'organisme humain en matière d'éléments énergétiques, plastiques ou minéraux, se posent des problèmes plus subtils. Ceux de l'équilibre à respecter entre les divers types d'aliments ou groupes d'aliments. Les connaissances à ce propos ne progressent qu'à un rythme assez lent, mais on sait déjà que certains déséquilibres dans la ration peuvent être fort préjudiciables, entraînant même, s'ils sont durables, un véritable gaspillage des éléments les plus nobles de notre alimentation.

Le développement de l'enfant et de l'adolescent, l'équilibre de l'organisme adulte dépendent en grande partie de l'alimentation. La valeur de l'individu est intimement liée à la valeur de ses tissus et celle-ci dépend de la quantité, de la qualité et de l'équilibre des aliments ingérés.

Jusqu'à maintenant, on a le plus souvent insisté sur les notions de ration alimentaire quantitative et de standards nutritionnels visant la répartition entre les trois principaux nutriments. Rarement est abordé cet aspect non moins important des équilibres en alimentation.

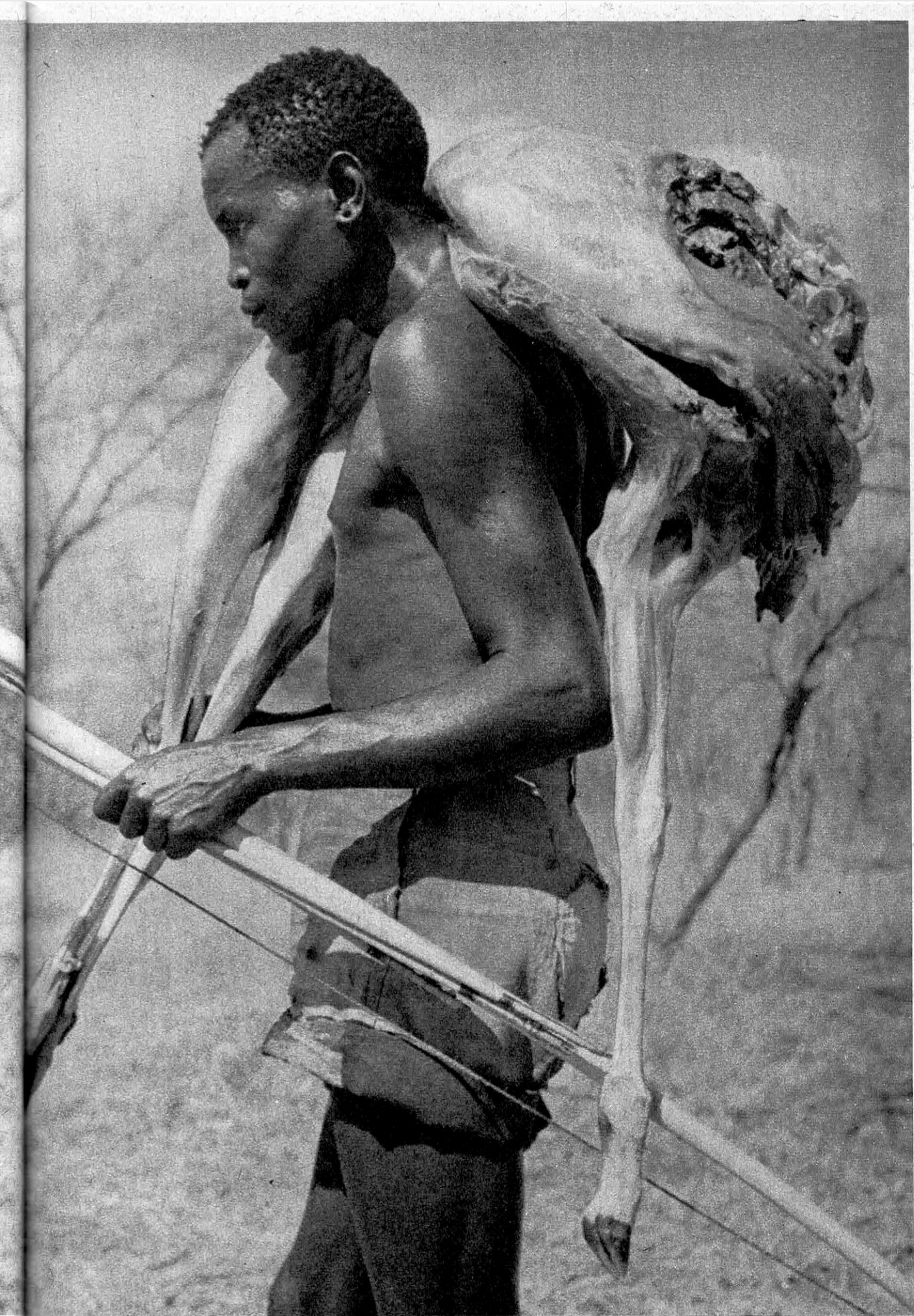
Il s'agit cependant d'un problème d'envergure et dont les implications ne sont pas seulement biologiques, mais aussi économiques et techniques. Il se pose d'ailleurs de façon différente dans les pays où règne l'abondance et dans ceux où l'alimentation est insuffisante.

Dans les premiers, l'abondance en soi et la diversité des approvisionnements rendent possible la composition de menus variés, contenant tous les éléments indispensables, sans recourir à des aliments spécialement équilibrés.

Dans les seconds, au contraire, la gamme des produits alimentaires qu'il est possible de se procurer est réduite, plus faible encore du fait d'un pouvoir d'achat limité. Il y a dès lors in-

La diversité des régimes alimentaires à la surface du globe et selon les ethnies devrait nous inciter à la modération dans la recherche d'un équilibre nutritionnel « idéal ».

Il existe en fait de multiples équilibres possibles.



Discipline
alimentaire ou
magie alimentaire ?
A moins de
lui consacrer des
loisirs et des sommes
considérables,
l'alimentation
végétarienne
a bien peu de
chances de fournir à
l'organisme tout ce
dont il a besoin,
en quantités
équilibrées.



térêt à fournir, dans le cadre de rations alimentaires de faible diversité, les aliments les mieux équilibrés possible. On fera donc appel à des aliments de base supplémentés ou associés à d'autres en de véritables préparations composées.

La notion d'équilibre ou de déséquilibre dépasse celle de *carence* qui est l'insuffisance d'un élément déterminé : carence calorique globale dans la sous-nutrition, carence vitaminique ou minérale, carence dissociée dans la malnutrition. On sait aujourd'hui, de nombreuses expériences en font foi (transplantés, communautés japonaises en Amérique), qu'on peut améliorer la qualité humaine par l'application d'une alimentation rationnelle insistant sur l'équilibre entre les nutriments divers.

Le problème ainsi posé ne doit pas conduire à la poursuite angoissée d'une ration journalière « parfaite », à des ordonnancements savants de tous les repas, à la pesée de ce qu'on mange. Toujours nantis de leur règle à calcul, s'inquiétant de ne pas voir inscrites sur les denrées qu'ils achètent la teneur en éléments nutritifs calculée à la deuxième décimale, certains versent ainsi dans une manie confinant à la psychose et qui est la caricature de ce qu'il est opportun de faire.

Cette déformation est heureusement rare et,

dans la situation d'abondance, l'homme se nourrit plutôt d'une façon désordonnée, croyant à tort qu'il est bien nourri parce qu'il mange à sa faim et au-delà. Une éducation est donc à faire dès l'école, qui insisterait sur le fait que, à côté des problèmes de quantité, la qualité des éléments nutritifs et l'équilibre à ménager entre eux ont une importance déterminante, en particulier pendant la période de construction organique de l'enfance.

Avant d'aborder quelques-uns des principaux aspects de ces équilibres alimentaires, il convient de rappeler que nos connaissances ne s'étendent que progressivement en ce qui concerne le métabolisme des nutriments et les bases d'une alimentation rationnelle. Si certaines données sont parfaitement sûres et certains équilibres bien déterminés, nos connaissances sont encore insuffisantes. Des points d'interrogation demeurent pour un certain nombre de problèmes, tel celui de l'équilibre sucres solubles/sucres complexes de la ration.

Il faut d'ailleurs marquer que l'organisme dispose de circuits métaboliques multiples et complexes offrant des possibilités d'interconversion entre éléments nutritifs et qu'il dispose d'auxiliaires, telle la flore intestinale. Ainsi pourra-t-il, au prix d'un effort métabolique parfois onéreux que l'on désigne par le terme général de *méca-*



nisme adaptatif, rétablir des situations de déséquilibre.

DES EQUILIBRES FONDAMENTAUX

Il est bon tout d'abord de considérer les principaux nutriments contenus dans les aliments. On sait que ces derniers ont été classés en plusieurs groupes : les viandes, poissons et œufs ; les laits, laitages et fromages ; les céréales et farineux ; les sucres ; les fruits et légumes ; les graisses. Chacun apporte essentiellement l'une des trois grandes catégories de nutriments, glucides, lipides ou protéides. Mais il en est qui sont assez complets et apportent, même en quantités déséquilibrées, des quantités notables des trois catégories. C'est le cas des céréales.

Dans une ration alimentaire suffisante, les calories ne peuvent être fournies indifféremment par n'importe quel groupe. Malgré les interconversions possibles (grâce à la plaque tournante du métabolisme intermédiaire), la seule considération des calories fournies par un gramme de glucides, de protéides ou de graisses est insuffisante. Les nutriments ne sont pas interchangeables. Si des transferts peuvent être opérés, ils doivent l'être à l'intérieur d'un même groupe. Un déséquilibre survient s'il manque régulièrement dans la ration un des groupes d'aliments,

ainsi qu'on peut l'observer chez des individus qui s'imposent des régimes très sélectifs.

Un premier équilibre est donc à assurer, celui du pourcentage respectif des trois grands groupes. On propose aujourd'hui une ration dans laquelle 15 % des calories sont apportées par les protéides. Ainsi, un adulte de 70 kg ne peut descendre au-dessous d'un minimum de 12 g d'azote par jour (grossièrement un gramme de protéides par kilo de poids corporel) : 30 à 32 % de la ration calorique doivent être fournies par les graisses, les calories restantes étant apportées sous forme de glucides.

Tel est donc un premier équilibre à respecter au long de la vie à partir de la fin de la croissance. Mais il n'y a pas péril grave pour l'organisme si, dans un état d'alimentation habituellement suffisant, ces proportions ne sont pas strictement respectées à tous les repas, certains jours, voire plusieurs jours consécutifs. Dans les pays où règne l'abondance, on en vient même à proposer, pour que la ration apparaisse suffisante en volume, de la fournir dans un certain état de déséquilibre afin que le gaspillage métabolique élimine les calories excédentaires.

Si nous entrons plus profondément dans le détail des métabolismes et des besoins énergétiques et plastiques, nous voyons apparaître des équilibres plus impératifs. C'est surtout le cas

en ce qui concerne les protides alors que le problème est moins aigu pour les glucides et les lipides.

L'EQUILIBRE DES ACIDES AMINES

Les protides sont en effet indispensables aux différentes fonctions physiologiques : croissance, construction cellulaire et tissulaire, élaboration d'hormones et d'enzymes, équilibre de la balance azotée. La valeur alimentaire des protides est jugée sur leur teneur en acides aminés. Et l'on sait que tous les acides aminés n'ont pas la même importance. Si tous sont nécessaires à l'édification des protéines, huit d'entre eux, chez l'homme, ont été déclarés *indispensables* du fait que l'organisme ne peut en faire la synthèse. Ce sont le tryptophane, la leucine, l'isoleucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine et la valine.

L'absence, le déficit, ou l'excès de l'un d'eux (lysine, méthionine, tryptophane surtout) agissent comme un facteur limitant de l'utilisation des protéines alimentaires et de la constitution des protéines tissulaires, donc de la croissance. Comme l'a noté R. Jacquot, l'excès d'un des acides aminés entraîne une dépression de la valeur nutritionnelle de l'aliment considéré. Signalons à ce propos les mauvais effets du grillage d'aliments contenant surtout des protides et des hydrocarbures, qui rend la lysine indisponible. Notons aussi que le soja cru n'est pas efficace du point de vue nutritionnel car la méthionine y est hydrolysée lentement, comme l'a encore souligné R. Jacquot. Un régime de jeûne protéique entraînant l'utilisation de protéines tissulaires par nature équilibrées fait de toutes façons perdre moins de poids qu'un régime déséquilibré qui ne permet pas de réparer les pertes.

Quand les acides aminés manquent globalement ou qu'ils sont en déséquilibre les uns par rapport aux autres, l'azote augmente dans les urines. On dit que le bilan d'azote est négatif. Par exemple, chez le rat, l'augmentation de la ration en tryptophane entraîne une carence en lysine et on a constaté que la leucine était antagoniste de l'isoleucine.

Le manque d'un élément peut entraîner une carence protidique globale. Pour faire la synthèse de ses protéines, qui sont des séquences d'acides aminés, à partir de l'information donnée par un ARN messager, l'organisme a besoin d'avoir à sa disposition tous les matériaux nécessaires. Ces matériaux, il les trouve en principe dans la dégradation des protéines qui lui sont fournies par l'alimentation. Mais si certains acides aminés y font défaut, il ne peut les remplacer par d'autres aux fins de synthèse. Dès lors qu'ils n'entrent pas dans la construction tissulaire, ces acides aminés servent de combustible et donnent de l'énergie, destination peu souhaitable pour ces matériaux nobles, dans

le même temps que l'organisme fait appel à ses propres protéines qui sont catabolisées pour servir aux synthèses.

La valeur biologique des protéines est donc variable dans la mesure où elle dépend de leur composition en acides aminés. Dans une ration convenable, un certain pourcentage de protéines animales par rapport aux protéines végétales est nécessaire. La proportion la meilleure étant de 50-50 % pour couvrir les besoins en acides aminés indispensables. Il faut en tout cas, dans une ration équilibrée, qu'il y ait au moins 35 % de protides riches. Dans un régime à protéines seulement végétales, le déséquilibre des acides aminés diminue l'utilisation de ce qui est fourni par l'ensemble de l'alimentation. Seul un apport varié de protéines animales et végétales n'entraîne pas de carence ou n'est pas facteur limitant.

Si les protéines alimentaires de sources différentes ont une valeur biologique inégale, il est nécessaire de connaître la valeur de chacune d'elles et il n'est pas indifférent d'introduire préférentiellement telle ou telle protéine dans l'alimentation. Il faut d'autant moins de protéines dans une ration que celles-ci sont plus efficaces, c'est-à-dire mieux équilibrées en acides aminés et de plus haute valeur biologique. Les aliments riches en azote ne sont d'ailleurs pas forcément de bons aliments protidiques. Au contraire, des aliments usuels pauvres en azote mais largement consommés peuvent être une bonne source de protides. C'est le cas des pâtes qui contiennent 12 % de protides et en apportent 9 g pour une ration de 70 g alors que les pommes de terre n'en contiennent que 2 %, soit 6 g pour une ration de 300 g.

La consommation exclusive d'aliments végétaux entraîne malnutrition et faim d'azote. L'équilibre protidique des graines (céréales ou légumineuses) est cependant variable et les insuffisances en un ou plusieurs acides aminés ne sont pas les mêmes pour chacune. Telle est pauvre en lysine qui est riche en tryptophane ou inversement. C'est pourquoi les nutritionnistes ont eu l'idée, pour pallier les déséquilibres et les carences, de préparer des mélanges de farines de céréales ou des tourteaux de graines oléagineuses complémentaires les uns des autres. Ces aliments composés, naturellement complémentés, présentent un bon équilibre protidique et donnent d'excellents résultats.

Du fait de leur dépendance stricte, de leur valorisation mutuelle, des inconvénients d'une rupture de leur équilibre (et non de leur taux absolu), les acides aminés posent un problème très contraignant. Il faut, autant que possible, respecter leurs rapports chaque jour, voire à chaque repas, surtout si le régime est par ailleurs insuffisant ou déséquilibré, comme cela se rencontre dans les pays techniquement sous-équipés.

Et on ne doit pas, en tout cas, méconnaître l'importance d'un apport azoté stable pour un bon équilibre organique.



Manger n'importe quoi, n'importe quand, en n'importe quelle quantité... une tare des sociétés « évoluées ».

Aux yeux de la quasi-totalité des nutritionnistes, le petit déjeuner « à la française » se caractérise par son insuffisance en calories et par un mauvais équilibre entre les principes nutritifs indispensables.



RATION CALORIQUE **ET RATION PROTEIQUE**

Un autre équilibre est à respecter : celui de la ration calorique globale par rapport à la ration protéique, ce qui revient à définir surtout la relation protéines-hydrates de carbone.

Même avec un régime protéique suffisant et équilibré, la balance azotée peut être négative s'il y a absence de glucides. Le contenu énergétique du régime influence le catabolisme protéique et les glucides, en particulier, ont un rôle protecteur vis-à-vis des protides. S'il n'y a pas d'autres matériaux fournisseurs d'énergie, l'organisme dégrade les protides pour servir à des fins énergétiques, ce qui est, nous l'avons vu, une mauvaise utilisation.

Cet effet d'épargne des protides est à bien connaître. Il doit être largement mis à profit en bien des circonstances : au cours d'une réanimation, quand l'alimentation est impossible, après une intervention chirurgicale, etc.

Au cours du jeûne, on a montré que 100 à 120 g de glucides par jour diminuaient les pertes d'azote de moitié. Une ration glucidique de 1 000 calories peut, quant à elle, supprimer un temps le catabolisme azoté.

L'effet d'épargne ne joue pas pour des quantités plus élevées. En effet, il dépend de la néoglucogénèse (la synthèse de sucres aux dépens des acides aminés) assurée par le foie pour l'approvisionnement minimum en glucose de l'organisme. Sauf situations exceptionnelles, le cerveau ne consomme que du glucose (environ 120 g par jour). Quand l'alimentation ne comporte pas d'hydrates de carbones, le glucose est fourni par le foie à partir des protéines.

Quand la balance azotée est en équilibre, on peut rendre le bilan positif en augmentant la quantité de glucides. Les calories glucidiques sont en effet seules réellement efficaces. On n'a pas intérêt à leur substituer des calories lipidiques dont le rendement protecteur est moindre. Les besoins en protéines dépendent donc des apports glucidiques. L'équilibre azoté est obtenu avec 40 g de protides et une ration de 2 000 calories. De toute façon, la ration de protéines doit être proportionnelle à la ration calorique totale (minimum de 12 % des calories globales du régime).

Il est inutile de dépasser une ration de 130 g de protéines par jour, équivalent à 20 % des calories totales du régime.

LES MATIERES MINERALES **ET LES VITAMINES**

Un autre équilibre à respecter est celui qui touche les matières minérales. Celles-ci jouent un rôle primordial dans tous les mécanismes physiologiques tissulaires et impliquent des équilibres précis. Les aliments, quant à eux, sont plus ou moins riches en sodium, potassium,

soufre, phosphore, calcium, chlore et magnésium.

Il existe une relation bien établie entre le potassium et le sodium de l'alimentation. Une absorption abondante de potassium détermine une élimination massive de sodium. Les quantités requises de sodium sont d'autant plus élevées qu'il y a plus de végétaux dans le régime.

Il existe surtout un rapport entre le phosphore et le calcium. Ces deux éléments sont d'ailleurs indissociables. Le calcium est mieux absorbé au niveau de la muqueuse intestinale si calcium et phosphore sont dans des proportions convenables.

Les proportions optimales varient avec l'âge :

avant 1 an : $\text{Ca/P} = 1,5$;

de 1 à 10 ans : $\text{Ca/P} = 2$;

de 12 à 18 ans : $\text{Ca/P} = 1$;

chez l'adulte : $\text{Ca/P} = 0,5$, soit 500 mg de calcium pour 1 000 de phosphore.

Le rachitisme peut survenir du seul fait d'un déséquilibre du rapport Ca/P, qui doit être au mieux égal à 1, rapport pour lequel on obtient la meilleure absorption du calcium. A noter que les aliments riches en protéines et en calcium sont riches aussi en phosphore.

Un autre équilibre est celui du rapport **Ca/P à la vitamine D**. Cette vitamine est nécessaire à l'absorption intestinale du calcium et, en quantité suffisante, elle évite les inconvénients du déséquilibre Ca/P quant à l'absorption intestinale. Les besoins en vitamine D sont donc liés au rapport Ca/P.

Pour d'autres éléments minéraux, au-dessus d'un certain taux minimal, la teneur du régime a peu d'influence. Il en est ainsi du fer pour lequel le point critique est l'absorption intestinale. Il existe à ce niveau un système régulateur ajusté aux besoins.

Un équilibre mérite d'être souligné, celui qui lie **la vitamine B1 aux glucides**. La thiamine ou aneurine étant indispensable au catabolisme des glucides, plus la ration est riche en glucides, plus elle doit contenir de vitamine B1. On conçoit qu'on ait pu accuser les glucides raffinés, dépourvus de vitamine B1 par les traitements industriels, d'être un facteur de déséquilibre. Dans une alimentation variée, la vitamine B1 reste cependant largement répandue. L'alcool peut par contre induire une carence en vitamine B1 (augmentation de l'élimination urinaire des vitamines B1, B6, acide pantothénique). Inversement, les lipides épargnent la vitamine B1 en accroissant sa synthèse microbienne.

D'une façon plus générale, un équilibre doit être assuré **entre principes énergétiques et principes non énergétiques** de la ration. Plus les apports d'éléments énergétiques sont importants, plus la ration de vitamines et d'éléments minéraux doit être élevée.

J. Tremolières et son équipe ont récemment attiré l'attention sur un autre équilibre : celui des vitamines du groupe B et de l'apport calorique global. Expérimentant sur le rat, ils ont provoqué une athérosclérose par des régimes

hypercaloriques (essentiellement riches en protéides et lipides) qui apportaient par ailleurs les rations de vitamines et d'éléments minéraux déterminées par les standards. En augmentant les doses de vitamines du groupe B, le même régime n'était plus athérogène, bien qu'il entraînaît obésité.

On sait encore que les besoins en vitamine E (alpha-tocophérol) sont proportionnels à la teneur du régime en acides gras polyinsaturés (capables de fixer des atomes d'hydrogène par rupture des doubles liaisons entre certains atomes de carbone de la molécule) et sont fonction du degré d'insaturation des lipides tissulaires. Chez l'animal, les signes de carence en vitamine E apparaissent plus rapidement quand on augmente les acides gras polyinsaturés de la ration. Il a été établi chez le rat qu'un régime riche en acides gras polyinsaturés augmentait de six fois les besoins en vitamine E par rapport à un régime à base d'acides gras saturés.

GRAISSES ANIMALES CONTRE GRAISSES VEGETALES ?

Un autre équilibre a fait couler déjà beaucoup d'encre, qui pourrait être effectivement d'une influence déterminante : celui des graisses animales par rapport aux graisses végétales ou, mieux, des acides gras saturés aux acides gras non saturés et polyinsaturés et des relations de ce rapport avec le taux du cholestérol sanguin et l'athérosclérose. Jusqu'à ces dernières années, on admettait que, pour que la ration contienne assez d'acides gras essentiels, le rapport des graisses animales aux graisses végétales devait être de 50-50 %. Les recherches récentes ont quelque peu modifié cette optique et on tend à proposer aujourd'hui une ration dans laquelle les graisses végétales sont en quantité supérieure aux graisses animales.

Des auteurs comme Bronte-Stewart, Groen et autres font une place importante aux acides gras polyinsaturés dans la prévention de l'athérosclérose. Ils conseillent un équilibre acides gras polyinsaturés/acides gras saturés de 1,25 à 1,50, qu'on pourrait traduire dans le rapport des graisses fluides aux graisses solides. Les conclusions de Keys sont assez semblables, qui préconisent un rapport 2/3 des acides gras non saturés aux acides gras saturés de la ration.

La qualité et l'équilibre des graisses dans la ration sont probablement d'une grande importance, tout au moins en ce qui concerne la dégénérescence vasculaire et la longévité humaine. Dans ce même domaine, on insiste aujourd'hui sur les relations des hydrates de carbone au cholestérol et aux triglycérides, les amidons abaissant le taux de cholestérol du sang alors que les sucres solubles l'augmentent.

DES NOTIONS A REVISER

Un équilibre sur lequel on passe volontiers et

qui a pris aujourd'hui une grande importance est celui des apports par rapport aux dépenses. Il est certain que les dépenses des hommes du milieu du XX^e siècle ont beaucoup diminué du fait de la mécanisation et du confort, alors que, bien souvent, leurs recettes n'ont été que modérément abaissées. Ce déséquilibre du bilan calorique est la source de maladies de surcharge et de maladies dégénératives (obésité, diabète, athérosclérose) qui sont aujourd'hui les grandes causes de mortalité dans les pays de haut niveau de vie.

Depuis un an, le Nutrition Health Service des Etats-Unis a proposé une diminution de la ration calorique globale de 3 150 calories (chiffre de 1964) à 2 950 calories.

Si beaucoup d'équilibres sont connus, d'autres ne le sont qu'imparfaitement. On attire cependant de plus en plus l'attention sur l'équilibre sucres-graisses et surtout, sur l'équilibre amidons-sucres solubles. Pour Groen, deux équilibres internes doivent exister dans notre ration : un équilibre calories grasses (pas plus de 35 %) — calories glucidiques ; un équilibre hydrocarboné, sucres complexes-sucres solubles. Déjà Ch. Richet donnait pour les glucides, à l'état normal, l'équilibre suivant : 1/3 de sucres solubles pour 2/3 d'amidon.

Se trouve aussi posé le problème des interrelations entre les vitamines. Th. Terroine a montré qu'il existe des substitutions possibles d'une vitamine par une autre vitamine, des actions secondaires de surcharge ou de carence d'une vitamine par une autre, des actions simultanées de surcharges ou de carences multiples par le biais de troubles de l'appétit, de l'absorption intestinale ou de la synthèse microbienne. Ainsi une pellagre traitée par la vitamine PP seule fait souvent apparaître un bérubéri. Il y a souvent nécessité d'associer plusieurs vitamines pour traiter une seule carence. Il faut insister sur le fait que les besoins minimaux en vitamines pour prévenir une carence (besoin physiologique) sont différents des besoins optimaux de l'organisme pour sa croissance, sa longévité, sa résistance aux agressions. D'autre part, comme le rappelle R. Jacquot, on ne peut donner une valeur quantitative fixe aux apports vitaminiques puisque un nutriment agit comme facteur d'épargne pour l'une alors qu'il est facteur de besoin pour une autre.

Remarquons aussi qu'une insuffisance marquée ou un fort excès de certains principes nutritifs peut modifier le coefficient de digestibilité ou l'utilisation physiologique d'autres principes, et augmenter ou diminuer les quantités de ces derniers qui sont nécessaires à l'organisme.

Il y a ainsi plusieurs niveaux d'équilibres alimentaires. On ne peut toujours les préciser avec rigueur, d'autant qu'il existe de grandes variations des besoins en même temps que des différences de teneurs des aliments en nutriments. Disons enfin que certaines erreurs alimentaires,



Dans beaucoup de pays en voie de développement, l'équilibre de la ration est un problème prioritaire. D'où la nécessité d'associer en des préparations composées un certain nombre d'aliments d'origine locale.

telle l'absorption exagérée d'alcool, modifient ces équilibres et créent des besoins nouveaux, en particulier au plan vitaminique.

DES BESOINS ELASTIQUES ?

On saisit mieux maintenant quelle est la complexité des phénomènes de la nutrition et combien il est difficile d'avoir en toute certitude une alimentation rationnelle. Cependant, les hommes se développent et vivent. Peut-on dès lors aboutir à quelques conclusions pratiques ? Entre deux attitudes extrêmes, devenir l'esclave des équilibres, avoir le complexe de la balance

et de la précision chiffrée, ou s'en moquer, ne peut-il y avoir place pour une attitude de sagesse marquée au coin d'une certaine confiance dans les capacités de l'organisme ?

Il ne faut pas négliger le fait que le propre de l'organisme est de stocker les éléments dont il a besoin (nutriments, vitamines, minéraux), ceci pour des semaines, parfois des années (cas de la vitamine B12). En matière de nutrition, les effets pathologiques ne surviennent qu'après plusieurs mois de régime carencé. Les besoins organiques sont rarement quotidiens. Ils varient d'ailleurs dans le temps et avec les circonstances tant en quantité qu'en qualité.

Certes l'action de stockage, de mobilisation ou de transformation effectuée par l'organisme est onéreuse et laisse des déchets. Certains proposent, pour cette raison, une diététique qui conduise à supprimer le travail de conversion en apportant sans cesse en fonction des besoins. Pour Lestradet, par exemple, il serait logique de court-circuiter « l'action bancaire » du foie en apportant à chaque instant, en fonction des besoins, ni trop ni trop peu.

Si cette attitude est valable dans certaines affections métaboliques (obésité, diabète), où les facultés d'adaptation de l'organisme ne doivent pas être sollicitées, elle ne se justifie nullement chez les sujets normaux et n'est d'ailleurs pas matériellement concevable. D'ailleurs, au-delà des besoins stricts, la notion de rythme et d'alternance (réplétion, déplétion) n'est pas à rejeter pour la plupart des hommes.

On doit admettre que les aliments ingérés doivent satisfaire aux exigences physiologiques réelles pour assurer le jeu normal des réactions vitales. Il faut à l'organisme, chaque jour, de l'énergie, et comme les nutriments ne peuvent être remplacés les uns par les autres, une quantité minimale de chacun est nécessaire. Ils doivent aussi exister dans la ration en pourcentage convenable. Il faut aussi chaque jour à l'organisme des principes nutritifs non énergétiques (éléments minéraux, plastiques et catalytiques, vitamines) en quantités convenables. Il est indispensable d'assurer un équilibre entre éléments énergétiques et principes non énergétiques.

La solution idéale semble donc être la consommation quotidienne d'une quantité suffisante de chacun des groupes d'aliments, laquelle est assurée par une nourriture variée, sans exclusives. Tous ces éléments doivent être absorbés dans la journée en plusieurs repas, de trois à cinq selon leur importance, le petit déjeuner du matin ayant en France intérêt à être plus copieux et plus riche en protides qu'il ne l'est habituellement.

La multiplication des repas dans la journée, dans les limites d'une ration quantitative définie et non excédentaire, se justifie par les études menées sur les prises de poids ou, inversement, sur les pertes de poids obtenues avec une prise unique quotidienne (en général prise gloutonnement). Par sa sollicitation excessive de la sécrétion d'insuline, par la phase d'hypoglycémie tardive qui suit l'absorption, par le stockage de l'énergie excédentaire apportée, la prise unique est facteur de surpoids.

RESPECTER LES EQUILIBRES PRIORITAIRES

Les fanatiques de l'équilibre ne se satisfont pas d'une alimentation rationnelle. Ils soutiennent l'importance des aliments « équilibrés », contenant chacun tous les ingrédients nécessaires à l'équilibre vital.

Les « anarchistes », au contraire, se laissent aller à leur gourmandise, et souvent le résultat n'est pas brillant. Manger n'importe quoi, n'importe quand, en n'importe quelle quantité, est une très mauvaise habitude.

Entre ces extrêmes, la sagesse est de considérer les larges limites entre lesquelles oscille un régime normal et la grande variété des habitudes alimentaires mondiales. On constatera ainsi que l'homme peut se construire sur des équilibres nutritionnels divers. Il faut aussi remarquer la faculté d'adaptation de l'organisme humain à une situation peu adéquate.

La situation des pays où un déséquilibre des approvisionnements règne de façon permanente pose cependant un grave problème. Il y a dans ce cas intérêt à fournir les meilleurs équilibres possibles grâce à des aliments étudiés, essentiellement en ce qui concerne les protides. Toute restriction importante, rigide, systématique et prolongée porte en effet avec elle le risque d'une carence en un principe essentiel. En dehors des pays sous-équipés, c'est ce qu'on observe encore avec des régimes restrictifs consentis ou imposés, par exemple dans une maladie. En général, dans les pays d'abondance, on ne peut cependant craindre de réels déficits ou des déséquilibres durables.

Pour qu'une ration quotidienne soit complète, équilibrée, il n'est pas nécessaire de chercher à assurer le minimum de tous les nutriments indispensables, ni tous les équilibres nécessaires. Mais certaines exigences sont prioritaires. Si elles sont assurées, la ration est convenable et l'équilibre sera assuré sur quelques jours. Une de ces exigences prioritaires, nous l'avons vu, concerne les protides. Il est préférable d'avoir chaque jour un équilibre protidique biologiquement satisfaisant avec présence simultanée des acides aminés indispensables.

On doit enfin insister sur la notion de rythme et, dans les pays d'abondance, sur celle d'alternance. On sait que les possibilités d'adaptation de l'organisme sont grandes. Ces phénomènes de rythme et d'alternance n'ont pris leur importance qu'en fonction de l'esprit organisateur et de prévoyance de l'homme.

L'organisme oscille autour d'un point idéal, en mettant en jeu des interactions complexes, une solidarité entre les multiples équilibres possibles. Dès lors, la composition d'un seul repas, dans une situation d'ensemble satisfaisante, n'a pas de véritable influence, pas plus que le respect ou non de l'équilibre à chaque repas. Au contraire, la monotonie est un facteur nutritionnel négatif, alors que la variété, la fantaisie même, peuvent être des facteurs positifs. Comme le dit Ph. Darcet, tout aliment de bonne qualité contient sa parcelle de vérité.

On ne saurait donc trop insister, plus que sur la nécessité du respect scrupuleux de tous les équilibres connus, sur les dangers des régimes monotones ou trop sélectifs.

Henri BOUR



Les excès alimentaires et l'obésité favorisent le diabète. Ce devrait être vrai dès le XVI^e siècle.

Une maladie de la prospérité

LE DIABETE

La civilisation urbaine moderne entraîne une nette diminution des dépenses énergétiques de l'organisme, donc de ses besoins caloriques. Ces besoins diminués ne se traduisent

guère dans l'alimentation courante. En résultent une série de maladies de pléthore, véritables maladies de civilisation, parmi lesquelles le diabète tient une place de choix.

Ce que l'on appelle « société de consommation » a des conséquences importantes en ce qui concerne la nutrition humaine. Les progrès de la technique nous ont en effet amenés à vivre dans des milieux climatisés et à utiliser de plus en plus les moyens de locomotion mécaniques que l'industrialisation nous donne. Actuellement, au moins dans les villes, et de plus en plus dans certaines campagnes, l'individu n'a plus jamais froid. Pour se déplacer, il utilise différents moyens et il a de moins en moins l'occasion de marcher. Ces changements, qui diminuent fortement le besoin calorique, devraient avoir une incidence sur l'alimentation. Celle-ci doit en effet être complètement réadaptée, l'apport calorique étant fortement diminué, l'apport en substances plastiques, c'est-à-dire en substances nécessaires à l'entretien du corps humain et plus spécialement des cellules nobles, devant, par contre, être maintenu à un taux suffisant.

Certes, il y a déjà de gros progrès de faits. L'alimentation est en général devenue moins grasse et on consomme moins de produits sucrés. Au contraire, et plus qu'autrefois, interviennent dans l'alimentation des substances riches en protides d'origine animale. Mais l'adaptation est lente et il en résulte actuellement une certaine discordance entre alimentation et besoins qui a pour conséquence la multiplication des maladies métaboliques : la goutte, l'obésité, l'athérosclérose, le diabète... C'est à ce dernier, actuellement la plus importante de ces maladies métaboliques auxquelles on donne parfois le nom de *maladies de civilisation*, que nous consacrerons les pages qui suivent.

La fréquence du diabète est actuellement évaluée à 1,5 % de la population dans la plupart des pays occidentaux. Ce pourcentage donne en France un total de quelque 800 000 à un million de diabétiques. Le chiffre est vraisemblable, encore que certaines enquêtes réalisées au cours de campagnes de dépistage le fasse apparaître comme inférieur à la réalité.

Le diabète sucré s'observe à tout âge, mais plus particulièrement entre 40 et 70 ans. Il prédomine chez la femme après 45 ans. Il est plus courant dans certaines ethnies.

Deux éléments interviennent dans sa production : d'une part un facteur héréditaire qu'on retrouve très souvent ; d'autre part la pléthore, et c'est ce facteur nutritionnel sur lequel nous avons dès l'abord mis l'accent. On a l'habitude de dire, en schématisant, que le diabète est une

maladie à prédisposition héréditaire que l'environnement révèle. Le facteur principal de l'environnement est, dans ce cas particulier, la mauvaise alimentation et plus spécialement une alimentation trop riche en calories. De fait, 60 à 80 % des diabétiques adultes sont des obèses. Chez le sujet jeune, l'obésité n'entre pas en ligne de compte et on trouve souvent comme facteur révélateur un problème endocrinien, notamment la sécrétion accrue d'hormone de croissance qui s'exerce dans la période pré-pubertaire.

LA RECHERCHE DU DIABETE

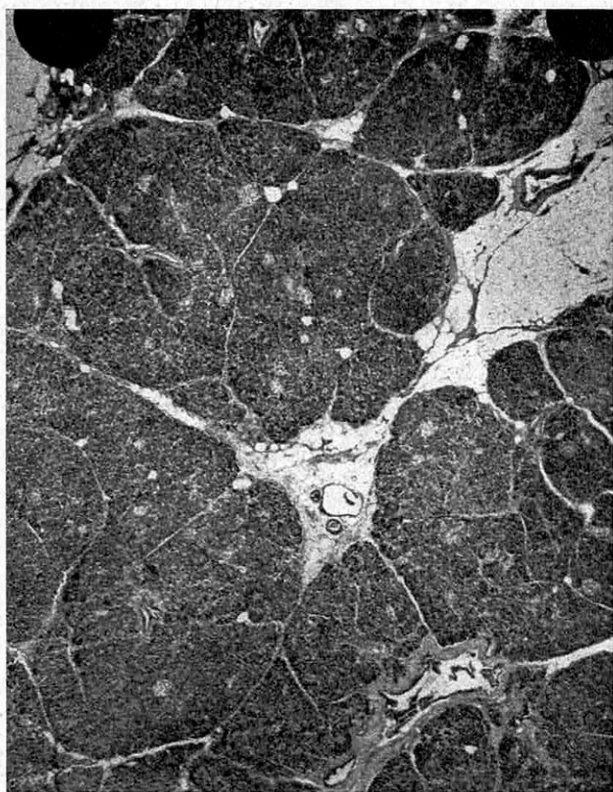
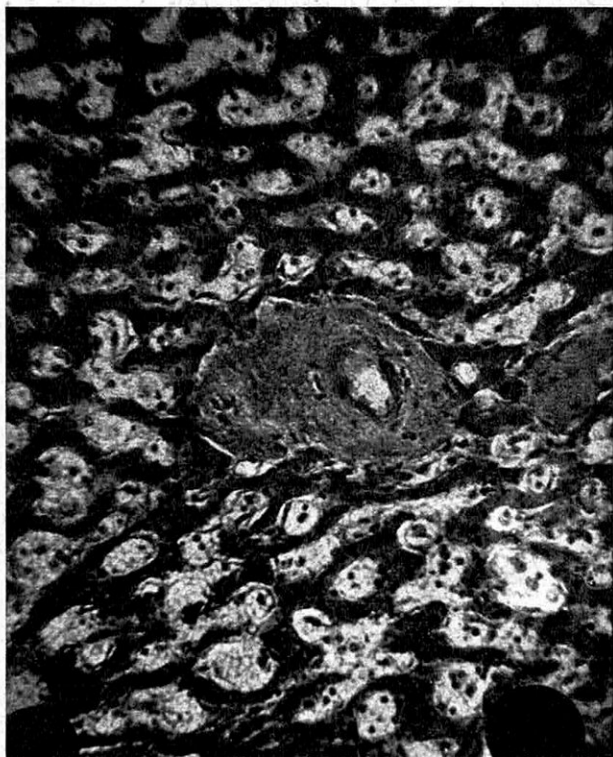
Dans le domaine purement clinique, il existe un ensemble de symptômes caractéristiques du diabète. Mais, le plus souvent, le diabète sucré est découvert au cours d'un examen systématique des urines. Il arrive aussi que cet examen lui-même ait été provoqué par des signes cliniques, les uns en rapport avec le syndrome diabétique proprement dit, les autres avec des complications révélatrices.

Les signes principaux de la maladie sont la polydypsie, la polyphagie, la polyurie (autrement dit soif inextinguible, augmentation considérable de l'appétit, d'une part, du volume des urines, d'autre part), l'amaigrissement et surtout la présence de sucre dans les urines (glycosurie) associée à une élévation du taux du sucre dans le sang (hyperglycémie).

L'augmentation de la soif, la polydypsie, constitue l'un des signes les plus constants et les plus précoces de la maladie et elle est de l'ordre de 2 à 5 litres par jour. L'augmentation de l'appétit, la polyphagie, est plus ou moins marquée. La polyurie, quant à elle, est pratiquement constante, résultant de l'élévation des sucres dans les urines.

Le diabète a un retentissement sur l'état général : l'amaigrissement est un signe capital et peut être très important dans le diabète grave. Il peut au contraire rester modéré et passer inaperçu en cas d'obésité antérieure. Très courante aussi est une asthénie, avec fatigabilité physique et psychique. L'impuissance génitale est fréquemment notée.

En fait, la glycosurie demeure le maître symptôme du diabète sucré. Elle doit être recherchée sur les urines de 24 heures, conservées au frais ou aseptisées. Il peut être utile de la compléter par une étude fractionnée sur plusieurs échantillons d'urine collectés au cours de la journée. La recherche du sucre dans les urines utilise les



Le tissu hépatique (en haut) est le grand régulateur interne. Il stocke les sucres absorbés par l'intestin, redistribués en fonction des besoins. Ce stockage est largement dépendant du fonctionnement du pancréas (en bas). L'insuline, produite par certaines cellules du pancréas, fait défaut, d'une manière ou d'une autre, dans le diabète.

propriétés réductrices du glucose. Le réactif le plus couramment utilisé est la liqueur de Fehling, sel cuivrique de couleur bleue. En présence d'urines chauffées, la liqueur de Fehling donne, en cas de réaction positive, un précipité de protoxyde de cuivre jaune franc ou rouge brique. Autre sel cuivrique, le réactif de Bénédict est aujourd'hui l'objet d'une méthode d'application très commode, consistant à utiliser le réactif en comprimés : il suffit de mettre en présence cinq gouttes d'urine, dix gouttes d'eau et un comprimé de réactif. En fait, ces réactions sont caractéristiques, non de la présence de glucose dans les urines, mais de la présence d'un hexose, d'un sucre à six atomes de carbone, quelle que soit sa nature. Pour avoir la certitude qu'il s'agit de glucose, il faut recourir aux réactifs enzymatiques spécifiques utilisant l'activité de la glucose-oxydase.

L'existence d'une glycosurie n'est pas encore un signe suffisant pour diagnostiquer le diabète. La présence de sucre dans les urines n'est pas forcément associée à sa concentration anormale dans le sang. Elle peut résulter d'une perméabilité anormale du rein vis-à-vis du glucose. Ces cas de *diabète rénal* sont rares et sans gravité. Pour en établir le diagnostic, il convient de mesurer en même temps glycémie et glycosurie, ce qui se pratique généralement par une épreuve d'hyperglycémie provoquée (on dose le sucre du sang et des urines après absorption par le sujet d'une quantité connue de sucre) avec une étude de la glycosurie fractionnée.

Polyphagie, polydypsie, polyurie, glycosurie, amaigrissement, asthénie, hyperglycémie, tels sont les signes constituant le syndrome caractéristique du diabète sucré dans sa forme commune. On parle souvent à son propos de *syndrome hyperglycémique*.

DÈS FORMES MOINS COMMUNES

A côté de cette forme commune, il est des cas plus « légers » où les signes cliniques que nous venons de voir font défaut, et aussi des cas plus graves où se surajoute au syndrome hyperglycémique un syndrome d'acidocétose. Ce dernier est dû au fait qu'au trouble du métabolisme des glucides qui caractérise le diabète s'ajoute, dans les formes sévères, un trouble du métabolisme des protides et des lipides entraînant la production excessive de composés incomplètement métabolisés. Les principaux sont l'acide bêta-hydroxybutyrique, l'acide acétyl-acétique et l'acétone.

QUATRE DEGRES, MAIS NON QUATRE ETAPES

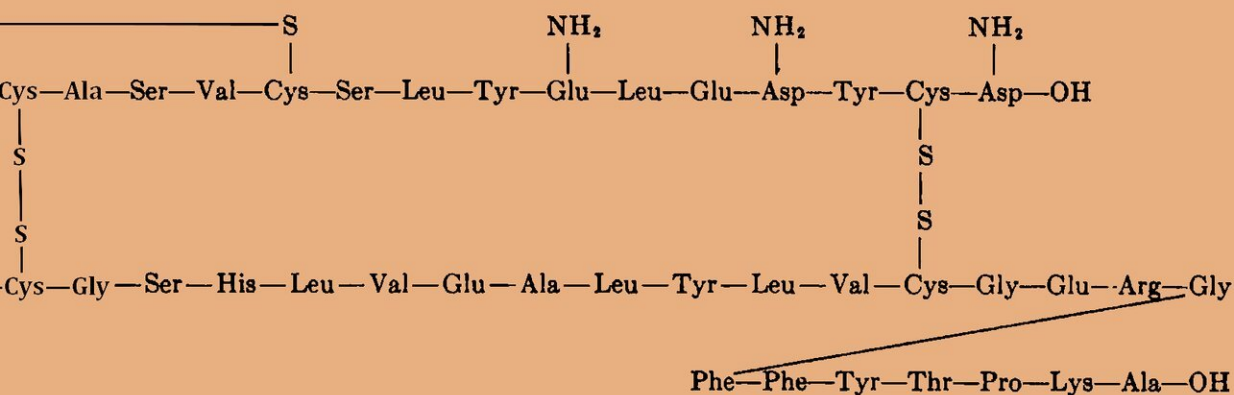
Le deuxième degré concerne des sujets ne présentant aucun signe clinique, le trouble métabolique pouvant être mis en évidence soit par une épreuve de surcharge en glucose (hyperglycémie provoquée par voie digestive ou veineuse), soit par l'administration de corticoïdes.



Au quatrième degré se placent les sujets qui présentent à la fois un syndrome hyperglycémique type et une acidocétose. C'est le *diabète maigre* (Lancereaux), le diabète avec acidocétose habituelle (Boulin), le diabète II (Derot). Dans ces cas, la survie ne peut être assurée sans insu-



Parmi les complications diverses du diabète, les anomalies du fond d'œil (dilatation veineuse, lésions artérielles) n'apparaissent que tardivement dans l'évolution de la maladie.



linothérapie. Le dosage dans le sang montre, soit une forte diminution, soit une absence totale d'insuline.

normale et la fréquence du diabète n'est pas, chez eux, considérable. Les malformations, sur lesquelles on a beaucoup insisté à l'étranger, sont peu fréquemment observées en France.

ETABLIR UN TRAITEMENT

Quelle qu'en soit la forme, le diabète est toujours la conséquence d'un déficit en insuline, qu'il soit absolu ou relatif. Il existe à ce propos une différence fondamentale entre les deux grands types de diabète humain. Le diabète maigre (diabète II) implique un déficit vrai de la sécrétion d'insuline. Le diabète simple (diabète I) s'accompagne d'une sécrétion d'insuline normale, affaiblie ou au contraire augmentée, et c'est l'intervention de facteurs seconds qui rend cette hormone moins active que chez le sujet normal. Ces faits ont une incidence sur le traitement. Celui-ci est basé sur la prescription d'un régime auquel sera éventuellement associé, soit l'insuline, soit l'un des hypoglycémiant de synthèse dont nous a doté la chimiothérapie.

Un élément essentiel pour déterminer le régime d'un diabétique est d'évaluer sa tolérance aux hydrocarbonés. Elle se définit par la quantité de glucides que peut ingérer en 24 heures un sujet sans qu'apparaisse de sucres dans les urines. On ne tient donc compte, dans le calcul de la tolérance, que des glucides présents dans l'alimentation (sous forme d'amidon, de saccharose, de glucose, de fructose, etc.) et l'on néglige ceux qui seront élaborés dans le cours du métabolisme, par exemple à partir des protides.

Pratiquement, on calcule la tolérance en donnant au sujet un régime dont la teneur en glucides a été strictement déterminée et on dose la glycosurie sur 24 heures. En soustrayant de la teneur en glucides du régime celle des urines, on détermine la tolérance hydrocarbonée. A partir de ce chiffre, il est relativement facile de déterminer la thérapeutique.

Dans les cas où la tolérance est inférieure à 100 g, le contrôle du diabète par la seule diététique est impossible et le recours à l'insuline et, dans de rares cas, aux hypoglycémiant de synthèse, est nécessaire. Comme il s'agit en général de sujets amaigris, on leur prescrira un régime caloriquement fort (3 000 à 3 500 calories), comportant 250 à 350 g de glucides, et on le fera tolérer par la dose utile d'insuline ou éventuellement d'hypoglycémiant de synthèse.

Dans les cas où la tolérance est moyenne, entre

100 et 150 g, on prescrira un régime comportant environ 200 g de glucides, supporté grâce à l'action complémentaire de la chimiothérapie (sulfamides, biguanides).

Lorsque la tolérance dépasse 200 g, le régime peut suffire, mais très souvent on sera amené à prescrire des sulfamides pour rendre le régime un peu moins strict et avec l'espoir de voir, sous leur action, le trouble métabolique s'améliorer.

TRAITER OU PREVENIR ?

Les sulfamides hypoglycémiant n'ont pas seulement une action compensatrice du trouble métabolique, action qui s'exercerait sur la sécrétion des cellules du pancréas endocrine. Ils semblent avoir aussi une action proprement antidiabétique en favorisant, comme le montrent les travaux de Loubatières, la régénération des îlots de Langerhans du pancréas et la production de nouvelles cellules sécrétoires. Il est donc logique d'essayer leur effet sur les sujets présentant un diabète confirmé (stade III), même si le régime pouvait à lui seul en assurer le contrôle.

Cette question de l'action antidiabétique des sulfamides rejoint celle du traitement du prédiabète, du diabète potentiel et de la prévention de la maladie.

Notre hypothèse de travail en la matière, nous l'avons vu plus haut, est que le diabète résulte de deux facteurs : un facteur génétique (capital pancréatique insuffisant), et un facteur acquis (surmenage métabolique amenant l'épuisement précoce d'un capital pancréatique réduit). Un fait essentiel est donc, en la matière, la lutte contre le surmenage pancréatique.

Le diabétique potentiel ou le prédiabétique doit avoir un régime caloriquement réduit et pauvre en glucides. L'obésité, qui est la cause favorisante la plus importante du diabète, doit être évitée à tout prix. Peut-on faire plus ? Peut-être, en essayant par des cures de sulfamides de régénérer le système des îlots de Langerhans. Quoi qu'il en soit, c'est dans cette voie de la *prévention du diabète*, qu'en France, s'oriente actuellement la lutte. En dépistant les états prédiabétiques, en recensant dans l'entourage des diabétiques déclarés les diabétiques potentiels, on peut espérer diminuer le pourcentage des malades confirmés et éviter que la collectivité ait à faire face aux charges chaque année plus importantes que lui impose la maladie.

Maurice DEROT

LE REGIME DU DIABETIQUE

La restriction des glucides, auxquels on donne aussi l'appellation d'hydrates de carbone, est l'indication essentielle du régime du diabétique.

Après examen du malade, le médecin prescrit simultanément un régime et un traitement par chimiothérapie, c'est-à-dire par les médicaments appropriés : la diététique et les médicaments ont un rôle complémentaire et, selon le cas, le médecin jugera de l'importance à donner à l'un ou à l'autre. Pour l'adolescent ou l'enfant diabétique, par exemple, on donnera la priorité aux médicaments hypoglycémiantes afin de permettre un régime plus large et d'éviter les risques de carences vis-à-vis des besoins de croissance ou les inconvénients de la frustration psychique (qui peut prendre un aspect dramatique) chez l'enfant privé de sucreries.

Dans ce qu'on peut appeler l'époque pré-insulienne, le malheureux diabétique était condamné à assouvir sa faim avec l'abominable pain de gluten tartiné de beurre. Depuis la découverte de Banting et Best qui réussirent, en 1923, à isoler l'insuline et depuis que Janbon et Loubatières ont découvert l'effet hypoglycémiant de certains sulfamides (auxquels s'ajoutent depuis 1955 de nouveaux hypoglycémiantes de synthèse, les biguanides), l'arsenal des médicaments dont dispose le médecin permet des régimes souples et nuancés. La règle généralement adoptée dans le calcul de ces régimes consiste d'abord à définir la tolérance du malade aux hydrates de carbone et, à partir de là, à essayer d'équilibrer le régime. S'il tolère, par exemple, 200 g de glucides (800 calories) et qu'on veuille lui fournir au total 2 000 calories, on ajoutera 800 calories de lipides (100 g) et 400 calories de protides (soit 100 g de protides).

Un juste équilibre permet d'éviter les inconvénients d'un régime trop riche en viandes, ce qui pourrait conduire à l'acidocétose, ou trop riche en graisses : l'une des plus récentes acquisitions dans la diététique du diabète consiste à éviter tout excès de lipides, les maladies cardiovasculaires (infarctus, artérite des membres inférieurs, accidents rétinien, etc.) intervenant fréquemment en complication.

LA FAMILLE DES GLUCIDES

Le nom de glucide, du grec glycos = sucre, permettrait de penser qu'il s'agit exclusivement d'aliments sucrés. Il n'en est rien. Tous les farineux, céréales ou légumes secs, contiennent des amidons qui sont des glucides au même titre que le sucre ou le miel.

Les glucides constituent l'un des trois grands groupes de nutriments (les deux autres étant les protides et les lipides). Ce sont des corps de structure chimique comparable, essentiellement composés d'atomes de carbone et d'eau (d'où l'appellation d'hydrates de carbone qui leur a été donnée) ; tous les glucides ont en commun la formule de base C (H²O) mais ils se différencient les uns des autres par des structures moléculaires plus ou moins complexes. Cet aperçu sur la chimie organique n'est pas indifférent. La digestion et l'assimilation des aliments ne sont-elles pas une suite de réactions chimiques ? On comprend facilement qu'un glucide de formule simple sera plus facilement et plus rapidement utilisé qu'un glucide dont la molécule sera alourdie par de nombreux atomes de carbone.

Le sucre le plus simple, dont la formule est C₆ (H₂O)₆, est le glucose : en raison même de sa simplicité, il est digéré et utilisé en quelques minutes. Il traverse la paroi intestinale, pénètre dans le flux sanguin et, tandis qu'une partie est distribuée directement aux cellules du cerveau et aux tissus musculaires qui le brûlent tel quel, l'excédent subit d'autres transformations dont les mécanismes sont régis par l'insuline, hormone hypoglycémiant. On comprend que l'arrivée brutale de sucres à absorption rapide provoque une élévation de la glycémie et qu'il faut un équilibre arrivée de sucre/sécrétion d'insuline pour que la glycémie sanguine demeure à peu près constante.

Le double but du traitement du diabète (qui peut consister en administration d'insuline extractive) est non seulement d'abaisser la glycémie, mais aussi de la régulariser. C'est pourquoi les grands diabétologues, comme le professeur Dérot, préconisent de donner d'une part la préférence aux glucides à chaîne lon-

gue, d'autre part de fractionner la ration en 4 ou 5 petits repas, plutôt que de prendre deux repas principaux.

Le fructose, apporté principalement par les fruits, et le saccharose — le sucre en morceaux que nous connaissons tous — sont transformés assez rapidement en glucose pour être assimilés. Les amidons, par contre, sont des sucres à absorption lente, non seulement en raison de la taille de leurs molécules, mais aussi parce que celles-ci sont emprisonnées dans un réseau cellulosique plus ou moins résistant (selon qu'il s'agit de pommes de terre, de céréales, de légumes crus ou de légumes cuits). Il faut d'abord que la cellulose soit détruite au cours de la digestion intestinale pour que les amidons puissent être libérés. Les petits repas conseillés seront composés de préférence de glucides à chaîne longue (amidon) et d'aliments de natures diverses, les protides présentant l'avantage de ralentir et d'équilibrer les effets de l'absorption trop rapide des glucides. Ainsi, le diabétique évitera de prendre un fruit à 11 heures ou une tasse de thé avec une biscotte à 5 heures : il complètera ces repas avec un morceau de fromage ou un œuf dur.

Les trois grands principes qui régissent, au niveau des connaissances actuelles, le régime du diabète peuvent donc se résumer ainsi :

- équilibre entre les trois grands groupes de nutriments, protides, lipides et glucides ;
- choix des glucides à absorption lente (amidon, pain, pâtes, plutôt que sucre ou fruits) ;
- fractionnement de la ration journalière en petits repas dans lesquels les trois groupes de nutriments seront représentés.

LES EQUIVALENCES

L'Association française des diabétiques, dont le siège est à Paris, 5 ter, rue d'Alésia (14^e), diffuse une documentation destinée à aider les diabétiques dans la réalisation pratique de leur régime.

La principale difficulté est de savoir dans quels aliments et quelle quantité d'aliments se trouvent les grammes de glucides qui s'ajou-

teront pour former la ration de glucides définie par le médecin pour 24 heures. L'A.F.D. publie précisément des tableaux d'équivalences qui renseignent sur l'apport en glucides des aliments.

Ceux-ci sont tout d'abord classés en trois catégories :

- **Les aliments exempts de glucides** (ou qui en contiennent moins de 1 %).

Ce sont la viande, le poisson, les œufs, la volaille, le gibier, tous les corps gras. Leur consommation sera cependant modérée, selon les règles d'équilibre que nous venons de voir. La plus grande prudence sera observée à l'égard des graisses par les diabétiques de 40 ans et plus.

- **Les aliments qui contiennent moins de 10 % de glucides.**

Ce sont le lait et tous les produits laitiers, les fromages frais et les fromages fermentés, les yaourts, les petits suisses, etc. A noter que les fromages les plus pauvres en glucides sont les fromages à pâte cuite dure, du type gruyère, emmenthal, comté : ils ne renferment qu'une très faible partie des sucres du lait pour une haute teneur en protides et en calcium.

Ce sont les crustacés et les coquillages. Ce sont les abats.

Ce sont la plupart des légumes verts, sauf l'artichaut, la carotte, la fève, l'oignon, les petits pois, les salsifis et le topinambour.

Ce sont presque tous les fruits acides : airelle, cassis, groseille, pamplemousse, cerise aigre, rhubarbe, qui seront d'un précieux secours pour garantir un apport suffisant en vitamine C.

Tous ces aliments peuvent être inclus sans faire l'objet d'une mesure précise dans le régime du diabétique qui les consommera raisonnablement, comme le ferait n'importe quelle autre personne. Il suffira de les évaluer forfaitairement à 50 g et d'en tenir compte dans la ration. Ils permettront de varier les menus et de les enrichir par la gamme des

QUELQUES CONSEILS ET RECETTES

Un tout petit éclat de sucre serré entre les dents suffit à donner une saveur sucrée au thé ou au café que l'on boit.

A titre indicatif, voici la quantité des différents produits de boulangerie correspondant à 10 g de glucides :

- 20 g de pain ordinaire ;
- 1 biscotte ordinaire ;
- 14 g de biscotte au gluten Heudebert ;
- 24 g de Diabetic Biscotte Heudebert ;
- 24 g de pain Special Diabetic Heudebert ;
- 80 g de pain de gluten.

Pour tartiner une biscotte ou améliorer la saveur d'un fromage blanc, voici la recette d'une gelée à l'orange qui se prépare sans sucre :

— Presser le jus d'une orange et le mélanger avec une égale quantité d'eau dans une petite casserole ; ajouter 1 cuillerée à moka d'agar-agar en poudre (ou 2 cuillerées à café d'agar-agar en paillettes) et 2 comprimés de sucaryl. Laisser bouillir 5 minutes. Retirer du feu : la gelée épaissit en refroidissant.

Peut se conserver au réfrigérateur pendant une dizaine de jours.

vitamines et des éléments minéraux qu'ils peuvent apporter.

Ce qu'on doit regretter, c'est que dans les aliments transformés par l'industrie alimentaire, les additions d'hydrates de carbone, qui peuvent avoir une utilité technologique, ne fassent pas l'objet d'une mention obligatoire sur l'étiquette : ainsi, les petits pois en boîte sont additionnés de sucre, mais pas les petits pois surgelés. Les crèmes-desserts, les sauces préparées, les potages sont fréquemment additionnés de farine ou de fécule. La grande majorité des charcuteries sont additionnées de fécule mais l'indication « amylacé » n'est obligatoire que si cette addition dépasse 10 %. Le diabétique sera donc prudent.

● Les aliments comportant plus de 10 % de glucides.

Ils font l'objet du tableau des équivalences

qui est, en somme, le vade-mecum indispensable à tout diabétique. Connaissant la quantité de chacun de ces aliments correspondant à 10 g de glucides, il devient facile de composer la ration : tout d'abord, on tient compte des 50 g apportés par les aliments divers, puis on complète avec la quantité convenable des aliments contenant plus de 10 % de glucides.

En voici quelques exemples :

140 g d'artichauts crus entiers ou 80 g de fond d'artichaut cuit ;

1 biscotte ;

15 g de couscous (graine crue) ;

14 g de dattes ;

100 g de fraises fraîches ou 40 g de fraises surgelées (qui sont additionnées de sucre) ;

18 g de haricots secs ;

100 g de mandarine ou d'orange (poids net sans peau ni pépin) ;

50 g de pommes de terre ;

60 g de raisin frais ou 12 g de raisins secs ;

20 g de tarte aux pommes, etc.

Les pesées sont fastidieuses : elles sont pourtant nécessaires. Les diabétologues insistent pour qu'elles soient minutieusement effectuées au début : très vite, on prend l'habitude, on peut juger d'un coup d'œil ou en mesurant avec une tasse ou un verre, toujours le même. De temps à autre, une pesée de contrôle empêchera les déviations.

LES PRODUITS HYPOGLUCIDIQUES

Depuis la publication du décret du 25 mars 1966, complété par l'arrêté du 28 mars 1968 qui définit les produits hypoglucidiques comme des produits « qui doivent renfermer une quantité de glucides assimilables ne dépassant pas 50 % de celle que contiennent habituellement les aliments courants de même nature » les produits diététiques ont une existence légale.

« Toutefois, poursuit le texte de l'arrêté, ce pourcentage est porté à 70 % pour les aliments amylacés et pour ceux dans lesquels les glucides assimilables sont constitués, dans une proportion égale au moins à 30 %, par du fructose ou par des substances telles que le sorbitol ou le mannitol ».

C'est au début du siècle que fut inventé le premier produit hypoglucidique : à l'instigation du professeur Marcel Labbé, Heudebert lançait le premier pain de gluten. Il faut rappeler qu'à cette époque, le traitement à l'insuline n'avait pas encore été découvert ; le pain tenait une part importante dans l'alimentation, ses protéines complétant la part insuffisante de la viande. En fait, un pain de gluten, c'est-à-dire fabriqué avec du gluten commercialement pur qui ne contient guère que 10 % de glucides, n'est pas agréable à consommer.

Aujourd'hui une gamme de produits où gluten et glucides se répartissant en proportions variées se trouve sur le marché. Il existe des biscottes au gluten, croquantes et d'un goût délicieux, dont on use largement non seulement dans les régimes pour diabétiques, mais aussi dans les cures d'amaigrissement.

Ces produits sont définis par l'arrêté qui précise la composition et les règles d'étiquetage. Le diabétique — qui peut aujourd'hui, grâce aux hypoglycémiantes, consommer une petite ration de pain ordinaire — doit vérifier la teneur en glucides de ces produits et tenir compte de leurs apports dans sa ration de glucides.

Les boutiques de diététique proposent une gamme étendue de produits de confiserie pour diabétiques : chocolat, bonbons, confitures... La plupart d'entre eux sont importés d'Allemagne où ces fabrications remportent un grand succès, mais il faut préciser que la position des diabétologues d'outre-Rhin diffère de celle de l'ensemble du corps médical français. Ce dernier se montre très réservé à l'égard des produits sucrants, quels que soient leur nature ou leur processus d'assimilation. Ainsi, le fructose, souvent ajouté à des produits de confiserie en remplacement du saccharose, doit être pris en compte dans la ration des glucides. Le sorbitol et le mannitol, si prisés en Allemagne, ne sont pas vraiment des sucres mais des alcools d'une certaine toxicité ; d'ailleurs le taux de sorbitol, responsable de diarrhées et de troubles divers, est limité par la règle-

mentation française à 20 % maximum du poids du produit fini.

Reste le grand problème des édulcorants de synthèse : la saccharine et les cyclamates. La loi française n'a jamais varié à l'égard de ces produits : ils sont en vente libre dans les pharmacies, car ils peuvent être considérés comme des spécialités pharmaceutiques, mais aucun produit diététique, même s'il est strictement réservé à des malades, ne peut en contenir. Telle quelle, la situation peut sembler paradoxale.

La saccharine (sulfimide benzoïque) est généralement vendue sous forme de spécialités dont le nom alerte moins l'opinion.

Aux Etats-Unis les cyclamates ont fait l'objet en octobre 1969 d'une condamnation retentissante ; il est vrai que ce pays en faisait un large abus, notamment sous la forme de boissons et jus de fruits. La campagne de presse qui s'était déchaînée n'a pas laissé à l'époque de place à l'information intervenue quelques semaines plus tard : l'autorisation accordée par la Food and Drug Administration de continuer à fabriquer des produits de régime pour diabétiques contenant des cyclamates.

En fait, la prohibition des cyclamates n'a eu d'autre conséquence, en France et dans la plupart des pays européens, que d'encourager les fabricants de saccharine à améliorer la présentation de leurs produits pour reconquérir le marché. Les informations ayant trait à la nutrition devraient pouvoir être jugées sans passion et d'un œil froid, car elles risquent trop rapidement de dépasser leur but.

Le vœu du corps médical français demeure toujours le même : le diabétique doit essayer de rééduquer son goût pour s'habituer à des saveurs moins sucrées, mais cela progressivement et sans frustration psychique. Si la sévérité du régime apparaît par moment au-dessus des forces du malade, les sucres de remplacement et les édulcorants de synthèse peuvent l'aider à échapper à une situation dramatique.

S.M.V.

Une maladie de l'adaptation

L'OBESITE



Mittos Toscas

Même si l'on écarte — et tel n'est pas toujours le rôle du médecin —, les appréciations trop subjectives quant au poids d'un sujet, le problème de l'obésité apparaît extraordinairement complexe. Il convient — pour le moins — de dénoncer nombre de pratiques inopérantes, hasardeuses, voire dangereuses. Il n'y a pas de cure-miracle contre l'adiposité.

L'obésité, c'est « quand on est trop gros ». A travers cette définition triviale, on peut déjà deviner quelques-uns des écueils auxquels se heurte, aussi bien dans l'esprit du public que dans celui du médecin, l'établissement d'un diagnostic en apparence fort simple. Dire « trop », c'est manifestement sous-entendre que l'on ne peut envisager l'obésité que par rapport à un élément de référence, en même temps que

l'imprécision de l'adverbe souligne le caractère subjectif et variable de cette norme, assise sur des critères socio-culturels, familiaux et personnels variant avec les pays et les époques. Dire « gros », c'est substituer à la notion de « poids » (lourd) celle de « volume », marquant ainsi à quel point l'obésité est bien plus ressentie comme une altération des formes corporelles et de l'image de soi (notions éminemment subjec-

tives) que comme une déviation du poids ou de la composition chimique du corps.

La *définition scientifique* actuellement admise est bien entendu tout autre. Celle qui précède valait cependant d'être mentionnée : elle explique que bon nombre de sujets obèses — et exposés aux nombreux risques qui en découlent — puissent, plus ou moins consciemment, refuser de se considérer comme tels, en fonction d'une « norme » personnelle (poids « désiré » par le sujet lui-même), alors qu'à l'inverse beaucoup d'individus biologiquement normaux, des femmes le plus souvent, viennent consulter le corps médical pour des problèmes purement morphologiques (esthétiques), n'entrant pas dans le cadre de l'obésité et dépourvus du moindre risque, au moins somatique.

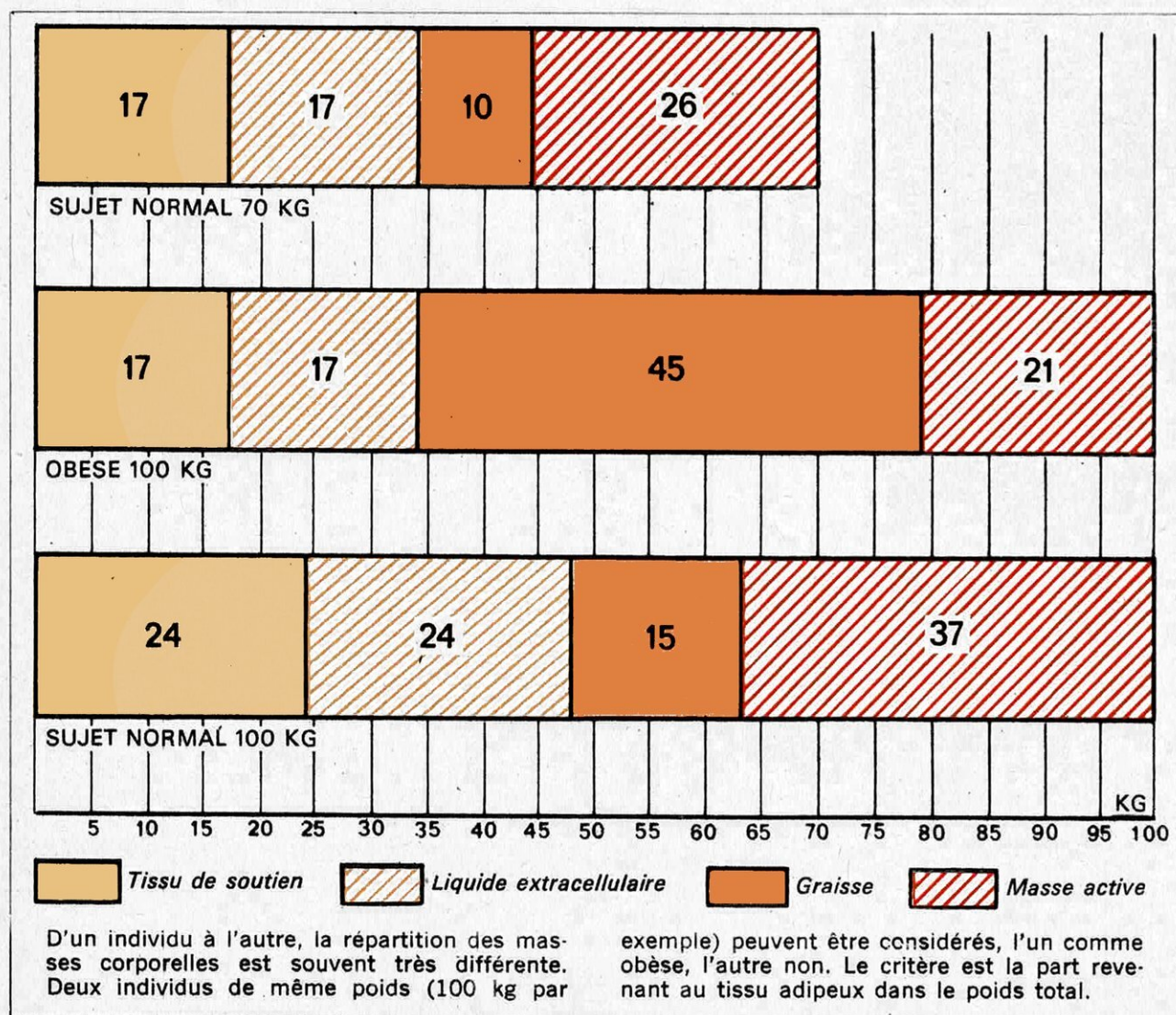
Médicalement parlant, l'obésité est un état caractérisé par un excès absolu et surtout relatif des graisses stockées dans le tissu adipeux, excès entraînant une variation de la *structure corporelle*. Même si les autres compartiments de l'organisme (eau, tissu musculaire, cellules métaboliquement actives des autres tissus) ne sont pas modifiés, à plus forte raison s'ils sont par eux-mêmes augmentés, une augmentation du

poids accompagne la modification structurelle. Si ces autres secteurs tendent à être diminués, le poids peut ne s'élever que faiblement. A l'inverse, un sujet très lourd n'est pas automatiquement un sujet très gras.

Ainsi, comme on peut le constater avec le schéma ci-dessous, de deux individus de même taille, l'obèse est généralement le plus lourd, mais deux sujets très lourds et éventuellement de même taille peuvent être, l'un obèse et l'autre « normal ». Contrairement à une opinion couramment répandue, et nocive, la part qui revient dans l'augmentation du poids à une augmentation de l'eau corporelle peut être tenue pour négligeable. En pourcentage du poids total, l'eau ne représente chez l'obèse qu'une fraction inférieure à celle de l'individu normal.

A LA RECHERCHE D'UNE DEFINITION

Théoriquement, seules des méthodes cherchant à évaluer plus ou moins directement le poids des graisses corporelles permettent de « mesurer » scientifiquement l'obésité. Les « dissections » isotopiques par mesure de l'eau totale échangeable, par celle du sodium ou du potassium



Exemple de Tableau des poids désirables

	Taille (cm)	Squelette		
		Léger	Moyen	Lourd
		Tour de poignet (cm)		
		< 16 ou 14		> 18 ou 20
Hommes	180	65-70	68-75	72-81
	170	58-62	61-67	64-73
	160	51-54	54-59	57-64
Femmes	180	61-65	64-70	68-76
	170	54-58	56-63	60-68
	160	48-51	50-55	54-61

échangeables (dont la quantité par unité de masse dite « maigre » est à peu près constante) ou encore la détermination de la densité du corps en fournissent de bonnes approximations. L'homme jeune contenant 15 à 20 % de graisses, la femme jeune 25 à 30 %, sont considérés comme obèses ceux qui dépassent ces chiffres. La mesure à l'aide d'un compas de l'épaisseur du pli cutané à la face postérieure du bras fournit également un indice de l'adiposité (importance du tissu adipeux sous-cutané) : au-dessus de 20 mm chez l'homme, de 30 chez la femme, l'obésité est quasi certaine. On peut encore calculer le rapport adipomusculaire entre l'épaisseur du pli cutané à la racine du membre et le diamètre de ce membre au même niveau.

Cependant, si l'on s'adresse à ces critères, il ne faut pas perdre de vue : que leur degré de précision est loin d'être toujours aussi grand qu'il serait souhaitable ; que la plupart de ces techniques (sauf la mesure du pli cutané) sont inutilisables dans le cadre de la médecine quotidienne (et d'ailleurs inappropriées) ; enfin, et surtout, que les normes sur lesquelles on s'appuie pour décider du caractère pathologique d'une adiposité n'ont pas, tant s'en faut, une valeur universelle. L'âge, par exemple, influe manifestement sur la composition moyenne des populations : enrichissement progressif en graisse, appauvrissement absolu et relatif en masse active caractérisent le vieillissement physiologique.

Malgré ce que nous en avons dit, et même s'il ne donne de l'adiposité qu'un reflet approximatif, c'est bien, en pratique, le poids qui reste l'élément d'appréciation le plus couramment utilisé. Encore faudrait-il définir un poids de référence dit normal ou « idéal » (mais avec quels critères ?) et décider des limites au-delà desquelles un individu donné accuse un « surpoids » qui doit le faire ranger dans la catégorie des obèses.

Les statistiques, le plus souvent d'origine américaine et relativement anciennes, fournissent la distribution du poids en fonction de la taille au sein d'une population et font figurer dans les tables un poids moyen ou médian, valable uniquement pour cette population à une époque

donnée. Il s'avère en effet qu'en un même pays, les caractéristiques anthropométriques peuvent changer de génération en génération (aux U.S.A., par exemple, en 30 ans, le poids moyen des jeunes gens de 20 ans a augmenté de 5 kilos). Rien n'indique cependant qu'un tel poids soit « idéal », ni du point de vue de « l'esthétique », ni d'un point de vue proprement « médical ».

Plus significatives à cet égard apparaissent les données obtenues par les compagnies d'assurances américaines qui ont déterminé les poids assurant, toutes choses égales par ailleurs, la plus faible mortalité. Le tableau en haut de page en donne un exemple. Les « fourchettes » proposées, qui varient avec l'épaisseur du squelette, sont sensiblement en-dessous des poids moyens. La classique formule de Lorentz⁽¹⁾ fournit des résultats comparables à condition qu'on tienne compte de l'importance de la charpente ostéomusculaire et de l'âge. Diverses formules plus complexes ont été proposées dans ce sens, mais elles n'offrent guère d'avantages supplémentaires.

Il est habituel de tenir pour obèses les sujets qui dépassent de 15 à 20 % les poids qualifiés de « désirables » ; c'est en effet au-delà de cette limite qu'un risque de sur-mortalité vraiment important — mais qui demeure statistique — se manifeste. Les chiffres obtenus par ces méthodes sont généralement défavorables aux sujets larges de petite taille, surtout aux femmes.

La définition de l'obésité apparaît donc complexe et, à certains égards, arbitraire. Il n'en reste pas moins que, pour le médecin, le problème est plus simple : ou bien l'obésité est évidente et les standards chiffrés sont inutiles, ou bien elle est discrète, et ceux-ci ne sont pas assez précis. Si bien, en définitive, qu'il est à peine paradoxal d'affirmer que, pour le médecin, l'obèse est celui ou celle dont le poids augmente le risque d'affections cardio-vasculaires ou respiratoires, de diabète, de souffrance articulaire ou veineuse. C'est aussi celle qui s'estime trop « grosse » et dont le poids dépasse effectivement

(1) $Pkg = Tcm - 100 - \frac{Tcm - 150}{4 \text{ (hommes) ou } 2 \text{ (femmes)}}$
soit 65 kg pour 1 homme de 1,70 m.

les normes de l'idéal féminin. Eventuellement, le médecin s'intéressera aussi à celles qui, insatisfaites de telle ou telle partie de leur corps (en dépit d'un poids normal), s'acharnent à vouloir modifier leur image... (ne serait-ce que pour tenter de leur éviter des cures d'amaigrissement inutiles et dangereuses, bien propres à en faire de vraies malades).

LA BANQUE ENERGETIQUE

Pour tenter de comprendre les diverses modalités selon lesquelles une obésité peut se constituer, il faut bien se rendre compte que la graisse accumulée dans le tissu adipeux représente, chez tout individu, une réserve de combustible. Après tout apport alimentaire, que celui-ci soit constitué de glucides (sucres), de protéines ou de graisses, une certaine quantité d'énergie est « engrangée » (lipogénèse) sous forme de graisses (triglycérides). Celles-ci, douées d'une haute densité énergétique, représentent la quasi totalité des réserves de l'organisme. Pour couvrir ses besoins pendant les périodes de jeûne, l'organisme puise dans ces réserves, mobilisées, par le mécanisme de la lipolyse, sous forme d'acides gras directement oxydables par les tissus.

Un tel système d'épargne énergétique pouvait seul permettre la survie du carnivore prédateur nourri par intermittence qu'était l'homme à ses origines. Pour l'homme moderne, malgré les modifications écologiques et la grande facilité d'accès à l'alimentation, ces mécanismes biologiques persistent et le rendent apte à devenir obèse.

Comme tout compte en banque, le stock lipidique ne peut qu'augmenter lorsque les entrées excèdent les sorties et diminuer lorsque celles-ci prédominent. L'excès des entrées sur les sorties, c'est ce que l'on appelle un « bilan énergétique positif » ; de même, la réduction pondérale ne peut être obtenue que par un bilan énergétique négatif.

L'adulte normal en bonne santé se caractérise, entre autres, par un remarquable équilibre pondéral, c'est-à-dire énergétique, se maintenant pendant des années : le poids n'augmente que de quelques kilos en trente ans. Ceci suppose un ensemble complexe et encore mal connu de systèmes régulateurs auto-asservis ajustant très précisément les entrées d'énergie alimentaire (faim, appétit, comportement alimentaire global), les rendements énergétiques (choix des différentes voies métaboliques, mises en réserve) et les sorties (dépenses basales, motilité, production de chaleur). Une « erreur » systématique de 10 % répétée chaque jour conduirait théoriquement à la prise de 10 ou 11 kilos par an.

Globalement, l'obésité résulte donc d'un mauvais ajustement des recettes aux dépenses (ou vice versa) et donc d'un défaut, en un point quelconque, des divers éléments de la régulation : centres nerveux lésés ou mal réglés ; informations des centres incorrectes, incomplètes

ou déviées ; effecteurs périphériques viciés dans leurs réponses quantitatives ou qualificatives. Aucun de ces facteurs potentiels n'est cependant vraiment caractéristique ni suffisant à lui seul pour expliquer l'obésité. Leur absence de spécificité, la prédominance de tel ou tel, le degré variable de leurs associations expliquent la diversité des cas et rendent compte de la difficulté de l'analyse physiologique.

Il est impossible de présenter ici un exposé complet qui supposerait beaucoup de problèmes résolus ; au moins peut-on tenter de dégager quelques faits permettant de se faire une idée de la façon dont une obésité se crée et s'entretient et pourquoi, manifestement, les chances (ou les risques) de l'homme face à la prise de poids sont si inégalement réparties que l'obèse peut à bon droit se considérer comme une victime. Ces faits, difficiles à analyser, sont recueillis parmi une foule d'études dont la synthèse est à l'heure actuelle impossible. En outre, la constatation, chez un obèse, de telle ou telle particularité ne renseigne pas nécessairement sur sa nature primitive : l'obésité, une fois constituée, crée elle-même des anomalies dites secondaires. Quant aux modèles expérimentaux tirés de l'étude des animaux, ils sont particulièrement difficiles à extrapoler à l'homme dans un domaine qui, nous l'avons vu, met en jeu des superstructures caractéristiques de notre espèce.

OBESITE ET ENERGETIQUE GLOBALE

Les dépenses énergétiques sont-elles particulièrement faibles chez l'obèse qu'elles l'exposent plus qu'un autre à « positiver » son bilan énergétique, même avec une ration alimentaire considérée comme normale ? Ce fait d'observation populaire (ne dit-on pas de certains qu'« un rien leur profite ») est confirmé par l'analyse. Un grand nombre d'obèses maintiennent leur poids — voire grossissent — avec des rations *inférieures* à la normale.

Si nous analysons un à un les différents chapitres des dépenses énergétiques, les faits suivants se dégagent :

— La dépense dite « basale », c'est-à-dire en gros le coût d'entretien de la machine biologique ou encore la consommation du moteur au ralenti, est, chez l'obèse, dans les limites de la normale par unité de masse active⁽¹⁾. Par contre, beaucoup d'obèses ont une masse active réduite par rapport à un sujet normal de même surface, si bien que l'entretien d'un gros ou d'un maigre peut représenter la même dépense énergétique.

— L'adaptation des dépenses basales au niveau calorique de la ration alimentaire, mécanisme physiologique, fonctionne normalement chez l'obèse : le jeûne ou une forte réduction des ingesta (700 calories par jour par exemple) abais-

(1) Schématiquement, viscères et masses musculaires, ou encore masse maigre.

sent la dépense basale ; cette réduction peut atteindre 30 % si les périodes de restriction alimentaire sont répétées ; l'anarchie du comportement alimentaire, si souvent rencontrée chez l'obèse, ne peut que favoriser cette économie de moyens.

— Protégé par son épais manteau adipeux, l'obèse est bien thermostaté ; exposée au froid, sa peau se refroidit plus vite que celle du sujet normal car la chaleur interne n'y parvient que lentement : il est donc porté à se protéger plus vite du froid et par conséquent à épargner davantage ses dépenses de thermogénèse.

— L'énergie nécessaire à l'assimilation d'un repas (appelée action dynamique spécifique) est normale.

— Le dernier poste des dépenses énergétiques concerne le travail musculaire, poste important puisqu'il représente 25 à 50 % de la dépense énergétique totale du sujet normal. Chez l'obèse ces dépenses sont souvent très réduites et d'autant plus qu'une restriction sévère des apports alimentaires est appliquée. Là encore, des adaptations physiologiques visant à la conservation de l'énergie se mettent en place très vite.

Deux aspects sont à considérer : d'une part beaucoup d'obèses, mais pas tous, ont une remarquable placidité, une parcimonie du geste spontané qui les conduit, même au cours d'activités sportives imposées, à réduire de moitié environ leur temps d'activité et de travail musculaire. Il pourrait s'agir là d'une tendance primitive, préexistante à l'obésité, où les rôles respectifs d'un conditionnement psychologique et d'anomalies constitutionnelles de la contraction musculaire ne peuvent être démêlés. D'autre part, il semble bien que le rendement de la contraction musculaire soit meilleur chez certains obèses qui ne dépensent pas plus, bien qu'ils soient plus lourds, pour effectuer un mouvement donné. La faculté d'utiliser mieux et davantage le carburant lipidique (acides gras) que le carburant glucidique (glucose), au rendement plus faible, en serait responsable, ainsi qu'en témoigne un quotient respiratoire ⁽¹⁾ plus faible chez l'obèse, au repos comme pendant l'exercice.

Cette consommation préférentielle des graisses, accompagnée d'un ralentissement de la consommation du glucose qui rapproche l'organisme obèse de l'organisme diabétique (un diabète est d'ailleurs très souvent associé à l'obésité) et favorise son stockage sous forme de graisse plutôt que sa consommation immédiate, peuvent être retrouvés par d'autres moyens d'analyse. Ils ne sont cependant pas spécifiques et l'on peut les induire chez le sujet normal par diverses manipulations nutritionnelles. Ils sont souvent réversibles lorsqu'une perte de poids importante est obtenue.

(1) Quotient respiratoire : rapport de la production de gaz carbonique à la consommation d'oxygène $\left(\frac{V_{CO_2}}{V_{O_2}} \right)$.

Ce rapport renseigne sur la nature des « carburants » consommés par l'organisme.

En définitive, l'analyse chapitre par chapitre des dépenses énergétiques ne révèle que peu d'anomalies chez l'obèse, tous les mécanismes adaptatifs normaux fonctionnant d'une façon qualitativement normale. En dehors de la faiblesse de l'activité spontanée, et encore, on ne constate que des désordres fonctionnels ou secondaires, c'est-à-dire un comportement global inadapté. Sans qu'on puisse en connaître la cause initiale, il aboutit néanmoins à orienter l'ensemble du métabolisme vers l'économie.

La mise en réserve de l'énergie obéit, chez l'obèse, aux mêmes règles que chez le sujet normal. A remarquer cependant que l'obèse est particulièrement apte au stockage (certains travaux semblent montrer qu'il peut fabriquer un kilo de poids avec moins de calories qu'un sujet maigre). Le mécanisme de cette augmentation globale du rendement énergétique n'est pas bien connu. Il pourrait résulter d'une relative absence d'élévation des dépenses lorsque l'on augmente les apports (consommation de luxe), c'est-à-dire soit d'une anomalie de régulation, soit d'une diminution des capacités de production de chaleur par le tissu adipeux ou d'autres organes. L'aptitude à brûler des graisses, en réduisant le gaspillage énergétique que représente la conversion glucides-lipides, en est parfois considérée comme la base.

L'organisme obèse se révèle donc particulièrement bien adapté au jeûne et ressemble un peu à celui des animaux hibernants (marmotte). Mais il ne s'agit peut être pas d'un caractère anormal séparant franchement la population obèse de la population maigre. Comme tout paramètre biologique, les capacités du métabolisme énergétique doivent se répartir dans la population suivant le type gaussien et il est possible que beaucoup de ceux qui sont appelés à devenir obèses soient ceux qui, qu'elle qu'en soit la raison, se classent dans la zone des bons rendements et des faibles consommations.

LES PARTICULARITES DU TISSU ADIPEUX

Le tissu adipeux est aujourd'hui considéré comme un organe très important, non seulement parce qu'il est le lieu principal de stockage des graisses, mais parce qu'il participe activement à ce stockage. Toute une série de travaux récents ont tenté d'y déceler une anomalie susceptible d'expliquer l'obésité.

Le fonctionnement de l'élément principal de ce tissu, la cellule adipeuse ou adipocyte, peut être très succinctement décrit : l'adipocyte est constitué d'une grosse vacuole de graisse (triglycérides) formée sur place grâce à l'activité d'enzymes contenus dans une mince couronne de cytoplasme et dans les mitochondries qui s'y trouvent, aux dépens des substrats (glucose et acides gras) apportés par la circulation.

La quantité de triglycérides contenue dans chaque cellule résulte des activités respectives de

deux processus concurrents : la lipogénèse qui les forme, la lipolyse qui les détruit en libérant les acides gras dans la circulation. Ces deux activités sont très finement réglées par l'intermédiaire du système nerveux et d'hormones. Selon le schéma en page 89, la lipogénèse consiste à fixer sur une molécule d' α -glycérophosphate, provenant de la dégradation du glucose, trois molécules d'acides gras (activés par le coenzyme A) provenant de l'extérieur de la cellule ou, pour une petite partie, fabriquées dans cette cellule à partir du glucose. Ce processus requiert de l'énergie et est commandé par l'insuline, hormone pancréatique qui permet l'entrée du glucose dans la cellule. Il prédomine après les repas, lorsque le glucose et l'insuline sont abondants.

La lipolyse est le chemin inverse qui s'effectue sous l'influence d'une lipase activée par l'AMP cyclique⁽¹⁾. Cette activation est sous le contrôle de divers facteurs sécrétés pendant le jeûne, l'effort musculaire, divers états de stress. La lipolyse, qui requiert elle aussi de l'énergie, remet en circulation les acides gras en cas de besoin énergétique. Les acides gras non utilisés ou libérés en excès sont incorporés à nouveau dans les triglycérides. Ce cycle lipolyse — lipogénèse, outre ses fonctions essentielles dans la distribution de l'énergie, fonctions qui l'apparentent à un guichet de banque, intervient également dans la production de chaleur (gaspillage énergétique) dont on pense que le tissu adipeux pourrait être un siège important.

Dernière considération importante, l'activité métabolique du tissu adipeux est considérablement influencée par deux facteurs : le nombre et la taille des adipocytes, que l'on peut mesurer à partir d'une simple biopsie de tissu sous-cutané et d'une évaluation de la masse grasse totale.

Qu'en est-il à ce propos du tissu adipeux de l'obèse et quelles sont les anomalies qu'on y trouve ? Anatomiquement, et ceci est une acquisition très récente, l'obésité peut résulter d'une augmentation du nombre des cellules (hyperplasie) et/ou de l'accroissement de leur taille (hypertrophie). Hyperplasie et hypertrophie sont souvent associées, mais dans des proportions variables. Chez l'adulte, le nombre de cellules est considéré comme fixe, avec, pour conséquences : que l'hyperplasie préexiste à l'obésité (et persiste après amaigrissement) ; que l'engraissement s'effectue seulement par une hypertrophie cellulaire ; que plus le nombre de cellules est grand, plus le tissu adipeux est doué de possibilités lipogénétiques et offre par ailleurs de place disponible pour le stockage des graisses. L'hyperplasie peut dès lors être considérée comme un préalable important, mais non obligatoire, pour la production de l'obésité. On sait encore peu de choses sur son développement.

Elle est peut-être héréditaire. Divers arguments font croire qu'elle peut apparaître pendant la vie fœtale, la première enfance ou la puberté, sous l'influence d'une suralimentation de la mère ou de l'enfant lui-même. Ceci a été mis en évidence chez le rat. Chez l'homme, les obésités de l'enfant ou ayant débutées avant ou à la puberté semblent le plus souvent hyperplasiques. Il est encore difficile de dire quelles sont les implications exactes de ces données récentes et en pleine étude. Elles laissent prévoir, cependant, de grands progrès dans l'appréciation du pronostic et la prévention de nombre d'obésités.

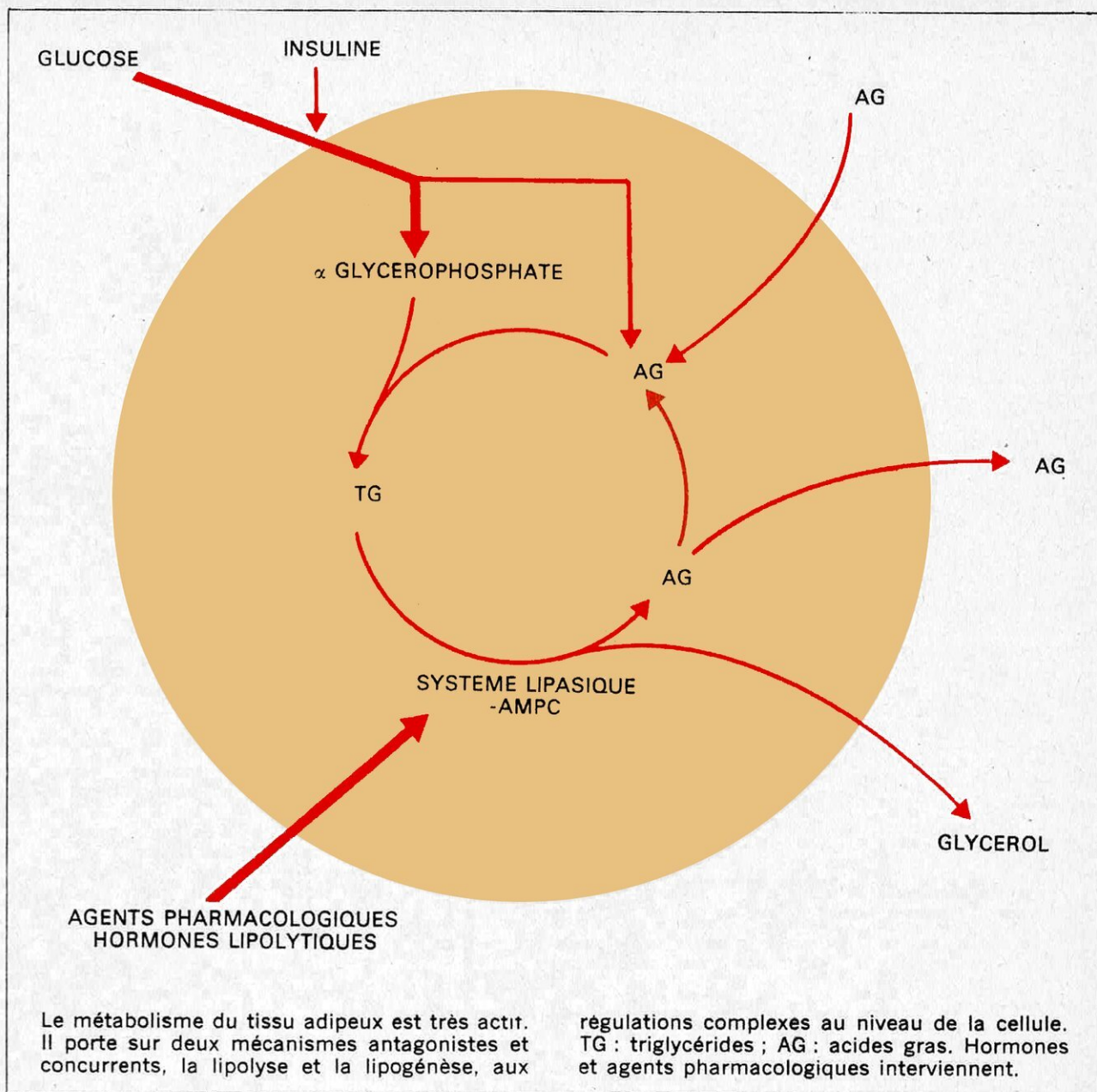
Au plan fonctionnel, par contre, peu d'anomalies du couple lipogénèse-lipolyse ont été mises jusqu'à présent en évidence *in vitro* :

— il n'est pas certain que, chez l'homme, des états d'« hyperlipogénèse », c'est-à-dire de synthèse de graisses alors même qu'il n'y a pas « nécessité énergétique », existent en dehors des processus de vieillissement. Il est cependant possible que certains individus puissent stocker des graisses mieux que d'autres en raison de variations enzymatiques génétiquement contrôlées ou induites par le comportement alimentaire. Chez certains animaux, par exemple, la diminution du nombre des repas (souvent observée chez les obèses) augmente les facultés lipogénétiques. — Chez beaucoup d'obèses la lipolyse globale semble normale et même exagérée, en connexion avec leur prédisposition à utiliser le carburant lipidique.

Dernier élément de la pathologie du tissu adipeux en rapport possible avec l'obésité (et pouvant servir d'explication au moins partielle au fait que les dépenses sous forme de chaleur s'élèvent moins chez l'obèse lorsqu'on le suralimente), il a été récemment montré que le tissu adipeux de certains obèses est moins bien équipé en α -glycérophosphate déshydrogénase mitochondriale. Cet enzyme, dont la présence et l'activité sont en particulier réglés par l'importance de l'alimentation, permet de canaliser les oxydations vers une voie moins rentable (production de deux molécules d'A.T.P. par atome d'hydrogène au lieu de trois) lorsqu'il y a excès d'apport. Elle contribue ainsi à maintenir, comme une fuite variable sur un circuit à pression constante, l'homéostasie énergétique. S'il ne s'agit pas d'un trouble secondaire à l'obésité elle-même, un tel défaut expliquerait que certains obèses « saturant » plus vite qu'un sujet normal leurs mécanismes de défense contre le poids et par conséquent, grossissent, là où d'autres sont en équilibre pondéral.

Au total, l'étude du tissu adipeux révèle au moins deux éléments susceptibles d'expliquer en partie des traits du comportement énergétique inadapté de certains obèses (hyperplasie et incapacité relative à gaspiller de l'énergie). Ces faits apparaissent comme préexistants au développement de l'obésité et peuvent avoir un rôle dans la rupture de l'équilibre énergétique dont résulte l'engraissement. En effet, un obèse stabilisé à un poids élevé — et la majorité des obèses,

(1) Cette molécule, dont le rôle est capital pour le fonctionnement d'un très grand nombre de cellules de l'organisme, a valu le prix Nobel de médecine 1971 à ses découvreurs, Sutherland et Butcher.



effectivement se stabilisent — peut être considéré comme de nouveau en équilibre énergétique, à un niveau supérieur.

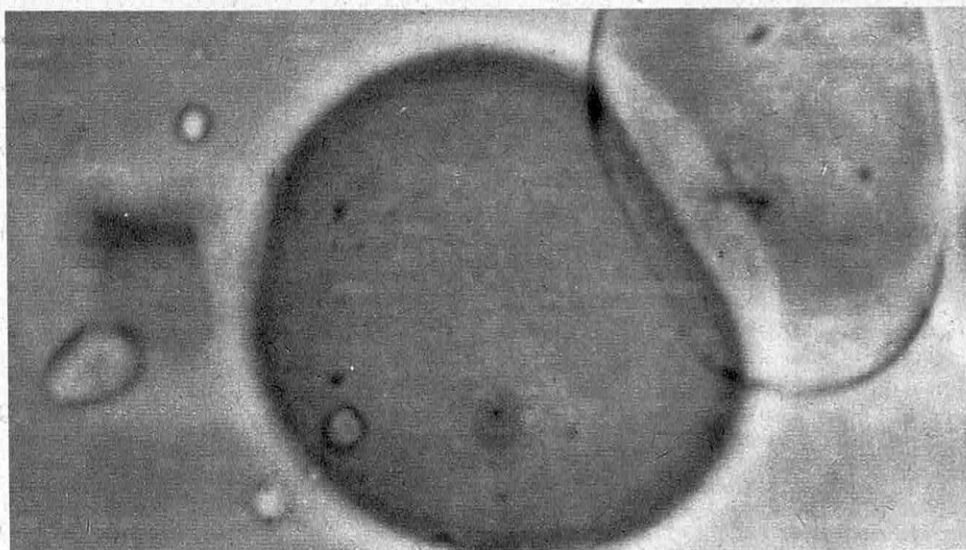
LES CONDUITES ALIMENTAIRES

Les perturbations, notamment hormonales, qui paraissent secondaires à l'obésité elle-même et à l'élargissement cellulaire (par exemple l'augmentation de l'insuline et des hormones surrénaliennes favorisant la lipogénèse) contribuent à enfermer l'obèse dans une série de cercles vicieux métaboliques dont la traduction pratique est qu'il peut se maintenir en équilibre sans grands apports alimentaires, fait déprimant à la fois pour le médecin et pour le malade. Ceci explique la sévérité du régime nécessaire à l'amaigrissement, les facteurs primitifs et d'autres, notamment psychologiques, expliquant, quant à eux, les grands risques de récurrence.

La rupture d'équilibre, qui permet un bilan énergétique positif, implique que, face au métabolisme parcimonieux d'un organisme au tissu adipeux hyperplasique et répugnant à se mouvoir, les apports alimentaires soient ou deviennent inadaptés aux possibilités de dépenses, ce qui risque d'être le cas dans nos civilisations d'abondance.

Y a-t-il, chez l'obèse, des anomalies du comportement alimentaire susceptibles de rendre compte des perturbations de l'équilibre énergétique ? Il s'agit d'une question délicate, car les données objectives sont particulièrement difficiles à réunir. Certains obèses sont, manifestement, de gros mangeurs, des gourmands incorrigibles... Cette « image d'Épinal » ne se vérifie pourtant pas plus d'une fois sur trois, et nous avons vu que l'obésité constituée peut s'entretenir avec de faibles rations. Elle est cependant tenace, et l'obèse, culpabilisé, tend à masquer à

Les adipocytes que l'on peut extraire du tissu adipeux sous-cutané mesurent de 20 à 130 microns de diamètre. L'essentiel de leur contenu est représenté par une grosse vacuole de graisse qui refoule le noyau à la périphérie du cytoplasme.



l'enquêteur ou à se masquer à lui-même ce qu'il consomme réellement. Les apports alimentaires étant, d'autre part, souvent anarchiques, ils sont difficiles à préciser. Par ailleurs, il est souvent impossible de reconstituer à posteriori l'environnement alimentaire de l'enfance ou de la période pendant laquelle le sujet a pris du poids.

Quelles que soient les difficultés à quantifier exactement les ingesta de l'obèse, il est certain que ses conduites alimentaires sont fréquemment anormales. Elles peuvent intéresser la quantité d'aliments (hyperphagie) absorbée en raison d'une faim « dévorante » que n'explique pas la couverture des besoins énergétiques et sans qu'apparaisse la sensation de satiété ; cette hyperphagie apparaît souvent après un choc émotif grave ou un conflit psychologique, notamment un épisode de la vie génitale (puberté, mariage, grossesse, ménopause). Elle peut porter aussi sur la qualité et la quantité des aliments (repas trop riches, alcool), particulièrement chez les sujets à « gros appétit », entraînés par un contexte social et familial (repas d'affaire, gastronomie, professions alimentaires). Quelquefois, ces conduites qui demeuraient adaptées à la situation tant que le sujet se dépensait dans une activité, sportive par exemple, persistent lorsque le mode de vie devient sédentaire. Les modifications du rythme des repas, en dehors de l'absence de petit déjeuner et des repas sautés, sont représentées par les compulsions alimentaires de la femme anxieuse que de brusques poussées d'angoisse conduisent à manger, le plus souvent sans faim, pour se rassurer ou les fringales, avec sensation de faim. A citer enfin le grignotage permanent.

Ces conduites anormales sont pratiquement toujours induites par un contexte neurologique, psychiatrique, et surtout psycho-névrotique et sociologique. Elles ne sont pourtant ni constantes ni tout à fait spécifiques puisqu'on peut

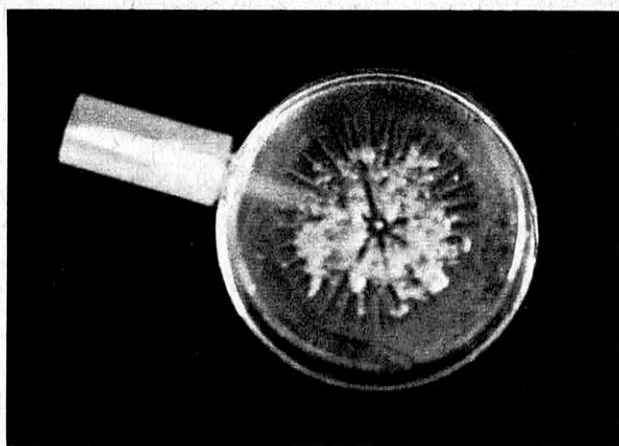
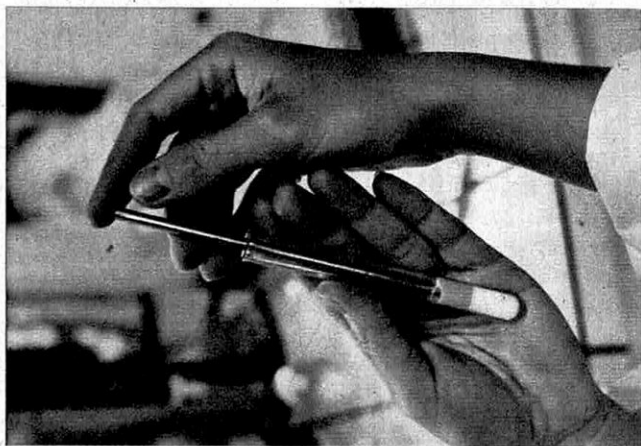
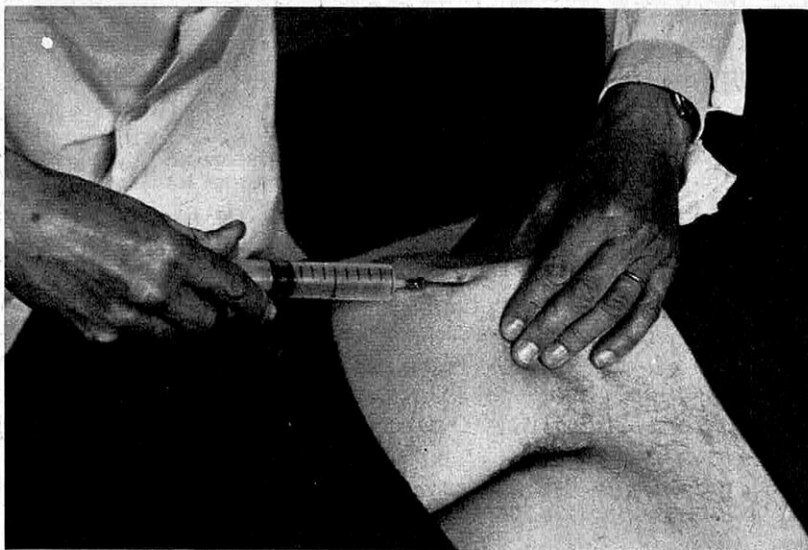
éventuellement les rencontrer chez des sujets non obèses.

Le contrôle du comportement alimentaire est très complexe et imparfaitement connu. Très schématiquement, il s'effectue par l'intermédiaire de centres nerveux de l'hypothalamus, centre de la satiété et centre de la faim. Ces deux structures reçoivent des informations métaboliques déclenchant la faim quand le besoin énergétique apparaît, déterminant ainsi l'intervalle entre les repas et régulant l'alimentation à long terme. Elles reçoivent aussi des informations dites psycho-sensorielles, sans rapport direct avec la valeur calorique des aliments qui déclenchent la sensation de satiété, règlent le volume des repas et assurent la régulation à court terme. En outre, diverses structures corticales agissent sur le niveau d'activité de ces centres sans que ces actions soient toujours conscientes.

On conçoit qu'un système aussi fragile puisse être le siège de nombreuses anomalies particulièrement difficiles à étudier et implique des éléments souvent très éloignés des considérations énergétiques, touchant au noyau profond de la personnalité tel qu'il est déterminé génétiquement et conditionné tout au long de la vie et plus spécialement dans l'enfance. Se profilent ici les implications psychologiques de l'obésité.

Chez beaucoup d'obèses, la psychologie expérimentale nous apprend qu'il existe une exagération des « appétits discriminatifs », c'est-à-dire de la réponse aux stimuli psycho-sensoriels : consommation augmentée si l'aliment est bon, diminuée s'il est mauvais, renvoyant au second plan le besoin calorique biologique (on retrouve ici la grande aptitude au jeûne, déjà signalée). C'est là un facteur d'inadaptation car, chez l'homme de poids normal, la sensation « agréable » de la nourriture s'inverse lorsque l'apport alimentaire a couvert les besoins énergétiques. Ce mécanisme disparaît lorsque l'individu normal maigrit et il semble manquer chez de nom-

Depuis quelques années, le tissu adipeux lui-même est devenu le grand foyer d'attention de bon nombre de nutritionnistes et spécialistes de l'obésité. Une technique simple permet, à l'hôpital, le prélèvement d'un peu de tissu adipeux sous-cutané (biopsie). Une partie du prélèvement fera l'objet d'études biochimiques diverses portant par exemple sur l'activité enzymatique. Une autre partie du prélèvement est destinée à l'examen cytologique sous le microscope (comptage des cellules et étude morphologique).



breux obèses. La lésion hypothalamique chez le rat (ou la privation de nourriture) déclenche des comportements analogues. Tout se passe donc comme si certains obèses mettaient en jeu un mécanisme régulateur normal de façon inappropriée, comme si leurs centres répondaient à un « faux déficit » calorique. On ignore actuellement les raisons de ce fait. Les cas où une lésion de l'hypothalamus peut être constatée sont l'exception. Il est impossible de dire si ce sont les structures support (d'ailleurs mal localisées) du « pondéostat » qui ne sont plus fonctionnelles, si elles sont simplement mal réglées (comme le thermostat d'un frigidaire), ou si ce sont les informations reçues par ces structures qui sont anormales. Quoi qu'il en soit, des anomalies de ce type peuvent exister déjà chez le nouveau-né de poids élevé et sont plus marquées chez les femmes. Même s'il ne représente pas la « cause » de l'obésité, ce type de réponse ne peut que favoriser la prise de poids dans un contexte sociologique d'abondance.

QUAND LE PSYCHISME DEVIENT DETERMINANT

Si l'on quitte le domaine de la psycho-physiologie pure pour entrer dans la psycho-sociologie, il apparaît clairement que des facteurs adaptatifs apportent leur contribution au problème, même s'il est parfois difficile de les relier de façon sûre au comportement alimentaire et si certains d'entre eux ont plus l'allure de conséquence que de cause. Conditionnements acquis dès la première enfance, troubles de l'image de soi et troubles de l'adaptation psychologique à l'environnement appartiennent à cette série et méritent quelques développements.

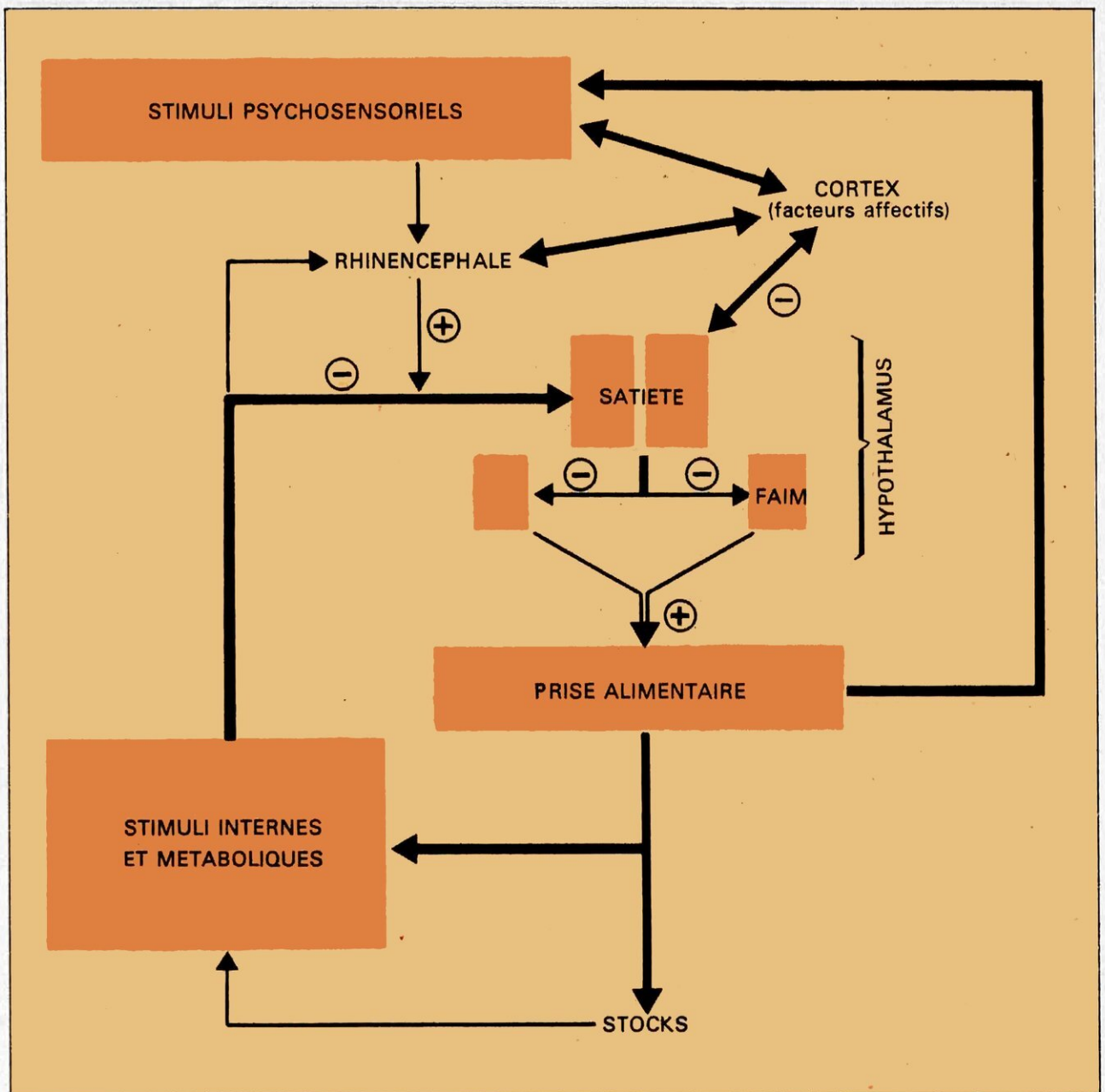
La psychanalyse, notamment dans les obésités infantiles ou remontant à l'enfance, permet de retrouver la trace d'une relation mère-enfant inadéquate dont le résultat, entre autres, est une sorte de falsification des conditionnements. Le nourrisson et le tout jeune enfant ne peuvent réagir aux sensations très variées qu'ils éprouvent (faim, certes, mais aussi anxiété, agressivité — (sensations internes) — ou encore chaleur, bruit, douleur — (sensations externes) — que par un nombre limité de manifestations (cris, pleurs, gesticulations, agitations) auxquelles la mère — ou la nourrice — a tendance à répondre par une tétée supplémentaire. L'enfant s'habitue ainsi à confondre ses différentes sensations et à leur donner une réponse nutritionnelle plus ou moins univoque, privilégiant « l'oralité ». Ainsi conditionné, l'adulte gardera cette tendance à manger pour répondre à l'anxiété, à l'anxiété, à tous ses conflits existentiels ou névrotiques. Nul doute qu'il ne s'agisse là d'un comportement très fréquent chez l'obèse. En outre, dépassant le comportement alimentaire, la répression des activités motrices que l'adulte impose si souvent à l'enfant n'est peut être pas étrangère à l'économie de gestes que

nous avons signalée chez l'obèse, de même qu'aux troubles de l'image de soi (car c'est en bougeant que l'enfant prend conscience de son corps). Enfin, une suralimentation pendant la première année est sans doute, nous l'avons vu, un facteur d'hyperplasie du tissu adipeux. Agissant au moins à trois niveaux (comportement alimentaire, activité motrice, cellularité du tissu adipeux), les événements acquis qui entourent la première enfance semblent revêtir une importance particulière.

D'autres facteurs psychologiques interviennent sans lesquels il est impossible d'expliquer la fréquence des obésités dites réactionnelles, se développant surtout chez la femme lors de périodes critiques. On constate souvent des troubles de l'image de soi. Au-delà des sentiments de dégoût et de culpabilité de leur propre corps, beaucoup d'obèses perçoivent mal leur propre identité psychologique, ont un mauvais schéma corporel et ne se voient pas tels qu'ils sont, confondant les affects et les sensations corporelles. Concevant mal son autonomie par rapport à l'environnement, leur « moi » est faible ou ses limites mal cernées. D'autre part, outre la passivité et la dépendance orale, le blocage de l'agressivité et de la sexualité, ainsi que la difficulté des rapports sociaux (sorte d'hibernation psychologique) ressortent malgré les apparences des enquêtes psychologiques un peu fouillées. On peut dès lors interpréter certains comportements comme une nécessité de maintenir, par un retour symbolique à un stade infantile de dépendance nourricière, une « image de soi », fragile et intégrant mal les étapes critiques de la maturation psycho-sexuelle. L'obésité qui existe « en soi » existerait alors aussi « pour soi ». L'amaigrissement et la restriction alimentaire peuvent faire apparaître, chez certains obèses, des troubles psycho-pathologiques sévères, témoins de l'importance pratique de ces facteurs.

Enfin, des éléments psycho-sociologiques interviennent, dans la mesure où l'alimentation est liée à une grande variété de symboles, souvent spécifiques d'un système culturel donné. Ainsi, l'abondance de la table peut-elle être un signe de richesse, l'appétence alimentaire se substituer à l'appétit de puissance, de domination, à l'appétit sexuel, la nourriture être un symbole de santé, l'obésité elle-même être l'assurance trompeuse de « faire le poids », face aux difficultés ou à l'insécurité que crée la vie en société. L'insécurité « d'être » entraîne l'avidité « d'avoir ». Tous ces facteurs qui font partie de notre environnement, bien que l'obésité y soit maintenant pourchassée, ajoutent leur impact aux particularités psychologiques individuelles qu'ils renforcent, de même que la société d'abondance, par la multiplication des stimuli, peut déborder des mécanismes pourtant normaux de satiété. Ces considérations sociologiques ne sont pas étrangères au concept récent de *l'obésité, maladie de civilisation*.

De toutes ces données se dégage la conception



Ce schéma simplifié, et forcément approximatif, des mécanismes de régulation de la faim et de

l'appétit met en évidence l'importance des facteurs affectifs et psychologiques.

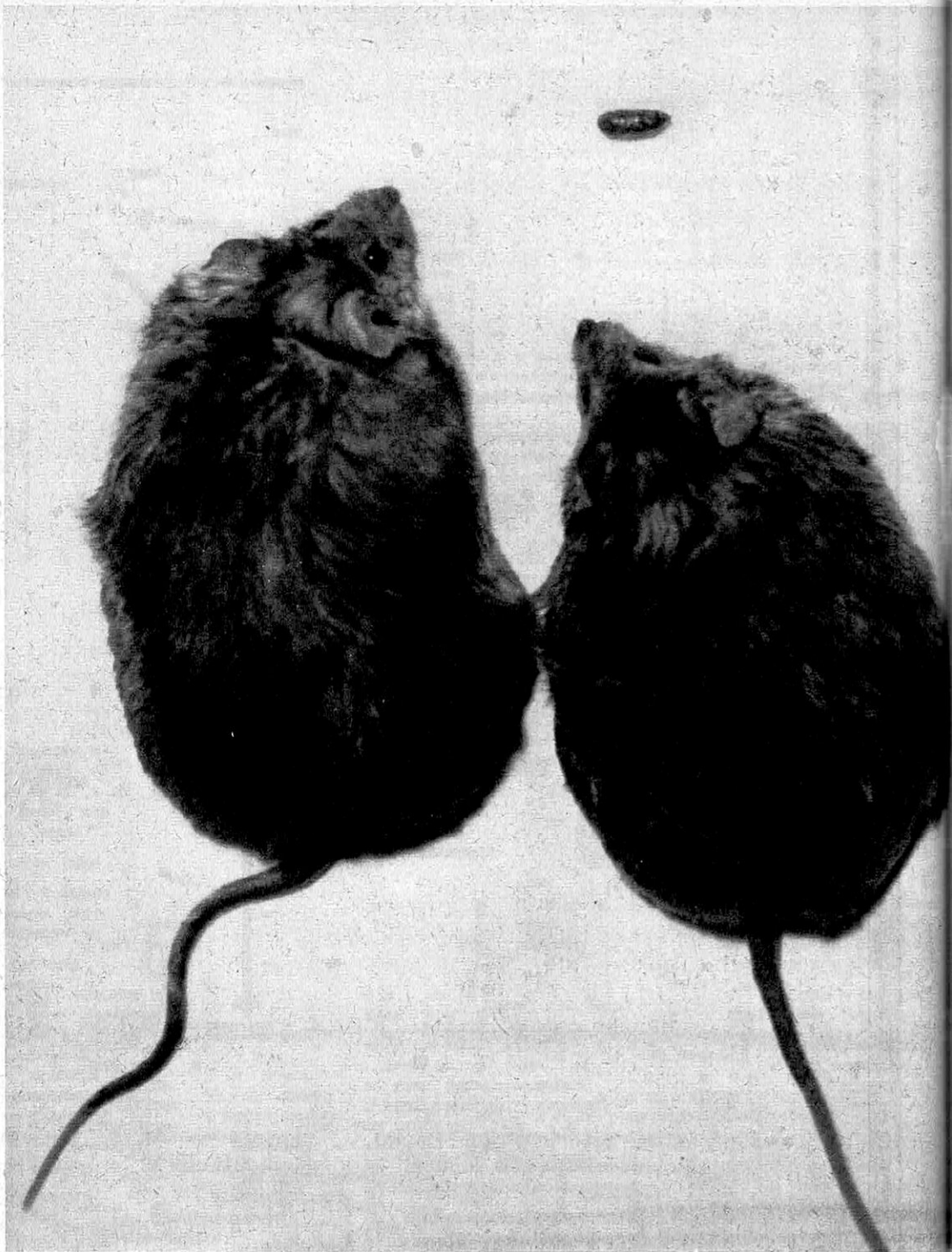
que le comportement alimentaire, la psychologie et l'environnement sociologique sont bien souvent des éléments importants. Ils traduisent une inadaptation de la fonction alimentaire à ses buts énergétiques, qu'elle résulte d'une lésion ou d'un mauvais conditionnement des centres régulateurs, de leur mauvaise information métabolique ou de la levée des inhibitions des structures néocorticales intégratrices. Cette inadaptation à d'autant plus de chances d'être « efficace » que la machinerie biochimique est plus facilement « saturable. » Mais, à son tour celle-ci est susceptible, nous en avons vu quelques exemples, de se modifier, en accord avec sa fonction téléologique de conservation de l'énergie, dans un sens qui ne peut qu'augmenter la prise pondérale. Nous voyons se mettre en place un

piège de plus : physiologie métabolique, facteurs psychologiques et comportementaux, prise de poids elle-même (et échecs thérapeutiques) interfèrent entre eux et se renforcent.

LE ROLE DE L'HEREDITE

A bon droit, semble-t-il, beaucoup d'obèses se sentent les victimes d'une fatalité inéluctable. Nous avons reconnu précédemment l'importance des facteurs acquis, le rôle de l'environnement nutritionnel et psycho-sociologique, spécialement pendant l'enfance. Une prédisposition génétique à l'obésité peut-elle être trouvée ? On a de bonnes raisons de penser qu'il en est bien ainsi. La preuve est cependant difficile à ap-

Trois types d'obésité chez l'animal de laboratoire : à gauche, obésité héréditaire apparaissant dans certaines souches de souris. Au centre, obésité expérimentale par lésion des centres de l'hypothalamus. A droite, même résultat à la suite de l'administration d'un toxique (l'aurothiogluco-
se) qui agit électivement sur les cellules de l'hypothalamus.

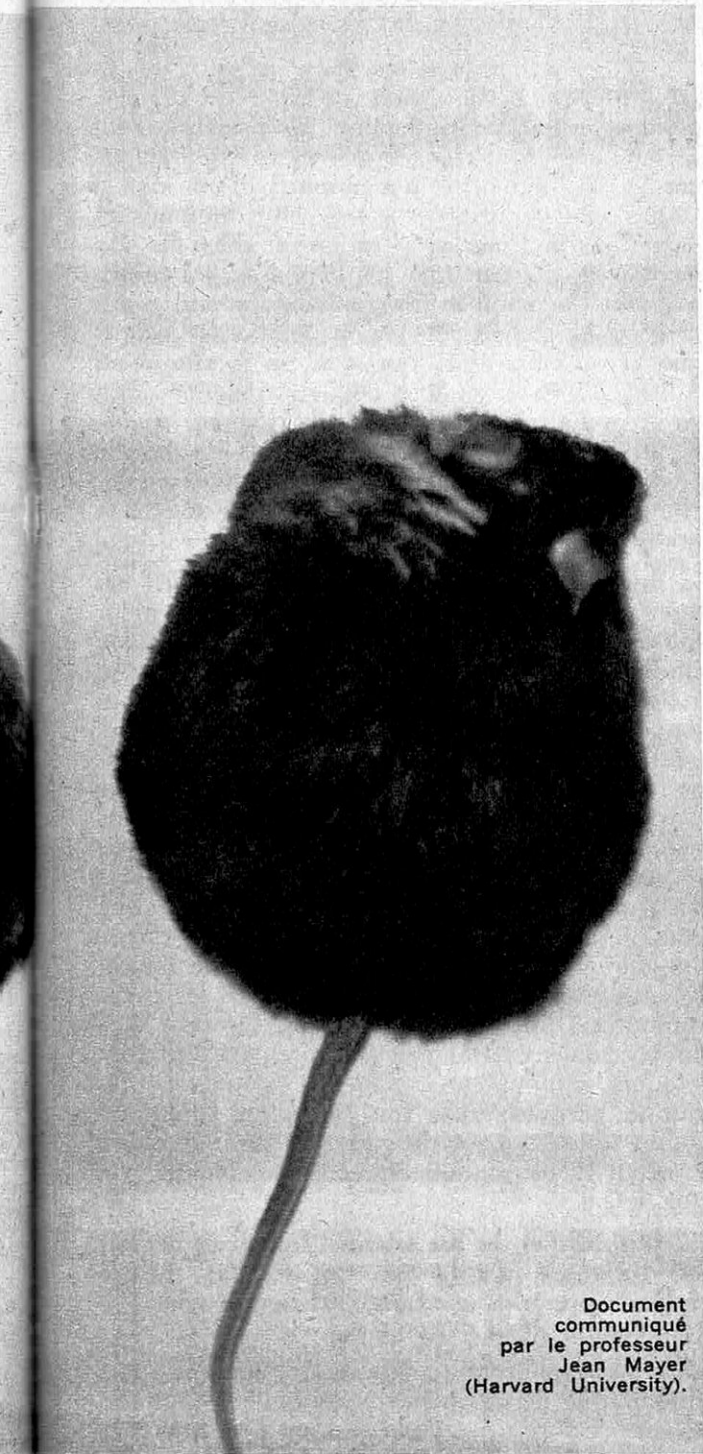


porter, son importance impossible à déterminer, et son support inconnu.

Les obésités familiales sont incontestables : 70 à 80 % des obèses ont un parent obèse ; 25 à 30 % ont les deux parents obèses ; l'obésité parentale atteint pour 60 % les femmes, donc les mères. A l'inverse, les enfants de parents de poids normal ne sont obèses que dans 10 % des cas, alors que cette proportion atteint 40 % si l'un des parents est obèse et 70 % si les deux le sont. Ces chiffres impressionnants ne sont pas, toutefois, des preuves indiscutables, parce que les études statistiques sont difficiles et souvent sujettes à caution, et surtout parce que l'environ-

nement familial, dont nous avons vu la puissance, intervient très précocement, peut-être dès la vie intra-utérine.

Les études des jumeaux monozygotes, exactes copies quant à l'équipement génétique, échappent à ces critiques, mais elles sont anciennes et ne portent que sur peu de cas. Ils sont généralement de poids identiques, à 1,5 % près, s'ils ont été élevés ensemble. La différence n'atteint que 4 % s'ils ont été élevés séparément. Par comparaison, pour de faux jumeaux élevés séparément, la différence est de 8 %. A l'inverse, il existe des paires de vrais jumeaux dont l'un est obèse et pas l'autre, mais ce modèle presque



Document
communiqué
par le professeur
Jean Mayer
(Harvard University).

parfait est trop rare pour avoir été suffisamment étudié.

Même si elle est difficile à démontrer, l'influence de l'hérédité n'est pas contestable, mais il est probable qu'elle n'intervient qu'à titre de facteur prédisposant, plus ou moins remodelé par les facteurs écologiques. Dans l'état actuel de nos connaissances — et en l'absence de la mise en évidence d'une anomalie biologique caractéristique et utilisable comme marqueur génétique — cette prédisposition ne peut être considérée que comme l'un des multiples facteurs permettant le développement de l'obésité. Ses points d'impacts, pourraient être situés au ni-

veau des équipements enzymatiques et des rendements énergétiques. L'analyse — incomplète — des facteurs métaboliques, du comportement alimentaire et de ses implications psychologiques, comme de l'hérédité, entraîne la conviction que les divers mécanismes par lesquels une obésité peut se produire sont extrêmement divers et non spécifiques. C'est leur association qui provoque l'obésité ; leurs modes de groupement définissent plus ou moins bien les aspects cliniques rencontrés, qu'il est un peu illusoire de vouloir ranger dans des classifications trop rigides.

Cette variabilité des problèmes d'un malade à l'autre, la complexité de l'analyse, complexité propre à tout ce qui n'est pas pathologie d'organe mais pathologie de régulation, a longtemps contribué à recouvrir l'obésité du voile épais du mystère, source d'affabulation, de mythes, de contresens biologiques (et thérapeutiques).

QUEL TRAITEMENT ?

Le traitement de l'obésité est difficile, les échecs et les récives à court ou long terme fréquentes. Difficile est le traitement parce que le seul moyen de rendre négatif le bilan énergétique est de réduire les apports en remodelant le comportement alimentaire, c'est-à-dire en modifiant profondément des conditionnements antérieurs souvent érigés en système défensif de la personnalité. Les échecs et les récives découlent des résistances psychologiques à la frustration alimentaire et de la persistance de facteurs étiologiques dont bien peu sont en fait susceptibles de réversion totale.

Le succès dépend à la fois du malade lui-même, de la réalité de ses motivations, de son aptitude à remettre en cause et à modifier profondément son comportement et sa personnalité, et du médecin qui doit lui fournir, outre des connaissances techniques, les possibilités d'un dialogue prolongé et confiant l'aidant à comprendre ses motivations réelles, le guidant dans ses choix, lui faisant accepter les contraintes d'une diététique patiente, peu spectaculaire et prolongée. Compte tenu de la grande diversité des formes cliniques il n'y a pas en fait de traitement univoque et standard : chaque cas doit être traité individuellement. Nous ne pouvons ici que dégager quelques grands principes.

Ce qu'il ne faut pas faire. En dépit du tapage, des mirages et des ravages qu'une publicité mensongère et scandaleuse propage dans les magazines féminins et sur les ondes, drogues, traitement physiothérapiques miracles et diététique folklorique sont le plus souvent sans objet et dangereux. *L'emploi des diurétiques* est généralement un contresens biologique : ils ne font éliminer que de l'eau et du sodium, non de la graisse. Une fois perdus les 2 ou 3 kilos d'eau qui représentent la limite de tolérance à la déshydratation, ils deviennent inefficaces. Leur arrêt est inmanquablement suivi de la reprise

du poids perdu. A long terme, ils peuvent entraîner des complications sévères. Les nombreux laxatifs ou « dépuratifs éliminateurs » tant vantés au public et vendus sans ordonnance partagent ces risques sans le moindre bénéfice quant à la perte de poids. *L'hormone thyroïdienne* par voie générale est tout aussi contre-indiquée bien que son emploi ne soit pas illogique : elle augmente les dépenses et stimule la thermogénèse. Mais elle est inefficace à dose faible et toxique à dose efficace ; son arrêt sera suivi d'une reprise de poids et, dans l'ensemble, elle aggrave plutôt les problèmes.

Les régimes « folkloriques », intermittents, déséquilibrés, carencés, voire toxiques que la société mercantile donne souvent en exemple pour soutenir la publicité de quelques-unes de ses idoles, sont autant d'atteintes au bon sens et de déficits aux données qu'une science honnête et modeste recueille patiemment.

L'inconvénient majeur de toutes ces pratiques, notamment médicamenteuses, est qu'elles représentent pour l'obèse (et son médecin) une solution de facilité dépourvue d'efficacité à long terme, une « potion magique » qui l'éloigne de la vraie solution.

Ce que l'on peut faire. Les anorexigènes, pour la plupart dérivés des amphétamines, permettent, dans certains cas, d'aider le malade à suivre le régime. Ils ne doivent être maniés qu'avec prudence, sous un strict contrôle, pendant un temps limité. Ils sont souvent mal tolérés ; ils excitent, peuvent donner lieu à accoutumance voire à toxicomanie ; ils retardent ou empêchent l'évolution psychologique de l'obèse. A terme, ils ne permettent pas d'obtenir de meilleurs résultats, au contraire.

Les médicaments neurotropes peuvent ne pas être inutiles à condition de savoir se limiter à quelques anxiolytiques et neurosédatifs mineurs susceptibles d'assurer le sommeil. Une chimiothérapie plus intense n'est nécessaire que si des troubles psycho-pathologiques s'associent à l'obésité : elle doit être confiée au spécialiste et la perte de poids est dans ces cas relativement contre-indiquée.

Massages, hydrothérapie, traitements physiques divers, lorsqu'ils ne sont pas les manifestations d'un charlatanisme mercantile, peuvent être des adjuvants mineurs du traitement, à condition qu'ils favorisent l'activité physique et qu'ils soient conçus comme une rééducation de la conscience corporelle de l'obèse.

Ce que l'on doit faire. Il est toujours utile, chaque fois que cela est possible, d'augmenter l'activité physique : outre son action propre sur l'accroissement des dépenses, elle retardera la réduction adaptative des dépenses basales et augmentera le déficit calorique. L'amaigrissement, la réduction des apports alimentaires, même à un niveau assez faible, sont parfaitement compatibles, non seulement avec le maintien de l'activité professionnelle, mais avec une augmen-

tation de l'activité physique, sauf cas particuliers.

La prescription du régime restrictif est donc le point essentiel du traitement. Ses principes sont les suivants : *la régularité des repas* dans la journée et la régularité des apports d'un jour à l'autre sont importantes si l'on veut diminuer au maximum la lipogénèse et les rendements alimentaires et augmenter les dépenses. La multiplication du nombre des repas augmente, à ration égale, l'efficacité de la restriction calorique. Trois repas par jour sont un minimum et l'absence très fréquente de petit déjeuner doit être combattue. Des écarts de régime, même minimes, arrêtent ou inversent la courbe de poids : l'organisme en période d'amaigrissement est particulièrement sensible à tout excédent calorique.

Le respect d'un certain *équilibre qualitatif* est tout aussi nécessaire. Quelle que soit sa valeur calorique, il est indispensable que le régime apporte une certaine quantité de protéines, au moins 50 g par jour (soit 200 calories). Plus, souvent, pour éviter la destruction de la propre masse protéique du sujet, la stimulation de l'appétit et de la fatigue. La réduction des hydrates de carbone doit être proportionnellement la plus importante ; à calories égales, la perte de poids est meilleure lorsque le régime apporte moins de glucides. Il n'est pas rare de voir un écart glucidique compulsif (bonbons, gâteaux) même minime, entraîner une prise de poids de 500 g. En dessous de 60 à 80 g de glucides, les corps cétoniques apparaissent dans les urines. Les lipides, aliments très énergétiques (9 cal/g) sont toujours diminués, mais l'apport protéique obligatoire entraîne avec lui un apport lipidique irréductible (graisses de structure de la viande). L'alcool (7 cal/g) doit être éliminé, malgré son rôle social.

La suppression du sel est sans intérêt et accroît les difficultés d'adhérence au régime, qu'elle rend encore plus contraignant sur le plan du goût comme de la participation sociale.

La restriction hydrique est sans objet ; l'apport vitaminique ne devra pas être oublié dès que le niveau calorique faible supprime certaines sources naturelles de vitamines.

Le niveau calorique du régime est le dernier point à préciser. Il varie de malade à malade, fonction de l'alimentation habituelle du sujet, précisée par l'enquête alimentaire, de ses dépenses physiques, de son métier, de son âge. On « fait maigrir » avec 2 500 calories ou avec 500-600 calories... mais pas les mêmes sujets. Il est tout de même exceptionnel qu'une obésité résiste à un régime à 600 calories équilibré... et appliqué avec constance.

La restriction doit être progressive, effectuée par paliers successifs afin d'éviter au maximum l'adaptation métabolique. Elle n'est pas forcément draconienne : le but est de manger moins mais mieux. Rien n'oblige à ce que le régime

Madame engraisse

mais le
THÉ MEXICAIN
du D' JAWAS
fera partir le superflu
sans danger
pour la santé.



PRENEZ GARDE DE GROSSIR

Les remèdes-miracles contre l'obésité,
ou au moins contre la prise de poids,
ne datent pas d'hier.
En témoigne cette publicité
datant de 1914.

soit mauvais, monotone, insipide. Au contraire, l'obèse doit être incité à calculer lui-même son régime avec des tableaux d'équivalence et à noter ce qu'il mange. L'objectif est d'assurer une perte de poids lente, régulière, prolongée, gage de sa stabilité ultérieure. Une diminution des apports d'un tiers est souvent suffisante au départ, quitte à être aggravée ultérieurement. L'effet du régime, s'il est respecté sans écart, ne peut manquer : la perte de poids peut atteindre 200 g par jour. Il est indispensable qu'il soit contrôlé très régulièrement par le malade qui peut apprendre à conduire véritablement sa cure en adaptant ses apports à son poids. C'est la seule façon d'assurer à terme le maintien des résultats acquis (de la même manière, beaucoup d'individus savent « faire attention » pour éviter de grossir) en ne relâchant que de façon très lucide et adaptée les contraintes les plus gênantes du régime.

Le rôle du médecin est donc en partie éducatif, et les consultations doivent être fréquentes (certaines études chiffrées ont montré que la perte de poids augmente avec la fréquence des consultations).

Le problème de savoir quand l'arrêt de l'amaigrissement doit intervenir et à quel poids une stabilisation sera obtenue ne peut être résolu facilement. L'évolution propre de chaque malade en décide. Il est souvent illusoire et dangereux de s'acharner à conquérir un poids dit normal ou idéal dont nous avons vu l'arbitraire. Pour beaucoup d'obèses, il s'agit là d'un but strictement inaccessible en raison de leurs structures biologique, morphologique, psychologique ou sociale. Le rôle du médecin est, si possible, de le leur faire admettre.

Bernard GUY-GRAND

Conseils pour maigrir... ou rester mince

Encore des conseils, dira-t-on. C'est un chemin rebattu car les conseils ne manquent pas. Chacun a son « truc », chacun a son régime : régime dissocié, régime pamplemousse, galette-repas, régimes basses calories, régime sans hydrates de carbone, œufs durs-porto, pommes-café, macrobiotique, diète hydrique, etc. Autant de régimes-gadgets, mais où est la diététique, dans tout cela ?

Un régime de restriction sévère est forcément carencé. La suppression des matières grasses élimine les vitamines liposolubles A et D. En retranchant le pain, les farineux, les légumes secs, on ampute la ration de la majeure partie de la vitamine B1. Ecarter les fruits à cause de leur richesse en sucres et des calories qu'ils contiennent, c'est aussi limiter les apports en potassium, en acides organiques et en vitamine C. La viande ne contenant pas du tout de calcium, les régimes exclusivement carnés sont fortement déséquilibrés. Le lait écrémé et les fromages délipidés ne sauraient, de leur côté, se substituer à la viande, car ils sont pauvres en fer.

De même, les régimes amaigrissants à base de caséine pure sont trop pauvres en fer pour pouvoir être prolongés longtemps impunément. A l'exception du sucre et de l'alcool qui sont des « calories vides », chacun des aliments que nous consommons habituellement apporte des substances utiles, sinon indispensables, et leur composition complexe ne permet pas toujours de les remplacer l'un par l'autre. C'est la raison fondamentale pour laquelle un régime d'amaigrissement ne peut être suivi inconsi-

dérément et sans contrôle médical. Seul le médecin peut juger à propos de l'apport complémentaire d'éléments minéraux ou de vitamines, sous forme médicamenteuse. La seconde raison, c'est que l'obésité peut masquer des troubles métaboliques graves. Enfin, les changements brutaux de régime ne laissent pas à l'organisme le temps nécessaire pour adapter ses mécanismes. C'est le cas, par exemple, des perturbations provoquées par un régime hyperprotidique lorsque le taux d'urée est trop élevé ou lorsque l'obésité recouvre un diabète sous-jacent. Le médecin peut seul apprécier la tolérance du sujet et la sévérité du régime.

LES CALORIES

Nombreuses sont les tables qui, sous forme attrayante et dans une présentation qui permet de les emporter partout avec soi, donnent le montant des calories correspondant à une quantité donnée d'aliments, 100 g en général. Mais une calorie, qu'est-ce que c'est ? Le mot est familier mais sa définition exacte est peu connue. Une calorie est la quantité de chaleur (c'est-à-dire d'énergie) nécessaire pour faire passer de zéro à un degré la température d'un litre d'eau.

C'est Lavoisier qui, le premier, eut l'idée de comparer le fonctionnement du corps à celui d'une machine et d'évaluer la quantité d'énergie nécessaire à la vie. Durant le XIX^e siècle, un certain nombre de physiologistes cherchèrent à connaître, d'une part, les dépenses de l'organisme, d'autre part, les apports alimentaires en chiffrant les calories.

C'est ainsi que se sont peu à peu dégagées diverses notions :

— Les dépenses (effort, travail) et les recettes (alimentation) doivent s'équilibrer ;

— si les recettes excèdent les dépenses, l'organisme met en réserve sous forme de graisses les calories qu'il ne peut employer ;

— pour obtenir un amaigrissement, c'est-à-dire la combustion des calories de réserve, il faut diminuer l'apport alimentaire.

On a établi que l'organisme dépensait des calories non seulement pour fournir un travail, mais aussi pour le fonctionnement de ses organes, pour entretenir la vie : respiration, circulation et battements du cœur, digestion, maintien de la chaleur à 37 °C, etc. Ce minimum vital énergétique s'appelle le métabolisme basal. Il est évalué — très sommairement, car il peut varier d'un individu à l'autre et sous l'influence de divers facteurs — à 1 500 calories (pour 24 heures).

LE REGIME HYPERPROTIDIQUE

Du point de vue de la nutrition, une calorie pain n'a pas la même valeur qu'une calorie beurre ou une calorie viande, car l'organisme

n'utilise pas de la même façon les protides, les lipides ou les glucides.

Les uns ont une fonction essentiellement énergétique : ce sont des carburants que l'organisme brûle ou met en réserve. Les lipides et les glucides correspondent à cette définition. Les autres, les protides, ont un rôle plastique, c'est-à-dire qu'ils fournissent à l'organisme les matériaux nécessaires à la construction ou à la réparation des tissus.

On comprend tout de suite que les protides constitueront la base du régime d'amaigrissement, le but de ces régimes étant d'obliger l'organisme à vivre sur ses réserves. Ce ne sont pas les aliments « basses calories » qu'il faut rechercher, mais ceux qui, pour une moindre quantité de calories, fournissent le maximum de protides.

Un autre argument en faveur du choix des protides est leur médiocre rendement énergétique, compte tenu de la dépense que doit engager l'organisme pour les transformer et les utiliser.

En 1890 Atwater publiait les chiffres qui sont aujourd'hui à la base de tous les calculs de rations alimentaires :

1 g de protides vaut 4 calories,

1 g de lipides vaut 9 calories,

1 g de glucides vaut 4 calories.

Ces chiffres sont évidemment des moyennes théoriques. Lorsqu'on fait brûler dans une « bombe calorimétrique », un gramme de l'un de ces nutriments, sa combustion est totale et parfaite. Il n'en est pas de même à l'intérieur de l'organisme, qui doit mettre en œuvre divers mécanismes, c'est-à-dire dépenser de l'énergie, pour pouvoir utiliser l'énergie provenant de ces substances.

De ce point de vue ce sont les protides qui reviennent le plus cher à l'organisme.

Enfin, un fait bien connu de tous les spécialistes de la nutrition est la fonte des tissus nobles. Lorsqu'un sujet est soumis à une cure d'amaigrissement, une loi biologique fatale déterminera ainsi la perte de poids :

— d'abord une élimination d'eau ;

— en un deuxième temps et à peu près simultanément, fonte des tissus musculaires et du tissu adipeux.

Pour enrayer cette tendance qui aboutit au dépérissement des muscles et à l'affaissement du visage, toujours inesthétique, le régime doit comporter une ration de protides beaucoup plus importante que dans le régime normal. Les rations se calculent généralement par rapport au poids idéal, soit en moyenne 1 gramme par kilo : pour un sujet de 70 kilos, elle sera de 70 g par jour. Dans les cas des cures d'amaigrissement, la ration peut s'élever à 1,5 g ou même 2 g par kilo. Si nous prenons l'exemple d'un obèse pesant 100 kilos et dont le poids doit être ramené à 80 kilos, sa ration de protides durant le régime sera de 120 à 160 g par jour.

IL Y A PROTIDES

ET PROTIDES

Chaque espèce végétale, chaque espèce animale, possède ses protéines spécifiques qu'elle reconstitue à partir des éléments dont elle se nourrit. Une molécule de protéine est un assemblage de molécules plus petites, les acides aminés, dont le nombre et la nature varient d'une espèce à l'autre. Les diverses protéines alimentaires sont plus ou moins aptes à la reconstitution des protéines spécifiques nécessaires à la croissance ou à la construction de nos tissus, de nos muscles, de nos organes. Aussi a-t-on dû les classer en fonction de leur « efficacité ». Il est établi que les protides des céréales sont beaucoup moins efficaces que ceux de la viande ; les protides des légumes secs et des pommes de terre sont presque aussi efficaces que ceux de la viande, mais ils sont liés à des quantités importantes de calories et ne peuvent être retenus dans le cadre d'un régime amaigrissant. C'est donc, essentiellement, aux protéines d'origine animale que l'on fera appel : elles sont fournies par la viande, la volaille, le gibier, le poisson, les coquillages, les crustacés, les œufs, le lait et les produits laitiers, à l'exception de ceux qui sont trop riches en graisses, tels que la crème fraîche, certains fromages gras, certains poissons comme l'anguille, le thon, la sardine, certaines viandes comme le gigot de mouton, la côte d'agneau et, de façon générale, tous les morceaux non parés et non dégraissés.

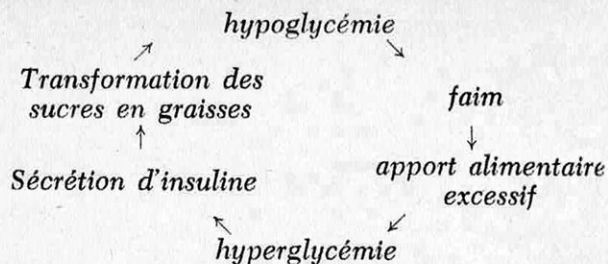
A PROPOS DES HYDRATES

DE CARBONE

Le régime sans hydrates de carbone fit scandale lorsqu'il fut présenté ainsi par la presse à sensation : « Supprimez le pain et le sucre, vous pourrez continuer à boire du whisky ».

Cependant, ce régime faisait état de données nouvelles très importantes sur la relation entre les sucres et la sensation de faim, sur le rôle de l'insuline dans la formation du tissu adipeux.

On sait que, lorsque les hydrates de carbone sont digérés et passent dans le sang sous forme de glucose — ce qui est révélé par l'élévation de la glycémie sanguine — la sécrétion d'insuline se déclenche pour abaisser l'hyperglycémie et stimuler le mécanisme de la lipogénèse. La veine-porte charrie le sang vers le foie qui fabrique, à partir du glucose, chez l'obèse, des molécules de graisses spécifiques qui vont enrichir le tissu adipeux. Aussitôt après, dès que le taux du sucre dans le sang s'abaisse, la sensation de faim apparaît, poussant l'obèse à manger davantage. La sécrétion d'insuline est beaucoup plus importante chez l'obèse que chez le sujet normal et il semble qu'il soit enfermé dans une sorte de cycle infernal :



QUELQUES CITATIONS

La faim est la perception du besoin organique d'aliments ; c'est un complexe sensoriel constitué par des stimuli issus du milieu intérieur. Chez l'homme, subjectivement, la faim se traduit par un certain malaise.

L'appétit résulte de multiples associations entre, d'une part, les sensations de faim et de satiété et d'autre part, des expériences antérieures d'ingestion ayant entraîné la disparition de la faim. C'est la faim, associée à des souvenirs du goût et des odeurs d'aliments.

Pr DEMOLE

Le rythme des repas, les effets métaboliques, conditionnent l'appétit dans un délai de quelques jours. Or, les obèses ont un comportement alimentaire particulier. Lorsqu'ils jugent qu'ils ont trop mangé, ils sautent un repas ; souvent ils réagissent à une contrariété par un petit repas supplémentaire, toutes habitudes qui aggravent le trouble de l'appétit. Il suffira parfois de les nourrir d'une façon régulière, peu excitante pour l'appétit et pauvre en glucides, pour réaliser une sorte de psychothérapie simple, non dangereuse et toujours utile.

Pr APFELBAUM

Un obèse au régime maigrit deux fois plus vite avec sept petits repas qu'avec la même ration prise en deux ou trois repas.

Pr DEBRY

Le kilo d'obèse coûte d'autant moins cher à entretenir que le sujet est davantage obèse.

Pr TREMOLIERES

Bien que certains chercheurs estiment que les graisses jouent elles-mêmes un rôle dans la régulation de la glycémie et la sécrétion d'insuline, tous s'accordent pour mettre en évidence le rôle des sucres. L'expérience montre que la suppression absolue de ces aliments, qu'il s'agisse du sucre, des jus de fruits, du pain, des pâtisseries ou des pommes de terre, facilite le régime en supprimant la sensation de faim. Un grand nombre de patients, qui n'avaient jamais réussi à suivre un régime avec persévérance ou à maintenir leur poids après une cure d'amaigrissement, ont réussi à se stabiliser depuis que le régime de restriction des hydrates de carbone est entré dans la pratique. Bien qu'un gramme de glucides n'apporte que

4 calories, contre 9 pour 1 g de lipides, la restriction des sucres doit être encore plus sévère que la restriction des graisses.

LE SEL DE LA VIE

Le rôle du sel est également mieux connu depuis quelques années. La restriction sodée n'apporte en soi qu'un effet très limité dans la perte de poids. On connaît le pouvoir hygroscopique du sodium, son affinité pour l'eau : il est facile d'imaginer qu'en limitant l'entrée du sodium dans l'organisme, on favorisera l'élimination de l'eau. Pourtant, celle-ci est de peu d'intérêt.

Le poids du corps correspond à environ 70 % d'eau, la proportion étant plus élevée chez les maigres que chez les gras. Cette remarque remet à leur juste place les soi-disants « embonpoints d'eau ».

Dans l'organisme, l'eau se répartit entre les liquides extracellulaires et les liquides intracellulaires. Seuls, les premiers peuvent varier en fonction des apports de sodium. Si on supprime le sel, on obtient rapidement en peu de jours une chute de 2 ou 3 kilos qui représentent ce que le professeur Trémolieres appelle l'élasticité pondérale : il suffit de réintroduire le sel dans l'alimentation pour voir réapparaître ces kilos.

Une telle perte de poids, spectaculaire en début de cure, si elle n'est pas significative, a au moins un intérêt psychologique : elle stimule le patient dans ses efforts et lui donne le courage d'accomplir ce qui est le plus difficile : perdre ses kilos de graisse.

Il est cependant un fait reconnu : le sel est un stimulant de l'appétit. Il exalte la saveur des aliments et incite à en manger davantage. Il stimule la sécrétion des sucs digestifs. La consommation de sodium augmente d'ailleurs avec le niveau de la vie, probablement parce que la consommation des produits transformés augmente au détriment des produits naturels et que les sels de sodium sont très largement utilisés en technologie alimentaire comme agents conservateurs ou stabilisants. Peut-être faut-il mettre le sel en cause dans les diverses maladies de civilisation.

UN MECANISME MYSTERIEUX :

L'ADIPOSTAT

Le bon sens populaire l'a remarqué depuis longtemps : avec une même quantité de nourriture, le même style de vie et la même activité les uns grossissent et les autres pas. On dit qu'ils « brûlent » davantage. Les observations des spécialistes corroborent ces faits : il existe un centre régulateur de l'absorption des aliments et de la lipogénèse, c'est-à-dire de la mise en réserve des nutriments sous forme de graisses.

Les nombreuses études qui se poursuivent depuis plusieurs années, tant à l'étranger qu'en France (Dr Morin-Jomain au C.N.R.S., Pr Trémolières et Pr Apfelbaum à l'unité diététique de l'hôpital Bichat) n'ont pas encore réussi à élucider entièrement le mécanisme de cette régulation, probablement fort complexe. Dans celui-ci entrent en jeu l'hypothalamus (qui détermine les sensations de faim et de satiété), la sécrétion d'insuline et sans doute d'autres hormones.

Au niveau actuel des connaissances, quelques règles pratiques ressortent :

- l'alternance de journées de jeûne et de régime avec des journées d'alimentation normale, le système des repas sautés sont plus favorables à la formation du tissu adipeux qu'une alimentation régulière ;
- après le régime ou la cure d'amaigrissement,

il est indispensable de ne revenir à l'alimentation normale que lentement et par paliers successifs. L'organisme s'est en effet adapté à l'économie de pénurie ; lorsque celle-ci est brusquement interrompue, la reprise de poids est plus rapide que l'amaigrissement. Les kilos sont regagnés plus vite qu'ils n'ont été perdus.

Enfin, pour faciliter la réalisation du régime et mieux supporter les restrictions qu'il implique, mieux vaut fragmenter la ration en quatre ou cinq petits repas, plutôt qu'un, deux ou trois repas trop longtemps attendus.

La tendance à fabriquer des graisses a des causes profondes pour lesquelles il n'existe pas de traitement miracle. Seule, la rééducation de l'appétit et des habitudes alimentaires peut constituer un remède durable.

S. M. V.

L'OBÉSITÉ ET SES RÉGIMES

600-800 CALORIES 120-150 GRAMMES PROTIDES

Un régime aussi restrictif ne peut être réalisé qu'au cours d'une hospitalisation. C'est le jeûne protidique pratiqué dans les cliniques spécialisées à l'aide de l'hyperprotidine Guigoz, composé des protides du lait (caséine en poudre) déglucidé et entièrement écrémé. L'hyperprotidine, battue avec de l'eau, est présentée sous forme de bouillies chaudes ou glacées, aromatisées avec cacao, café soluble, vanille, etc.

1 000 CALORIES 100-120 GRAMMES PROTIDES

Assez éprouvant, mais peut être accompli à la maison sous surveillance médicale étroite... avec beaucoup de volonté. Impossible à réaliser avec des aliments normaux : il faut faire appel à des produits spéciaux : viandes maigres lyophilisées en poudre, lait écrémé, hyperprotidine, fromages et yaourts frais à 0 % de matières grasses.

Avec du fromage à 0 % de matières grasses, on peut réaliser un régime efficace à peu de frais, ce fromage étant pris en quantité illimitée au cours de nombreux petits repas, assaisonné de la façon suivante :

- avec des épices ou aromates (cumin, paprika, cardamome...) ;
- avec des herbes hachées (persil, estragon, basilic...) ;
- avec des légumes coupés menu (tomates, champignons, radis, céleri, poivrons, champignons...) ;
- avec des dés de jambon, volaille, œufs durs, poisson blanc... ;
- avec des fruits frais parfumés mais peu sucrés : fraises, framboises, myrtilles, cassis,

groseilles, citron, orange, pamplemousse, pommes...

Les boissons doivent être abondantes : thé léger sans sucre, eau minérale diurétique (Vittel, Contrexéville) ou faiblement minéralisée (Evian, Volvic, Charrier) selon l'appréciation du médecin.

1 200-1 500 CALORIES 100-120 GRAMMES PROTIDES

Sans pain ni sucre ni alcool, c'est le régime de réadaptation et d'entretien qui permet de réintroduire progressivement l'alimentation normale :

- salades et crudités, mélangées avec œufs durs et gruyère, assaisonnée avec huile de paraffine, jus de citron, moutarde sans sel...
- légumes cuits à la vapeur ou à l'étouffée, assaisonnés de très peu de beurre, fines herbes hachées ;
- viande et volaille grillée ou rôtie sans jus ;
- poisson poché arrosé de citron et fines herbes ;
- potages de légumes cuits sans beurre ni crème, assaisonnés d'herbes hachées et de gruyère râpé ;
- yaourt, lait écrémé, fromage à 0 % de matières grasses ;
- fruits (sauf raisin, figues, bananes, amandes et noix) ;
- boisson : thé, café, eau minérale.

1 600-1 800 CALORIES 80-100 GRAMMES PROTIDES

Régime de croisière de tous les sujets dont la vie privilégiée et confortable exige peu de dépense énergétique. Avec une alimentation raisonnable et variée, il peut suffire à ces sujets de se garder du sucre et de l'alcool pour garder un poids idéal.



PRODUITS DIETETIQUES ET PRODUITS DERMATOLOGIQUES

Un effort d'assainissement était nécessaire au niveau de la production et de la commercialisation des produits alimentaires dits «diététiques» ou de «régime». Ceux-ci existent bel et bien et peuvent se ranger parmi les plus précieux auxiliaires de la médecine moderne. Parallèlement, de trop nombreux produits miracles, relevant de la mystique plus que des sciences de la nutrition, risquaient de faire le plus grand tort aux branches spécialisées de l'industrie alimentaire.



DIETIQUES D'ALIMENTATION

La seconde moitié du XIX^e siècle a vu se développer, grâce au progrès du machinisme et à l'apparition de technologies et procédés nouveaux tels que l'appertisation, la production d'aliments par voie industrielle. Mais c'est au cours des cinquante dernières années, et surtout depuis la fin de la deuxième guerre mondiale que l'industrie ali-

mentaire a connu son véritable essor. Au point qu'elle occupe aujourd'hui, par l'importance de son chiffre d'affaires, le deuxième ou le troisième rang (suivant les critères retenus) de l'activité économique française.

Cette expansion est le résultat des profondes transformations du monde moderne — augmentations démographiques, énormes concentrations urbaines, conditions et contraintes nouvelles de l'habitat et du travail, avec toutes leurs conséquences économico-sociales — mais elle répond aussi à l'évolution accélérée des habitudes de vie parmi lesquelles la *manière de se nourrir* occupe une place prépondérante.

Aujourd'hui, le consommateur attend de l'industrie alimentaire autant et plus un « service » qu'une nourriture. Souvent même, plus soucieux d'hygiène, mieux informé des phénomènes nutritionnels et conscient de leur importance, il est porté à lui demander sinon une solution, au moins une contribution aux problèmes de son régime alimentaire, de sa « *diète* ».

De son côté, bénéficiant de l'accroissement des connaissances dans le domaine de la physiologie et de la pathologie humaine et dans celui de leurs rapports avec la nutrition, le médecin — l'hygiéniste — accorde à l'industrie une attention de plus en plus grande. Très souvent, il se tournera vers le fabricant de produits alimentaires pour lui demander d'être en quelque sorte son auxiliaire.

Cet aspect nutritionnel de la qualité des aliments — les besoins du consommateur et les exigences du médecin — ne pouvait échapper à l'industrie elle-même. Sa connaissance de plus en plus profonde des matières premières qu'elle emploie, jointe à l'amélioration constante de ses moyens techniques, l'a mise plus à même de concevoir et de créer des variétés de produits bien définis, aptes à satisfaire des besoins précis.

DES PRODUITS TRES DIVERS

Au sein de l'industrie alimentaire s'est ainsi créée une branche d'activité orientée vers la production d'aliments spécifiques qualifiés de *diététiques*. On trouve aujourd'hui sur le marché une extrême diversité de ces produits, offerts à la vente dans des magasins spécialisés, dans les pharmacies, ou dans les magasins d'alimentation générale. Cette diversité s'accompagne souvent d'une grande fantaisie dans les appellations, les littératures ou les publicités, fantaisie qui n'est pas sans désorienter l'acheteur éventuel, ni inquiéter le médecin-nutritionniste.

En fait, le terme de diététique et la notion qu'il recouvre prête à confusion et à interprétations multiples ; son *extension* et sa *compréhension*, comme disent les logiciens, varient selon les continents, les pays et surtout les milieux où il est employé (milieu scientifique, médical, grand public...). Par voie de conséquence le produit lui-même est assez malaisé à définir. La situation est d'autant plus complexe que les uns considèrent avant tout l'aspect paramédical de l'alimentation (il existe d'ailleurs une *diététique thérapeutique*)¹.

Les autres, partant du postulat que l'alimentation moderne est de plus en plus sophistiquée, assignent au produit diététique un rôle essentiel dans le retour à des denrées plus saines, voire, disent-ils, « naturelles ». Certains producteurs, enfin, se réclamant d'écoles pseudo-philosophiques, offrent aux consommateurs des *produits-miracles* dont la présentation relève du charlatanisme ou au moins de l'obscurantisme. Est-ce à dire, comme le professeur Gounelle de Pontanel en exprimait récemment la crainte, que, de ce « charlatanisme et de cet obscurantisme qui ont présidé à sa naissance, jamais la diététique ne pourra se remettre » ? La réglementation qu'il contribue lui-même si ardemment à faire établir, tant sur le plan européen que national, est une des raisons qui permettent d'affirmer que cette crainte n'est pas fondée. Il est bien vrai que cette réglementation s'imposait, dans un domaine qui concerne de si près la santé, c'est-à-dire le mieux-être de l'homme, et l'on peut s'étonner qu'elle ne soit pas intervenue plus tôt. Mais il a fallu, au préalable, une prise de conscience par tous les milieux intéressés des problèmes posés par la nécessité d'une alimentation plus équilibrée, plus saine, et surtout mieux adaptée à l'environnement de l'homme moderne. Il a fallu aussi que peu à peu se dégage une conception commune, dans ses grandes lignes, de la diététique. Elle s'est constituée au fil des travaux menés au niveau des organisations internationales, comme la FAO, l'OMS (codex alimentarius), la CEE ou au sein des administrations nationales.

DEFINIR L'ALIMENT DIETETIQUE

Quelle est donc cette conception commune ou qui tend, de plus en plus, à le devenir ? Elle ressort clairement des définitions admises par les trois instances internationales citées, et à l'élaboration desquelles ont participé, il convient de le souligner, les représentants du secteur industriel.

Que l'on se réfère à l'un ou l'autre des textes, est réputé *diététique* l'aliment simple ou composé qui, en dehors de la qualité des matières premières mises en œuvre et du soin apporté à leur utilisation, se distingue des denrées ou boissons de consommation courante, soit par



Fotogr

un processus particulier de fabrication, soit par l'addition ou la soustraction de substances, opérations qui lui confèrent des qualités propres en vue d'une alimentation spécialement définie, ou qui entre dans le cadre d'un régime particulier. Il apparaît donc :

- que le produit diététique, s'il se distingue du produit de consommation courante, reste un *aliment* et ne peut être assimilé à un produit pharmaceutique ;
- qu'il doit présenter des *propriétés particulières*, ce qui suppose ou un processus de fabrication spécial, ou un ajout ou une soustraction de substances déterminées ;
- qu'il doit convenir à une alimentation spécialement définie, c'est-à-dire qui réponde « aux

(1) Voir les travaux fondamentaux du Docteur J. Trémolières, professeur de biologie générale au Conservatoire des Arts et Métiers.



Dans le traitement de divers états pathologiques, la médecine fait appel à des aliments d'origine industrielle de composition très spécifique. A côté de cette diététique médicale, d'autres produits se rattachent plutôt à une alimentation réputée naturelle. Il existe, dans ce domaine, des restaurants spécialisés et des établissements où l'on peut à la fois s'approvisionner et consommer.



besoins nutritionnels de personnes se trouvant dans des conditions physiologiques particulières ou dont l'état de santé exige une alimentation appropriée ».

Cette conception de la nature et des caractères spécifiques des produits diététiques permet, non d'en établir une liste exhaustive, mais d'en proposer une classification par grands groupes.

- Dans les pays européens, on est à peu près unanimes pour considérer que les *aliments pour nourrissons et la première enfance* constituent la première et la plus importante catégorie de produits diététiques.

- Un second groupe d'aliments répond exactement à l'une des conditions exprimées par la définition. Il comprend les aliments élaborés

en fonction des besoins nutritionnels provoqués par certains états anormaux ou pathologiques. C'est en France ce qu'on désigne sous le terme de « produits de régime ». Par exemple, les produits pour régimes nécessitant un apport protéique particulier, pour régimes pauvres en sodium, hypoglucidiques, hypocaloriques, etc.

- Une dernière catégorie couvrirait les *aliments de l'effort et de la croissance*, ceux destinés aux besoins nutritionnels de l'homme sain dont l'organisme est soumis à un effort exceptionnel comme le sont les sportifs, les astronautes. Ceux encore qui répondent aux besoins résultant de tel ou tel état physiologique particulier : croissance, convalescence, grossesse, allaitement...

UNE SEVERITE NECESSAIRE

On admet aisément — et les fabricants en tout premier lieu — que dans un domaine où ce ne sont plus des motivations gustatives, organoleptiques, qui déterminent l'acheteur, mais la valeur nutritionnelle du produit, la réglementation soit précise et sévère.

Parce qu'ils satisfont des besoins nutritionnels, les produits diététiques doivent être considérés comme des aliments et, en tant que tels, être soumis aux règles générales du droit alimentaire. Leur destination particulière justifie en outre que leur soient appliquées des exigences spécifiques, notamment en matière d'adjuvants et d'étiquetage. Pour cette catégorie de produits, la présentation joue en effet un rôle considérable. C'est précisément dans les mentions utilisées que se manifeste trop souvent ce charlatanisme qui fait tant de tort à l'industriel sérieux. Toutes les réglementations qui se mettent en place dans le monde reflètent une même volonté d'assainissement.

Avec le décret du 25 mars 1966, la France a fourni en la matière un modèle intéressant, bien que le caractère assez restrictif de certaines dispositions puisse constituer *un frein à l'innovation*. Dans un secteur en plein développement où la recherche constitue un impératif absolu, de telles restrictions pourraient s'avérer extrêmement fâcheuses. Toujours est-il que sans donner à proprement parler une définition du produit diététique, ce décret lui reconnaît la nature et les caractéristiques rappelées précédemment.

Admettant notamment qu'il s'agit bien d'un *aliment*, il ne le soumet pas à la délivrance d'une autorisation préalable et n'apporte aucune restriction à la liberté de commercialisation. En contrepartie :

- il écarte, bien entendu, toute mention de propriétés curatives ou préventives (qui en feraient un médicament) ;
- il prévoit une déclaration aux services préfectoraux avec dépôt d'un dossier comportant l'analyse du produit, des renseignements sur sa composition, la production des étiquetages et documents publicitaires ;



Les craintes suscitées par la détérioration de « l'environnement » ont donné un nouvel essor à la commercialisation de certains produits.

— l'obligation, enfin, de mentionner sur l'emballage, outre la dénomination et l'adresse du fabricant : la composition qualitative, la teneur en glucides, protides, lipides, la valeur calorique, la teneur en tous composants ou éléments conférant la propriété diététique particulière du produit.

En réalité, et il en est de même de la proposition de directive de la commission européenne, le décret du 25 mars 1966 est une législation « cadre » fixant des principes et des lignes générales. Il doit être complété par différents arrêtés d'application. Certains sont déjà publiés, tel celui du 28 mars 1968 concernant les « produits convenant aux régimes hyposodés », les « produits diététiques à teneur garantie en certaines vitamines ou certains acides aminés essentiels ». D'autres sont en préparation, relatifs aux produits pour régimes hypocaloriques, aux produits de l'effort et notamment pour sportifs,

aux aliments pour nourrissons (laits dits « diététiques »), etc.

Progressivement se construit donc une réglementation solide, reposant sur de sérieuses bases scientifiques. Elle est élaborée au sein d'une commission⁽¹⁾ où siègent de nombreux médecins et spécialistes de la nutrition.

UN PRECIEUX AUXILIAIRE

Il est intéressant de noter que l'industrie (ainsi d'ailleurs que les distributeurs et les consommateurs) a été associée à ces travaux de réglementation. Elle a pu y exposer ses points de vue et surtout mieux faire comprendre les servitudes auxquelles le producteur est astreint. Il lui a été donné, à son tour, de mieux apprécier les difficultés de l'administration chargée d'appliquer les textes et de contrôler le marché.

Mieux instruite des préoccupations des milieux scientifiques et médicaux, l'industrie a été en quelque sorte encouragée (ce qui n'est un paradoxe qu'en apparence !) par la mise au point d'un dispositif réglementaire. Elle est parvenue à mieux prendre conscience du rôle prépondérant qu'elle peut jouer dans le développement d'une *hygiène de vie* par l'alimentation, que les conditions de la vie moderne imposeront de plus en plus.

Ce rôle, elle ne peut l'assurer qu'en liaison avec le corps médical. Il doit être son conseiller, en même temps qu'il est, auprès du consommateur, le prescripteur du produit. De plus en plus, le médecin sera conduit à faire appel à l'industrie. Déjà de nombreux produits ont été mis en fabrication et sur le marché à la demande du médecin :

- les laits *diététiques* se rapprochant du lait maternel ;
- les *pâtes à potage sans protéines* ;
- les aliments *pauvres en sodium* ;
- les aliments destinés à *éviter le « dopage »* aux sportifs...

Le plus souvent, les entreprises qui se sont spécialisées dans la production de cette catégorie d'aliments que sont les produits diététiques, comptent parmi leurs collaborateurs des médecins ou des pharmaciens. Elles disposent — grâce à des efforts financiers importants — de laboratoires de recherches. On peut donc penser que l'industrie sera de plus en plus capable de répondre à la demande du consommateur et du praticien.

Mais il serait également souhaitable, dans l'intérêt de tous, qu'une place plus importante soit réservée, dans la formation médicale, aux sciences de la nutrition. C'est en effet non seulement le traitement de nombreuses maladies, mais leur prévention qui dépend pour une grande part d'une bonne *diététique*.

E. DESPORTES DE LINIÈRES

(1) Cette commission a été créée à l'initiative du professeur Gounelle, de Pontanel, qui en assume la présidence.

NUTRITION ET JOURNEE CONTINUE



Fotogram

Boulevard Saint-Michel : ce comportement-là n'est pas chose nouvelle.

La journée dite « continue », qui tend de plus en plus à s'imposer dans le cadre de la vie urbaine, obligera à reconsidérer nos habitudes les mieux ancrées en matière de rythme et de composition des repas. C'est ce qui ressort de multiples enquêtes alimentaires réalisées en milieu professionnel ou en milieu scolaire.

Le rythme de travail traditionnel comporte une interruption de deux heures, ou parfois plus, pour le repas du milieu de la journée consommé à la maison.

Dans la civilisation urbaine en train de se généraliser, en raison de l'allongement des trajets, une interruption de deux heures devient trop courte pour ceux qui veulent rentrer chez eux et beaucoup trop longue pour ceux qui veulent manger à proximité du lieu de travail. L'écourttement de la pause de midi est à souhaiter, au profit d'un temps de loisirs plus long après le

travail. C'est pourquoi l'alimentation collective tend, à midi, à se généraliser, aussi bien pour la population active que pour la population scolaire, dans le cadre d'une journée de travail « continue » ou plus exactement « contractée ». Cette tendance est bien montrée par une enquête de l'I.N.S.E.E. publiée en 1970 qui compare le comportement dans le complexe résidentiel de Paris à celui des autres agglomérations (voir tableau en bas de page).

On constate qu'à Paris, plus de la moitié de la population active ou scolaire consomme le repas de midi hors du domicile et qu'un quart de ces individus sont nourris dans une cantine. Dans les autres agglomérations, 20 % des personnes seulement prennent leur repas hors de chez elles ; mais il ne paraît pas douteux que le comportement observé dans la région parisienne va se généraliser. Bien entendu, l'alimentation collective n'est pas l'alimentation familiale et le passage de l'une à l'autre ne se fait pas sans difficultés. Celles-ci ne tiennent pas forcément au mauvais équilibre ou à la mauvaise préparation de l'alimentation collective, mais aussi à l'insatisfaction des habitudes propres de chacun, qui ne correspondent pas forcément à l'idéal.

C'est donc souvent dans un climat passionnel que l'on demande au nutritionniste de donner son avis. Comme nous allons le voir, cet avis n'est pas toujours très facile à formuler.

D'après le dictionnaire de Trevoux de 1771 « le dîner (que nous appelons maintenant déjeuner)

est le repas qui se prend au milieu du jour et, dans presque toute l'Europe, il passe pour le principal repas et — si nous en croyons les médecins — il est plus sain de faire passer le grand repas sur le midi que le soir ».

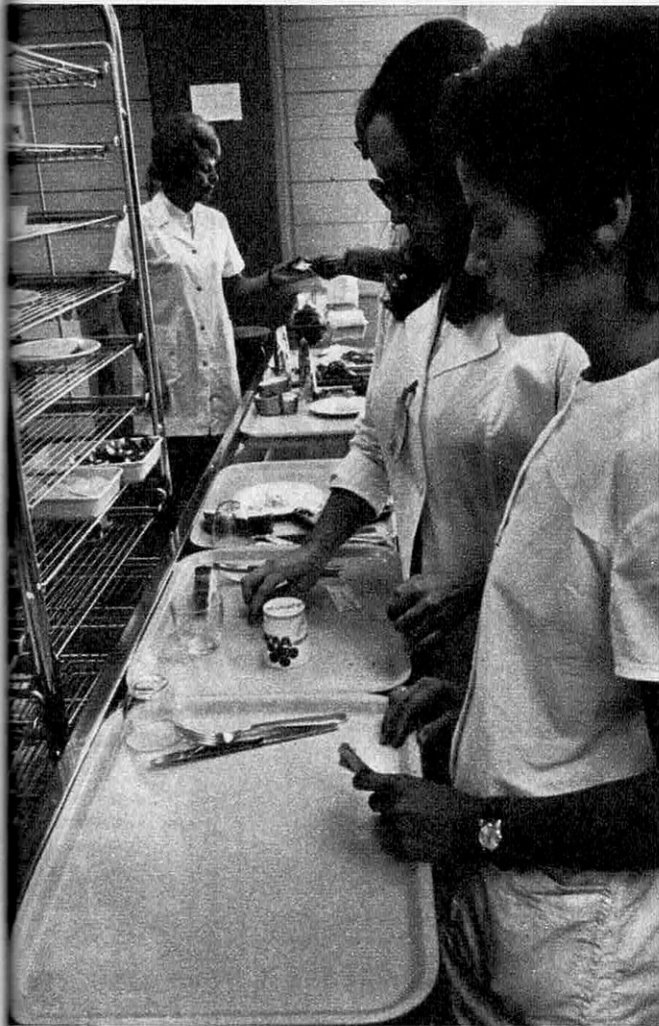
Il semble que, 200 ans plus tard, l'opinion et le comportement d'un grand nombre de Français n'aient guère changé. Tout au plus, vers la fin du XVIII^e siècle, dans les villes, le repas de midi s'est-il un peu allégé au profit du repas du soir, celui que nous appelons maintenant dîner.

On peut essayer par le raisonnement d'estimer la part du repas de midi dans la ration de 24 heures. En admettant que le nombre des repas puisse varier d'un à cinq et que les éventualités les plus fréquentes sont deux, trois ou quatre, avec des repas de midi et du soir plus importants et presque jamais omis, la part du repas de midi serait de l'ordre de 30 à 50 % de la ration. On dispose de peu d'informations pour étayer cette supposition. Une de nos enquêtes de la section nutrition de l'I.N.S.E.R.M., parue en 1962, avait mis en évidence — dans une usine — une ration moyenne de midi apportant 38 à 41 % de la ration de 24 heures quel que soit l'horaire de travail (normal, du matin, de l'après-midi ou de nuit). En Lorraine dans une enquête faite sur le même modèle en 1967 par M. Debry, la part du repas de midi variait de 30 à 38 %. On peut se demander si une part aussi importante revenant au repas de midi dans la ration de la journée est physiologiquement adéquate.

Proportion d'individus de la population active ou scolaire ⁽¹⁾ ayant pris au moins, au cours d'une semaine, quatre repas de midi au même endroit (en pourcentage)

	Com- munes rurales	Villes et agglomérations			Com- plexe résiden- tiel de Paris	En- semble
		Moins de 20 000 habi- tants	20 000 à 200 000 habi- tants	200 000 habi- tants et plus		
Proportion d'individus ayant pris au moins quatre repas de midi :						
● Dans le logement	80,0	79,2	81,8	77,1	47,1	73,6
● Dans un restaurant	3,8	5,5	3,5	4,7	9,8	5,2
● Dans une cantine (d'entreprise ou scolaire)	7,7	6,9	6,8	7,7	24,5	10,6
● Dans un café (casse-croûte)	—	0,2	—	0,1	0,5	0,1
● En gamelle (casse-croûte ou repas emporté)	2,8	4,0	2,0	3,0	9,0	4,0
● Comme hôte payant dans un autre foyer	3,0	1,6	1,8	1,8	2,7	2,4
● Autres cas	2,7	2,6	4,1	5,6	6,4	4,1

(¹) Agés de 14 ans et plus



Une nécessité croissante : les restaurants d'entreprise.

JOURNEE « CONTRACTEE » **ET PHYSIOLOGIE**

Comment agit — sur l'état physique et psychique des travailleurs — chaque prise d'aliments ou de boissons en fonction de son importance, de sa nature et de l'heure ? Cet effet comprend les conséquences physiologiques de l'activité digestive et l'action propre des aliments et des boissons assimilés. Ils peuvent être étudiés, soit par des tests de laboratoire, soit dans les conditions usuelles du travail (productivité, performances sportives, par exemple).

La productivité est maximum au milieu de chaque demi-journée, puis elle diminue. On peut interpréter que le temps écoulé depuis le repas précédent joue un rôle et que le meilleur moment se situerait une à deux heures après. Immédiatement après le repas, une lassitude transitoire peut s'expliquer par des modifications circulatoires : redistribution du sang vers la cavité abdominale ; baisse du volume sanguin liée aux sécrétions digestives. On peut aussi incriminer l'insuline : après le repas, le sucre sanguin augmente, ce qui entraîne une sécrétion d'insuline ; celle-ci peut dépasser son but et entraîner une chute passagère de la glycémie au-dessous de la normale, d'où une sensation

de malaise. Toutes ces perturbations sont d'autant plus marquées que le repas est plus important.

Les performances sportives sont nettement défavorisées par le jeûne ou par un repas pris immédiatement avant. L'abondance du repas semble sans importance s'il a été pris deux heures plus tôt.

L'étude en laboratoire des performances physiques a également montré l'effet défavorable du jeûne. L'importance du repas joue un rôle à court terme. Les tests sont meilleurs après un repas apportant 25 % des calories de la journée qu'après un repas en apportant 40 %. Ces diverses données plaident en faveur d'un petit déjeuner du matin suffisant. Pour ce qui est du repas de midi, son importance devrait être — semble-t-il — ajustée en fonction de la durée de la pause. Un repas de midi apportant 40 % des calories est sans inconvénient s'il y a une pause de deux heures. Mais en cas de pause écourtée, il risque d'être mal supporté dans l'immédiat. L'observation de sujets travaillant suivant le rythme des trois huit (5 h à 13 h, 13 h à 21 h, 21 h à 5 h) nous a d'ailleurs montré que le repas consommé au cours d'une courte pause au milieu du travail (qui se situe, par rapport à ce rythme, au même moment que le repas de midi dans un horaire normal en journée contractée) était de l'ordre de 25 % des calories.

Ainsi, dans le cadre de la journée contractée, un amenuisement substantiel de notre repas de midi paraît souhaitable. Ce qui pose, comme nous allons le voir, toutes sortes de problèmes. Auparavant il est impossible de passer sous silence le problème des boissons alcoolisées, qui peuvent entraîner des perturbations beaucoup plus grandes qu'un repas de midi excessif ou un petit déjeuner insuffisant.

Les effets des boissons alcoolisées ont été étudiés dans leurs rapports avec les risques d'accidents et par l'étude des performances psychomotrices. Jusqu'à une alcoolémie de 0,25 g par litre, qui peut être atteinte avec un quart de litre de vin, le risque d'accident n'est pas augmenté ; le risque double pour une alcoolémie de 0,25 à 1 g et triple pour une alcoolémie supérieure à 1 g. L'étude des performances psychomotrices montre une altération beaucoup plus rapide des réponses aux tests en fonction de la fatigue. Le professeur Metz a constaté que, dans les mêmes conditions de fatigue, pour une alcoolémie de 0,40 g qui peut être atteinte avec un demi-litre de vin, le nombre d'erreurs est doublé par rapport aux témoins consommant de l'eau. Par contre, le café paraît avoir un effet favorable. La quantité de boissons alcoolisées ne devrait donc pas dépasser un quart de litre de vin consommé uniquement au repas de midi. Pour satisfaire le besoin de boissons au cours du travail, il est souhaitable de développer l'offre de boissons non alcoolisées fraîches (eaux, sodas, jus de fruits, etc.) ou stimulantes (café, thé).

En définitive si l'allègement du repas de midi doit être recherché, il n'a d'intérêt que si en même temps il n'y a pas abus de boissons alcoolisées.

REPAS DE MIDI ET NOMBRE DES REPAS

Comment, pratiquement, parvenir à l'allègement du repas de midi ? Il est évident que, si le repas de midi est moins important, il faut, pour compenser, qu'une quantité de nourriture supplémentaire soit consommée à d'autres repas.

La première idée qui vient à l'esprit est d'augmenter les autres repas traditionnels, mais il est facile de voir qu'un repas de midi qui apporterait 25 à 30 % des calories conduirait à consommer 70 à 75 % des calories le soir, ce qui est énorme. Le petit déjeuner est donc indispensable. Mais peut-on parvenir à une répartition correcte avec seulement trois repas ?

On peut proposer comme règle d'une répartition correcte que chaque repas doit couvrir les besoins énergétiques jusqu'au repas suivant. C'est de cette façon que le stockage d'énergie sous forme de graisse — générateur d'obésité — sera le moins important. De cette façon aussi se trouve limitée la destruction tissulaire liée à la mobilisation des protides pour les dépenses énergétiques au cours du jeûne prolongé. D'après les mesures qui ont été faites des dépenses d'énergie au cours de diverses activités, il est possible d'estimer les dépenses énergétiques. Par exemple, d'après Passemore, la dépense d'énergie est de 1 calorie par minute au cours du sommeil. Au cours de l'activité hors travail elle est de 2 à 3 calories par minute. Au cours du travail elle est de 1,5 à 3 calories par minute dans les conditions actuelles du travail urbain.

Si on prend l'exemple d'un sujet dont le travail sédentaire est effectué de 8 h à 12 h et de 13 h à 17 h, qui dort de 22 h à 6 h, prend ses repas à 7 h, 12 h et 20 h et dont l'activité physique en dehors du travail est assez importante, on peut calculer que sa dépense énergétique est de :

540 calories de 7 h à 12 h,

1 180 calories de 12 h à 20 h,

1 020 calories de 20 h à 7 h.

Le total est de 2 640 calories, de sorte que la répartition serait la suivante :

Petit déjeuner : 20 % des calories,

Déjeuner : 41 % des calories,

Dîner : 39 % des calories.

Il est stupéfiant de constater à quel point le déjeuner de midi à la française — pléthorique dans le cadre d'une pause de midi écourtée — est bien adapté à la répartition en trois repas de l'alimentation suivant nos horaires habituels. Appliqué à des sujets ayant une dépense énergétique nettement plus faible (2 200 calories) ou nettement plus élevée (3 400 calories), le

même calcul donne un pourcentage de dépenses énergétiques entre 12 h et 20 h peu différent de l'exemple cité ci-dessus (39 à 43 % des calories au lieu de 41 %).

DES ENQUETES SIGNIFICATIVES

Dès lors que, tôt ou tard, la pause courte va se généraliser, la solution raisonnable est de proposer des prises d'aliments supplémentaires. En faveur de cette proposition militent les résultats de deux enquêtes.

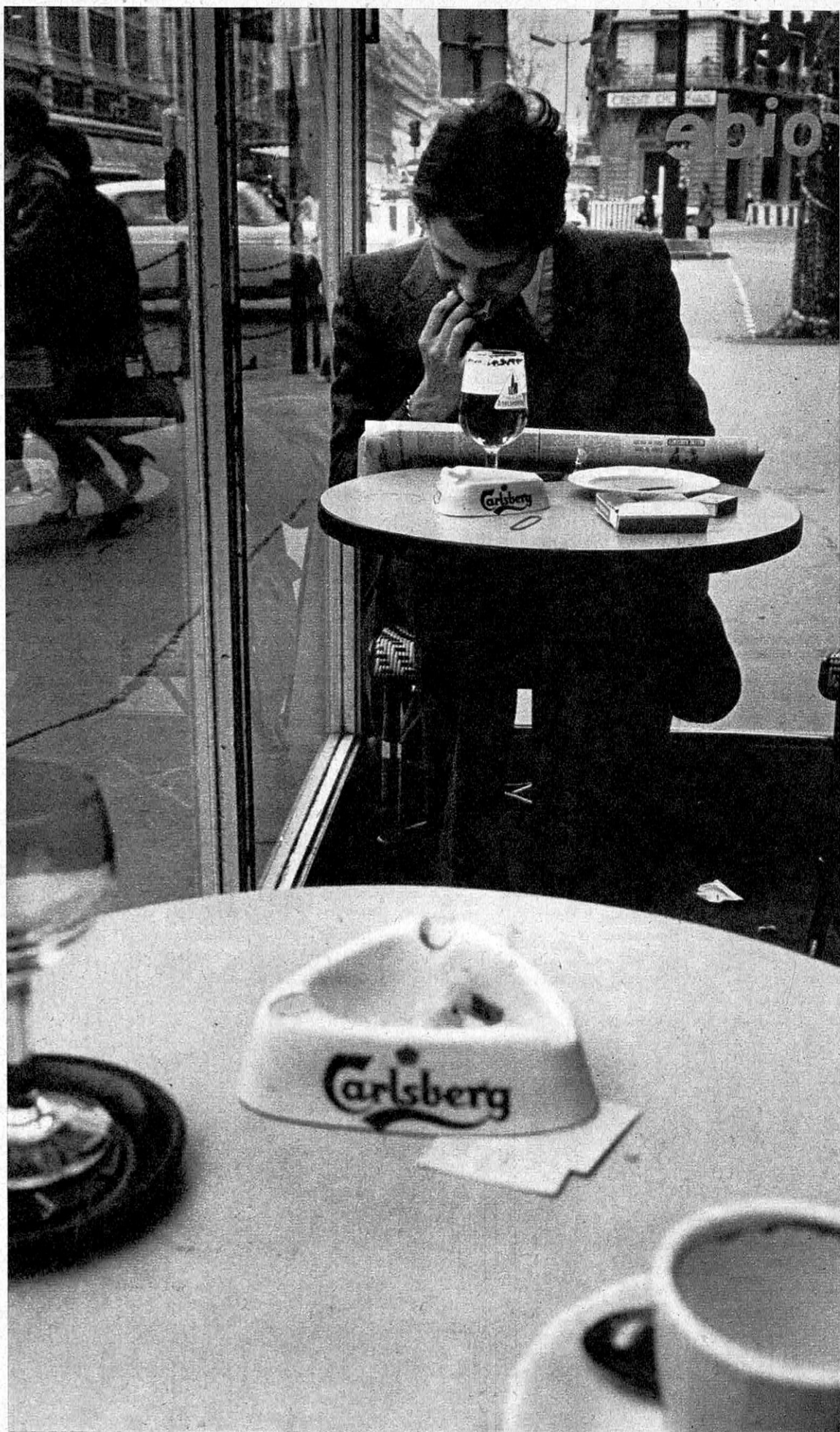
Haggard et Greenberg ont étudié dans une fabrique de sandales la productivité horaire en fonction du nombre des repas. Sur quarante travailleurs habitués à trois repas, vingt servaient de témoins et conservaient leurs habitudes ; les vingt autres consommaient par périodes successives de deux semaines, trois ou cinq repas. L'effet est très net :

Groupe expérimental		Groupe témoin	
Nombre de repas	Production horaire moyenne	Nombre de repas	Production horaire moyenne
3	175	3	183
5	192	3	184
3	176	3	183
5	194	3	184
3	176	3	184

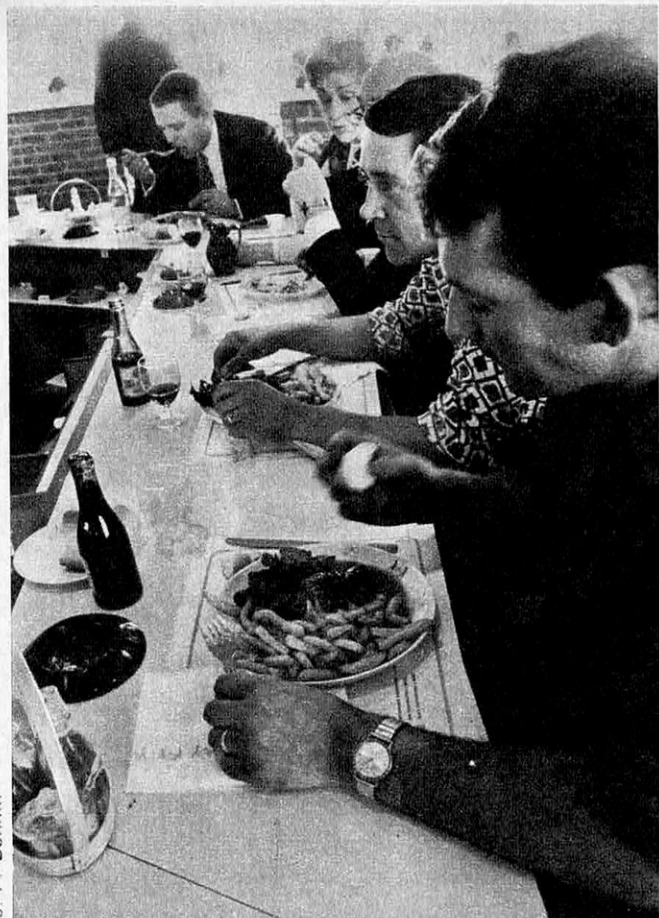
Plus récemment, Fabry a fait une enquête dans un échantillon de population sur les corrélations entre le nombre de repas quotidiens et divers signes connus comme facteurs de risques d'athérosclérose : obésité, hypertension artérielle, hypercholestérolémie. Il a constaté que plus les repas étaient nombreux, moins ces facteurs de risque étaient fréquents. Pour notre part, à la section nutrition de l'I.N.S.E.R.M., nous avons fait une constatation analogue. Sur un groupe professionnel homogène de 47 à 53 ans, il existait une corrélation négative très significative entre le nombre des repas et le degré d'embonpoint.

Ainsi, que ce soit pour la productivité ou pour la bonne santé, la multiplication des repas paraît opportune.

Cependant, il est possible de discuter les résultats que nous avons rapportés. En ce qui concerne la productivité, plusieurs enquêtes ont montré l'effet favorable de pauses sans prise alimentaire au milieu des deux demi-journées de travail. Ainsi, les repas supplémentaires n'amélioreraient la productivité que parce qu'ils introduisent des pauses. Pour ce qui est de la relation avec l'embonpoint, il se pourrait que les sujets les plus gros cherchant à limiter leur ration alimentaire, le nombre des repas ne soit pas la cause, mais la conséquence de l'obésité. Il paraît néanmoins acquis que lorsque le repas de midi est pris au cours d'une pause courte, il vaut mieux qu'il n'apporte que 25 % des calo-



Sur le pouce
et dans de
mauvaises
conditions,
ce repas
risque fort
d'être
insuffisant.



Le repas rapide peut être relativement trop copieux.

ries. Il ne paraît pas opportun d'ajouter aux deux autres repas les 15 % des calories qu'on a retiré du repas de midi. Il serait donc souhaitable d'organiser des pauses au milieu de la matinée et au milieu de l'après-midi, avec prises alimentaires représentant en tout 15 % des calories. Ces collations seraient probablement à prédominance glucidique (biscuits, pâtisseries, fruits avec du café ou une boisson glacée non alcoolisée). On pourrait donc maintenir à midi les rations habituelles de viande et de fromage (et éventuellement de lait ou de dessert lacté).

De cette façon l'éventuelle insuffisance du petit déjeuner pourrait être compensée, évitant « le coup de pompe » de 11 h ; le repas de midi abordé avec moins d'appétit serait plus facilement réduit en volume ; la collation de l'après-midi compenserait la relative insuffisance du repas de midi pour couvrir les besoins énergétiques jusqu'au soir.

Telle est l'utopie qu'on peut proposer. Il faudrait qu'elle recueille à la fois l'approbation des employeurs et des salariés, ce qui est certainement beaucoup demander. En attendant, il n'est pas interdit d'essayer de confronter cette utopie avec les informations dont on dispose sur la répartition de l'alimentation chez des sujets consommant en collectivité leur repas de midi.

D'AUTRES RESULTATS D'ENQUETES

Quelques enquêtes ont porté sur la fréquence de consommation des différents repas. Voici par exemple les résultats de deux enquêtes chez des travailleurs du bâtiment :

	<i>Sivadon et Rech</i>	<i>Mme Poin- teau-Pou- linguen</i>
Petit déjeuner :	49 %	44 %
Casse-croûte :	80 %	96 %
Déjeuner :	100 %	100 %
Goûter :	23 %	10 %
Dîner :	100 %	100 %

On voit que le déjeuner et le dîner sont constants, le casse-croûte très fréquent, le petit déjeuner assez fréquent et le goûter plus rare. Il n'est pas impossible que cinq repas soient consommés, mais on peut penser que le plus souvent il y en a trois, parfois quatre.

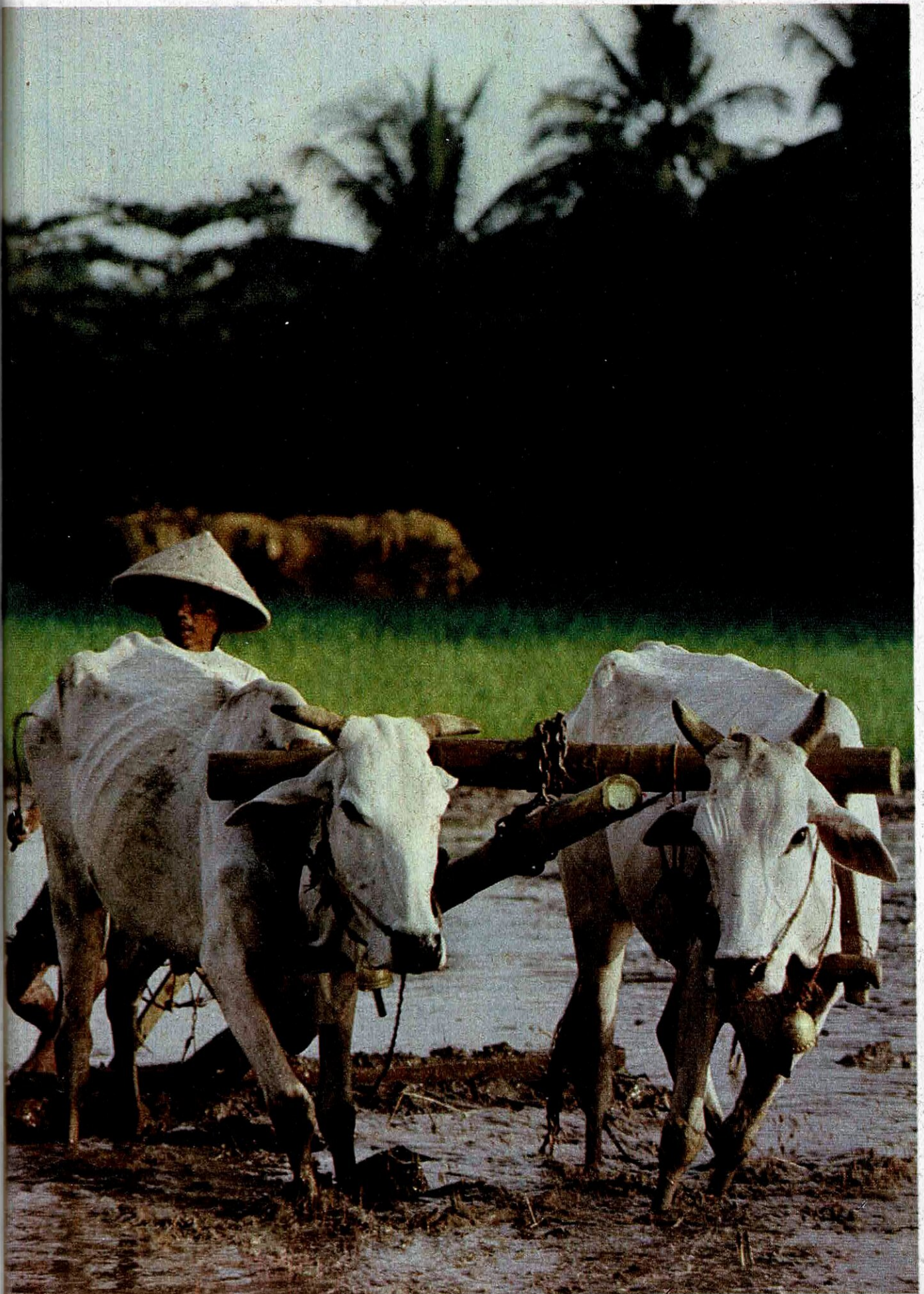
P. Housset a rapporté son expérience sur l'alimentation des travailleurs dans une grande usine métallurgique. L'absence totale de petit déjeuner était très rare (5 %), l'absorption exclusive d'un liquide chaud figurait dans 44 % des cas et un petit déjeuner plus substantiel dans 51 % des cas. Dans 40 % des cas, un sandwich était consommé dans la matinée, de sorte que le plus souvent, il y avait au moins un repas le matin. Le repas offert à midi dans le restaurant de cette entreprise représentait 1 400 calories, c'est-à-dire 40 % de 3 650 calories, chiffre tout à fait conforme, malgré une interruption courte, à la tradition française.

Dans les cantines scolaires, la situation est extrêmement diverse, ainsi que le montre une enquête que nous avons réalisée sur 122 cantines scolaires de quatre départements.

Le tableau suivant en donne la répartition :

Pourcentage de la ration de midi rapporté aux rations recommandées des 24 heures

	Rations inférieures à 25 % de la ration recommandée (% des cantines)	Rations de 25 à 40 % de la ration recommandée (% des cantines)	Rations supérieures à 40 % de la ration recommandée (% des cantines)
Calories	25 %	34 %	41 %
Protéines animales	29 %	56 %	15 %
Protéines totales	13 %	69 %	18 %



A Java, la plus peuplée des terres de l'archipel indonésien et l'une des plus riches, le labour d'une rizière.



Les rations inférieures à 25 % du besoin des 24 heures sont nettement insuffisantes. Les rations supérieures à 40 % sont larges. Le problème principal est posé par les protéines d'origine animale dont la ration à midi est, dans 29 % des cas, inférieure à 25 % de la ration recommandée pour les 24 heures.

C'est pourquoi des recommandations ont été établies pour que l'apport en protéines animales de ce repas soit au moins de 15 g. Si se posent des problèmes de financement, il faut se rappeler que les protéines du lait et du fromage ont la même valeur que les protéines de viande et sont beaucoup moins coûteuses. Trente grammes de fromage (un huitième de camembert) ou un quart de litre de lait appor-

tent 7 à 8 g de protéines, c'est-à-dire autant que 50 g de viande.

Si la journée contractée était appliquée aux écoliers, il serait logique de réduire systématiquement l'apport de midi à 25 % des rations recommandées et de distribuer un quart de litre de lait l'après-midi.

QUE CONCLURE ?

Un résumé des principales données se dégageant de cette brève étude sera notre conclusion. Dans le cadre de la journée contractée, il semble que le déjeuner doit être limité à 25-30 % des calories des 24 heures. La condition physique est mauvaise immédiatement après un repas plus important.



Fotogram

Les rations servies dans les cantines scolaires sont parfois insuffisantes et mal équilibrées.

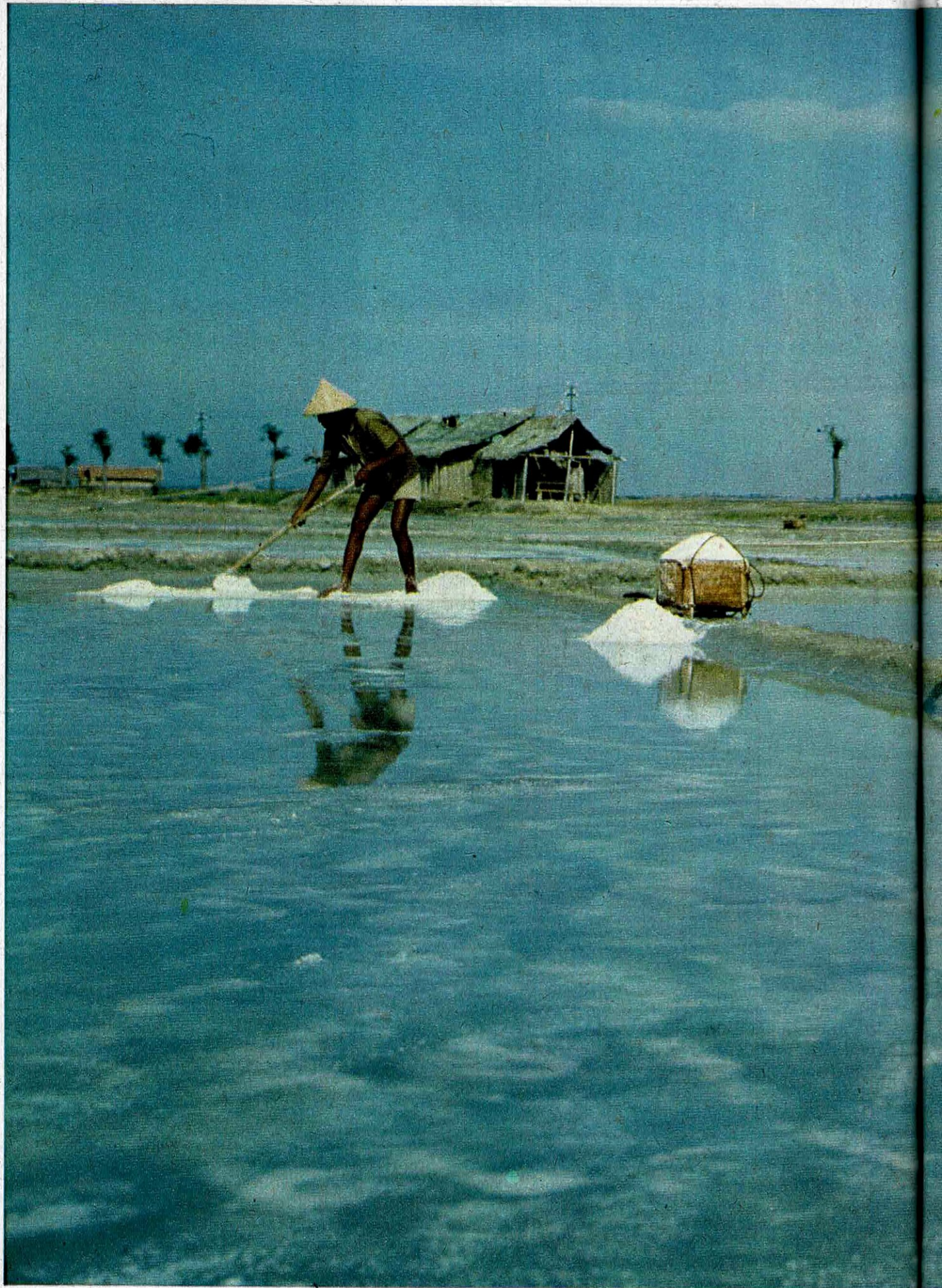
Dans la tradition française, on trouve le plus souvent un maximum de trois repas dont celui de midi apporte environ 40 % des calories. Ce repas de midi important paraît bien adapté à une pause de deux heures au moins au milieu de la journée et permet de couvrir les besoins énergétiques jusqu'à un repas du soir consommé vers 20 h.

A partir du moment où on propose l'allègement du repas de midi lorsque la journée contractée est appliquée, il est logique de proposer des collations au milieu de la matinée et de l'après-midi, à l'occasion de pauses dont l'intérêt semble d'ailleurs démontré. Ces collations seraient probablement pauvres en protéines animales et riches en glucides. Il faudrait donc

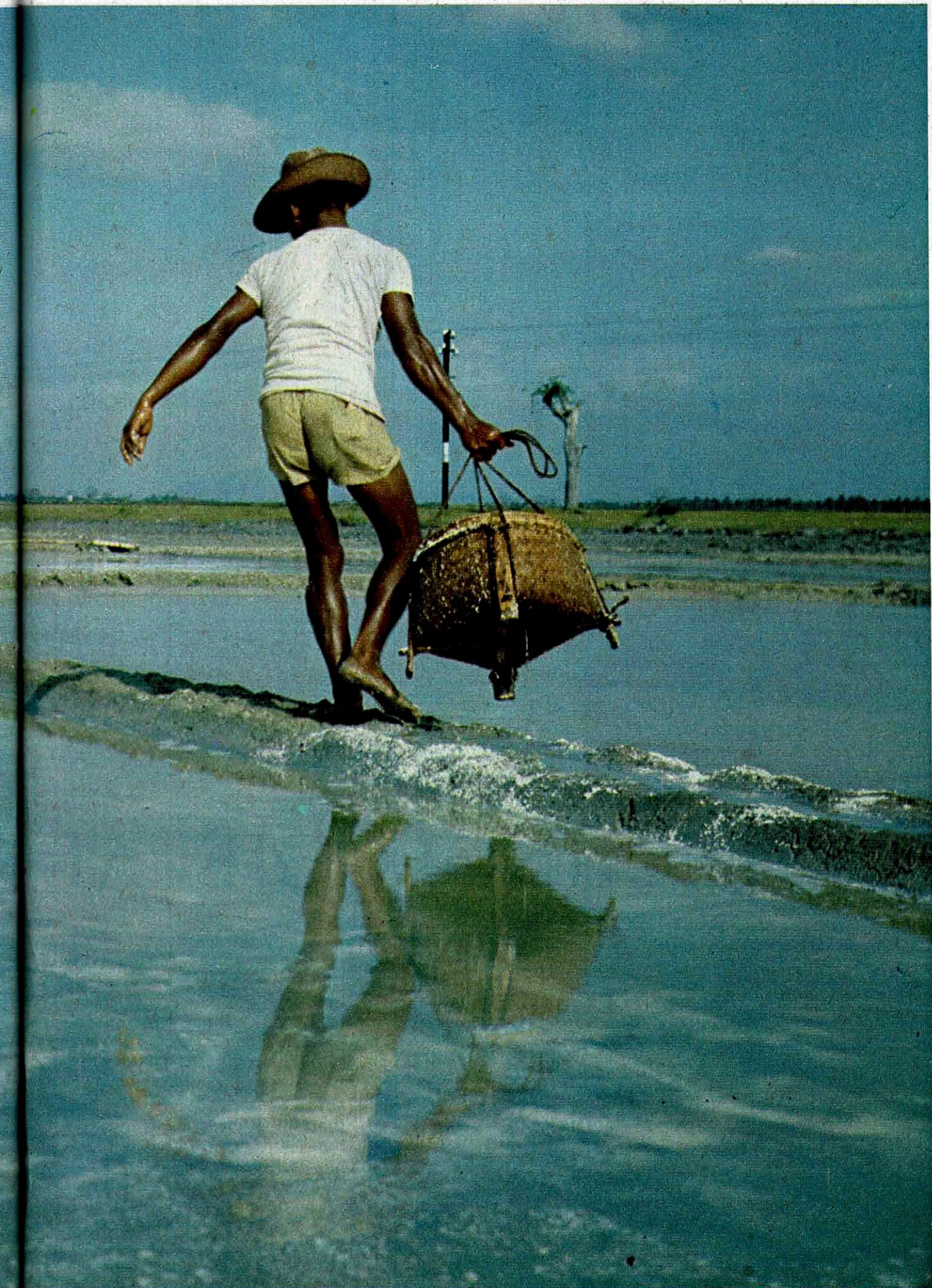
que les rations de protéines animales normalement absorbées à midi (viandes, poissons, œufs, fromages, lait) ne soient pas diminuées et restent aux alentours de 35 à 40 % des rations recommandées. Une telle révolution soulève de grandes difficultés pratiques dont la solution nécessiterait la bonne volonté de chacun. Il faudrait pour cela que chacun soit conscient de l'intérêt du problème pour son propre bien-être.

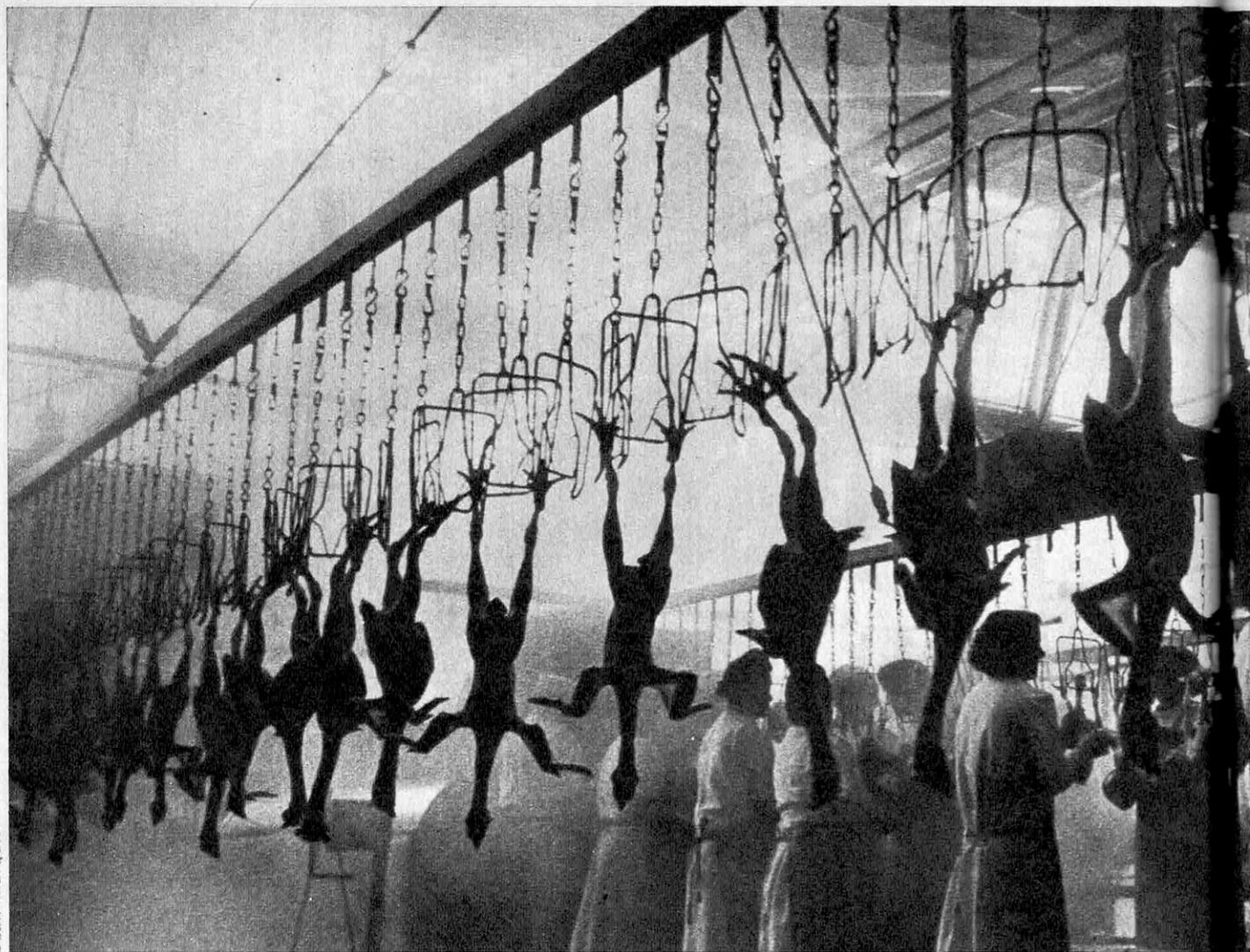
Cette révolution resterait sans effet si elle ne s'accompagnait d'une limitation de la consommation des boissons alcoolisées au cours de la journée de travail. Celle-ci ne devra pas dépasser l'équivalent d'un quart de litre de vin consommé exclusivement au repas de midi.

Georges PÉQUIGNOT



Dans l'est de Java, près de Rambang, la récolte du sel dans une saline. L'île dispose par ailleurs d'importantes ressources pour





Au secours de la nutrition

LA TECHNOLOGIE ALIM

Les techniques évoluées sont capables de préserver aussi bien, sinon beaucoup mieux, l'intérêt nutritionnel des produits alimentaires que les méthodes de conservation archaïques. A une époque où le loisir devient roi et où la satisfaction des besoins élémentaires doit poser le moins possible de problèmes ou occuper le temps minimum, leur pouvoir est plus vaste encore. Elles peuvent réaliser, pratiquement sur mesures, tel produit très élaboré que le consommateur réclame.

Nutrition et technologie constituent aujourd'hui dans le monde alimentaire une double préoccupation.

La nutrition correspond à l'une des exigences du consommateur qui s'affirme en tant que telle. La technologie est une préoccupation majeure de l'industrie alimentaire de notre temps, qui y voit une possibilité de développement extraordinaire.

Toutes deux trouvent leur vraie signification dans la mesure où elles s'appuient sur des données scientifiques, sur des activités de recherches et d'expérimentation.

Les sciences de la nutrition s'efforcent de mesurer, d'une part, les besoins alimentaires du consommateur en fonction de son état physiologique et, d'autre part, de déterminer la valeur des produits assurant la couverture de ces



IMENTAIRE

besoins. C'est une science jeune qui n'a vraiment été prise en considération qu'au début de ce siècle.

La technologie alimentaire qui est, sinon une science, au moins un savoir-faire, s'est imposée à l'homme, en revanche, dès qu'il a cherché à conserver sa nourriture ou à la transformer. Mais c'est seulement au XIX^e siècle qu'elle a trouvé, avec l'ère industrielle, son véritable départ, et depuis une trentaine d'années, son essor.

Sous leur aspect actuel, les deux sciences sont donc pratiquement contemporaines. Si un grand nombre de techniques sont nées bien avant que le nutritionniste n'ait affirmé son existence, les techniques nouvelles s'appuient en revanche sur ses avis et subissent ses critiques (exemples de l'irradiation, des additifs, des produits nouveaux, etc.). Nutritionnistes et technologues sont ainsi

amenés à une confrontation et à un dialogue permanents, à cause d'un « troisième homme » aux besoins multiples et diversifiés : le consommateur.

Nous voudrions ici :

- mieux définir le consommateur ;
- situer l'évolution d'un certain nombre de techniques ;
- analyser les tendances de l'industrie face aux possibilités de la technologie et aux besoins du consommateur.

CONSOMMATEUR DU XX^e SIECLE, QUI ES-TU ?

Le profil du consommateur, nous l'analyserons uniquement dans les pays industrialisés. La transposition aux pays en voie de développement n'implique en fait qu'un décalage de quelques dizaines d'années. Nous aurons l'occasion d'y revenir. Ce profil est lié à un certain nombre de données actuelles.

Evolution du travail. A l'effort physique se substitue de plus en plus un effort intellectuel. L'homme surveille ou conduit une machine, observe un signal lumineux, son travail se trouvant de plus en plus imbriqué avec celui d'une équipe et entraînant parfois un manque d'intérêt. Un effort de vigilance, une responsabilité paraissent à certains au-dessus de leurs forces.

Aux aliments riches en calories (hydrates de carbone, lipides), se substituent en partie des protéines. Vitamines et oligoéléments viennent équilibrer le type d'alimentation aujourd'hui nécessaire, dont les caractéristiques sont de plus en plus présentes à l'esprit du travailleur.

La journée continue, le travail féminin, l'éloignement du domicile du lieu d'activité posent le problème des transports et de la fatigue qu'ils entraînent, avec multiplication des repas pris en collectivité (cantines, restaurants d'entreprise, cafétérias, etc.). Actuellement, en France, plus de 8 millions de repas sont servis chaque jour dans les collectivités, 20 millions en Allemagne fédérale, 120 millions aux Etats-Unis.

Par ses contraintes de rapidité, d'appétence, de variété, la nourriture collective est l'un des problèmes de l'industrie alimentaire. C'est aussi un des problèmes de la nutrition.

Evolution de l'habitat. L'urbanisation accélérée, la naissance de cités nouvelles, le développement d'ensembles d'habitations même en milieu rural, la multiplication des super- ou des hypermarchés sont autant de facteurs qui diminuent l'autoconsommation. Sur un même lieu de vente, on verra s'établir une offre extraordinaire de produits variés.

Quant à l'habitation elle-même, où le « mètre carré » est devenu l'unité obsédante, le réfrigérateur et souvent le freezer y remplacent le garde-manger ou la cave.

Evolution du pouvoir d'achat. Dans le budget des ménages français, la part de l'alimentation n'est plus que de 26 % alors qu'elle était encore



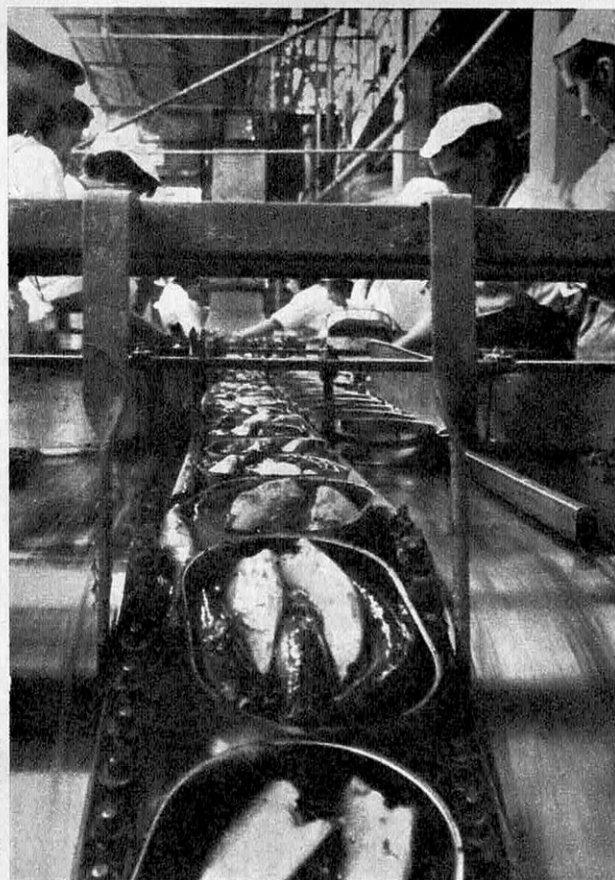


Sur la côte nord du Pérou,
les cannes à sucre sont
brûlées, ce qui permet
de les couper plus
rapidement.
Un seul coupeur peut
dès lors abattre
8 à 10 tonnes de cannes
par jour.

En Equateur :
les bananes, qui sont
l'une des grosses
productions du pays, sont
parfois transportées par eau
sur des radeaux de balsa.



Dans le port de Callao,
au Pérou,
arrivée des anchois
à l'usine de farine
de poisson.
Le Pérou en est
le premier producteur
mondial.



Dans sa forme classique, l'appertisation utilise la stérilisation par la chaleur des boîtes métalliques où le produit a été préalablement placé.

de plus de 40 % il y a une quinzaine d'années (aux U.S.A., la proportion n'est que de 16,5 %). Une part importante du budget est consacrée aux loisirs, aux vacances ou aux week-ends. Résidences secondaires, voyages même lointains deviennent les préoccupations du consommateur, et il n'est plus question que de réserver à la cuisine un temps minimum, à moins qu'elle ne devienne un amusement (le barbecue...). D'une façon générale, la cuisine s'équipe d'une série d'appareils ménagers à usages multiples. Certains autorisent surtout un gain de temps en maintenant une cuisine de style classique (la cocotte-minute permet à la ménagère de confectionner des plats autrefois de longue élaboration). D'autres sont à proprement parler révolutionnaires. C'est le cas du four à microondes, déjà répandu aux U.S.A. et au Japon, qui permet de décongeler très vite et de réchauffer un produit surgelé, de cuire une viande ou de réchauffer en quelques minutes un met élaboré sous film plastique ou aluminium.

Evolution de l'information. Alors que, durant des siècles, l'homme s'est nourri de façon largement empirique, aujourd'hui, la presse, la télévision, la radio, la publicité en général, l'orientent, le tentent. Si la nourriture est et demeure pour beaucoup un plaisir, elle est aussi un moyen de garder ou d'acquérir la « forme », de

conserver ou de retrouver la santé ; elle ne doit pas, en tout cas, être, pour celui ou celle qui la prépare, une contrainte. Aliments pédiatriques, aliments diététiques, aliments de régime, aliments spéciaux ou de style médicamenteux répondent à toutes les exigences d'un consommateur qui veut trouver l'alimentation qui lui convient au moment où il en a besoin.

A un consommateur relativement peu différencié et souvent peu exigeant se substitue aujourd'hui une foule aux exigences individuelles sans cesse renouvelées, motivées par l'information. Par ses possibilités technologiques, l'industrie agricole et alimentaire est seule capable, si elle le veut, de réaliser cette alimentation de plus en plus différenciée. Elle doit pour cela s'efforcer de traduire la véritable équation de l'alimentation moderne :

Un aliment = une nourriture + une prestation de services.

Alors que dans le passé la notion de service était secondaire, celle de nourriture étant primordiale, c'est aujourd'hui l'inverse. Mais la nutrition en tant que science joue un rôle de plus en plus important et le facteur nourriture tend à retrouver sa signification sous une forme renouvelée qui s'intègre à la prestation de services.

Pour l'industrie, le produit nouveau est le moyen de satisfaire à l'équation. Il est pour elle à la fois un élément dans la conquête de nouveaux marchés et un motif constant de risques.

Il nous est impossible de passer en revue en quelques pages l'ensemble des techniques alimentaires. Nous nous bornerons à examiner l'évolution enregistrée dans quelques grandes « familles » de procédés et à évoquer quelques techniques nouvelles.

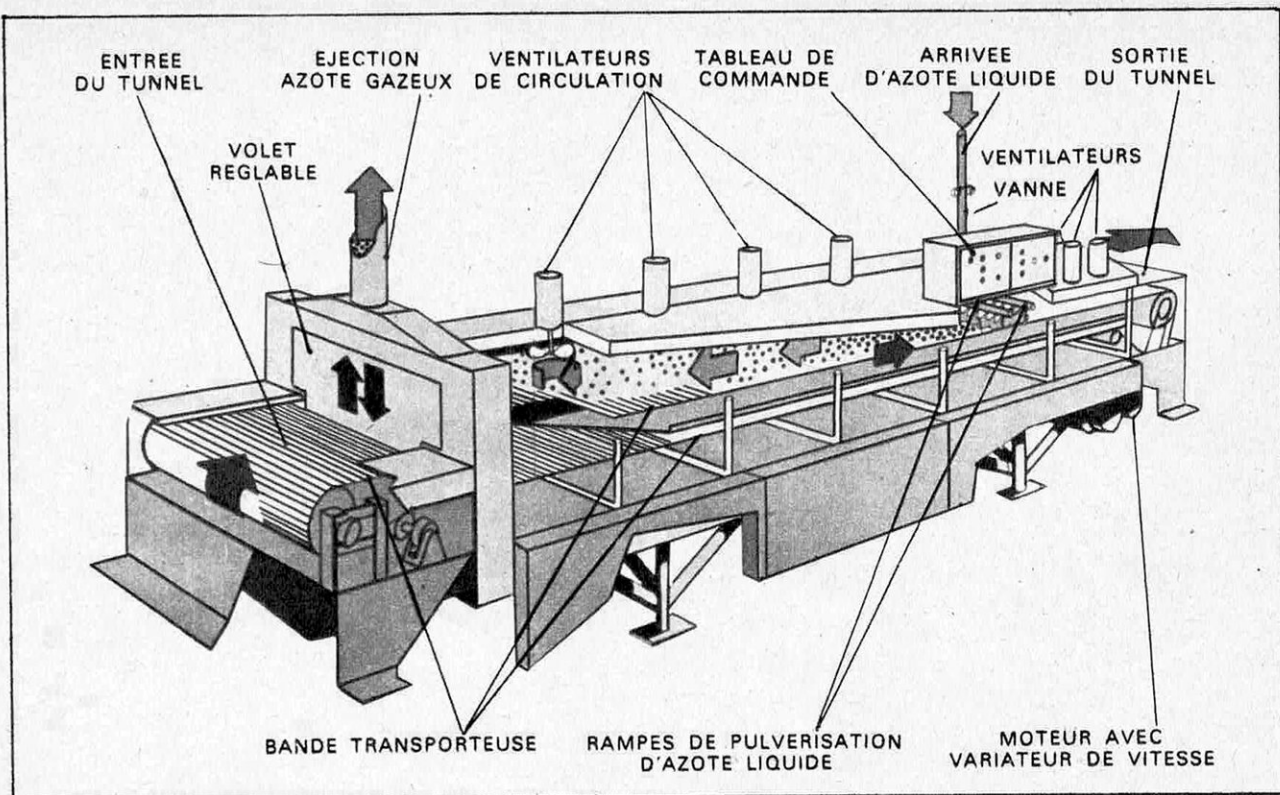
L'APPERTISATION

C'est un procédé ancien dont la phase principale est la stérilisation, qui permet la destruction ou la perte de facultés de reproduction des micro-organismes. Il s'applique à presque tous les produits qu'ils soient peu ou très élaborés. Afin de garder au maximum les propriétés gustatives et nutritionnelles des produits traités, il faut utiliser un minimum de chaleur.

On a constaté d'ailleurs que des températures élevées appliquées pendant des temps très courts stérilisaient aussi bien et dans de meilleures conditions que des températures plus basses sur des durées prolongées. L'emploi des procédés dits HTST (haute température, temps court) est ainsi devenu classique.

Les améliorations apportées à la technique de stérilisation sont au total les suivantes :

- agitation pour augmenter les transferts de chaleur ;
- chauffage à chaleur sèche (exemple : le procédé Sterilflamme au gaz), qui réduit de 5 à 1 ou parfois de 10 à 1 la durée du traitement ;
- obtention de hautes températures sous pres-



Une installation moderne de surgélation, avec convoyeur à bandes pour le produit et contre-courant

d'azote liquide pulvérisé. L'azote gazeux est évacué par aspiration à la partie supérieure.

sion ; c'est le cas en particulier des systèmes hydrostatiques qui travaillent en continu.

— stérilisation avec conditionnement aseptique.

Dans cette technique, les aliments sont stérilisés par des températures très élevées avant la mise en boîte (les transferts de chaleur se trouvant ainsi accélérés). Les aliments traités sont refroidis et mis en boîte aseptiquement. Simple dans son principe, la méthode est souvent difficile à réaliser techniquement, notamment pour les produits solides.

Il est intéressant de noter l'apparition sur le marché de produits emballés sous plastique semi-souple et stérilisés tels quels. La qualité du matériau de conditionnement a ici une grande importance. Cette technique, appliquée à des semi-conserves, méritera certainement dans un avenir proche qu'on lui porte attention.

L'aspect nutritionnel. Un point important à souligner, que l'on retrouve dans toutes les techniques de l'industrie alimentaire, est l'adaptation de l'agriculture aux impératifs industriels. Il est vrai que l'industrie est aujourd'hui le premier client de l'agriculture (plus de 60 % de la production agricole est transformée). On peut ainsi relever :

- adaptation des variétés ou des souches génétiques à telle ou telle technologie ;
- implantation des usines sur les lieux de production ;
- planification des semis, des récoltes ou des livraisons ;

— mécanisation poussée ;

— contacts de plus en plus fréquents entre producteurs et industriels ;

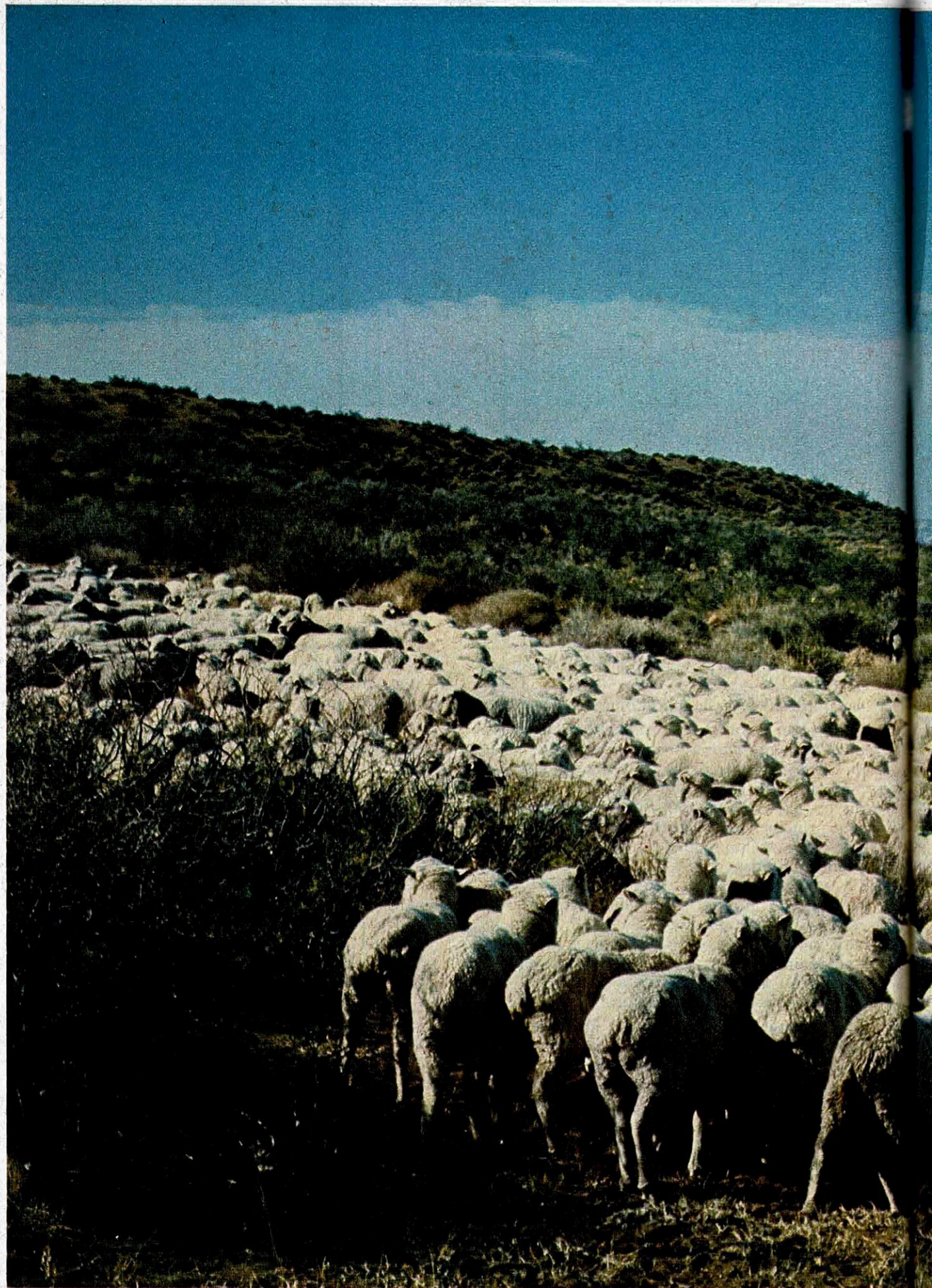
— transports rapides.

Le fait de pouvoir disposer à l'usine de la matière première dès sa récolte (une ou quelques heures plus tard) est élément primordial de la qualité et du maintien de la valeur nutritionnelle. C'est un avantage considérable, même par rapport au produit vendu en frais qui subit des temps d'attente prolongés, et dans des conditions souvent déplorables, avant d'aboutir à la cuisine familiale.

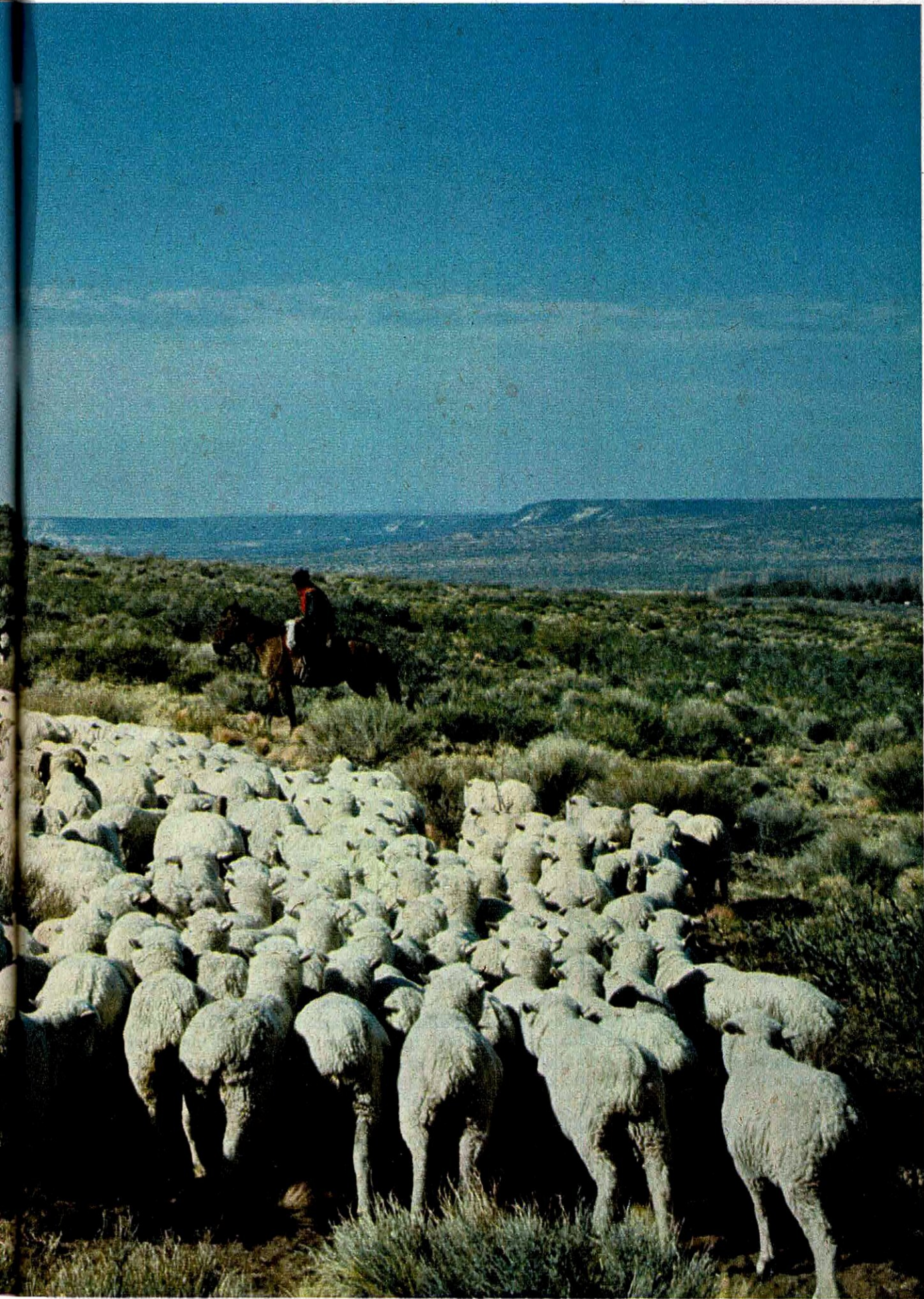
Examinons rapidement les variations qui peuvent intervenir sur les divers constituants du produit en cours de traitement.

En ce qui concerne les protéines et plus particulièrement les acides aminés, les pertes sont toutes minimales. Les acides gras essentiels ne sont pas altérés dans la mesure où la stérilisation est réalisée à l'abri de l'oxygène. On peut noter de légères modifications des glucides (formation d'empois d'amidon, hydrolyse partielle en milieu acide ou inversion des saccharose...), mais pratiquement elles n'affectent pas la valeur nutritive. La teneur en substances minérales est légèrement affaiblie par suite de leur dissolution au lavage et au blanchiment.

On a reproché en revanche aux conserves de présenter un appauvrissement notable en vitamines. Dans la pratique, aujourd'hui, les normes de traitement permettent de retrouver environ 70 % des vitamines initiales, avec une perte un

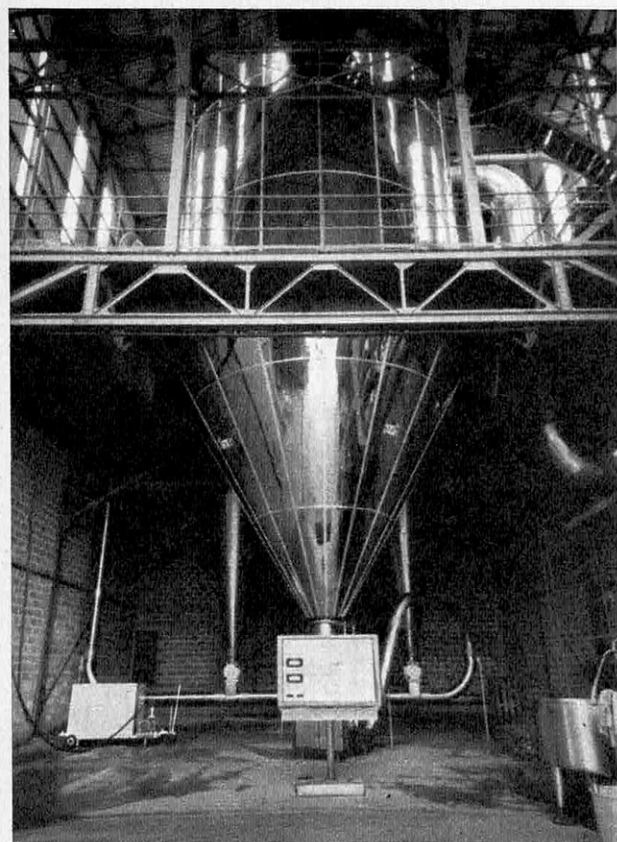


Une estancia en Patagonie. Malgré les progrès des cultures, l'élevage des bovins et plus encore des ovins reste



une des grandes ressources de l'Argentine.

Un séchoir atomiseur utilisable pour la dessiccation des produits liquides, par exemple le lait. La poudre de lait est recueillie à la base de l'appareil.



L'utilisation aujourd'hui largement répandue des techniques de surgélation a provoqué la naissance de fours à micro-ondes pour la décongélation et



peu plus forte en vitamine C pour les épinards et les haricots verts, en vitamine PP pour les petits pois et les flageolets.

LA SURGELATION

Cette technique relativement peu utilisée en France (le Français consomme moins de 2 kg de surgelés par an, alors que l'Américain en utilise plus de 35), est en plein développement et s'applique non seulement à des matières premières de base, mais de plus en plus à des produits très élaborés (plats cuisinés, pâtisseries, fromages, etc.).

Le matériel utilisé était représenté au départ par des armoires à plaques à chargement et déchargement manuels. Depuis, ces deux opérations ont été mécanisées, avec aussi l'apparition de tunnels statiques pour les produits de grande dimension.

De nombreuses innovations ont par ailleurs été apportées :

— tunnels équipés de convoyeurs ou de tapis à bandes ou à spirales.

— appareils « à lit fluidisé », qui permettent d'obtenir des particules individualisées. Suivant la vitesse et l'intensité du courant d'air froid, la fluidisation peut être totale, partielle ou presque nulle.

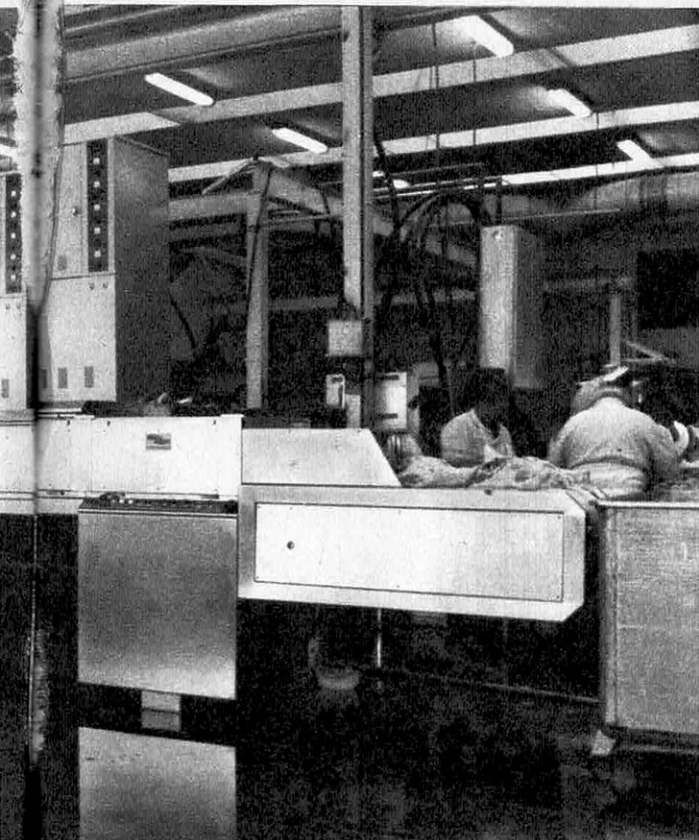
Ce dernier traitement présente de grands avantages, en particulier une excellente qualité des produits car la surgélation est rapide (quelques minutes au lieu de 2 heures ou plus dans les anciennes techniques) ;

— *surgélation par immersion ou pulvérisation.* Elle assure de meilleurs transferts de chaleur que le système gaz-solide et fait appel, soit à l'azote liquide soit au fréon. La surgélation à l'azote liquide est relativement chère (1 ou 2 kg d'azote par kilo de produit surgelé), mais la très basse température du traitement (-196°C) permet de traiter des produits à structure fragile (fraises, melons, avocats, etc.). Elle permet aussi une meilleure qualité finale pour certains produits. En France, Air France et divers fabricants utilisent ce procédé. Aux Etats-Unis, plus de 250 installations sont actuellement en service. La surgélation au fréon n'est pas encore autorisée en France, une quinzaine d'appareils fonctionnant aux Etats-Unis. La qualité, là aussi, est excellente.

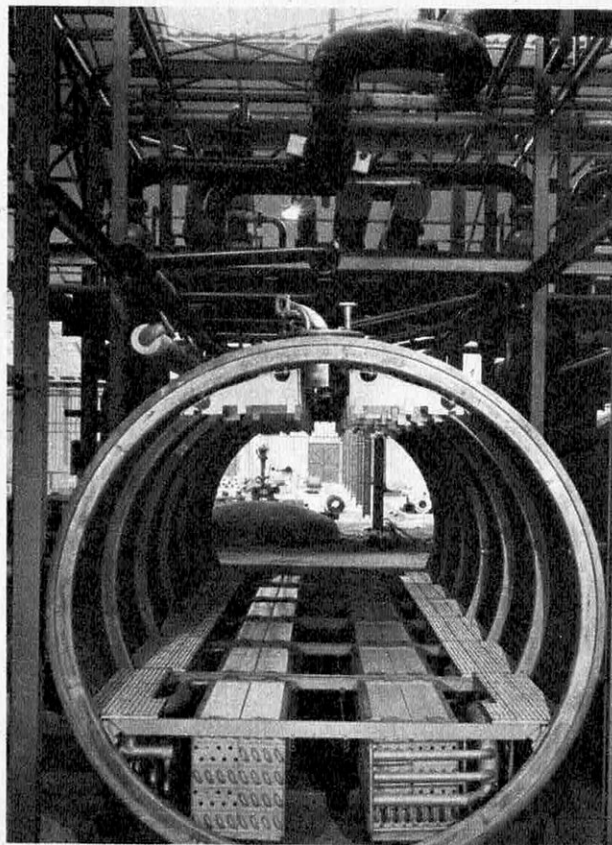
Pour la surgélation, on peut en général noter une tendance au choix des appareils en fonction de la nature et du prix des produits traités et un souci de travailler dans un temps court et à très basse température.

L'aspect nutritionnel. La phase initiale du traitement (lavage, parage, blanchiment) est identique à celle de la conserve appertisée. En revanche,

la cuisson en continu des produits. Cette installation de conception française (tunnel Gigatron) peut décongeler 1 000 kilos de viande à l'heure.



La lyophilisation, déshydratation sous vide d'un produit d'abord surgelé, met en œuvre de vastes enceintes avec batterie réfrigérante à la base.



il n'y a pas de stérilisation, remplacée par le traitement à froid. Il s'ensuit que les qualités nutritionnelles sont au moins égales et généralement supérieures à celles du produit appertisé. Toutefois, la phase stockage demande beaucoup de précautions. Sauf dans de rares cas de stockage à température trop élevée, une conserve appertisée évolue peu. Au contraire, un produit surgelé mal emballé, maintenu à des températures irrégulières avec des pointes au-dessus de la température requise, peut se trouver modifié. Pendant le stockage, l'évolution des divers constituants est la suivante :

- les amidons continuent de se gélatiniser, les acides organiques restant stables ;
- ce sont souvent les colloïdes protéiques qui limitent la durée de conservation, leur déséquilibre entraînant une exsudation désagréable lors de la décongélation ;
- pour les graisses, les émulsions sont naturellement rompues par la cristallisation mais se reconstituent à la décongélation ;
- pour les vitamines : la vitamine A résiste bien. Le reliquat des autres vitamines ayant subsisté après blanchiment s'oxyde pendant le stockage, mais très lentement s'il a été bien étudié.

Les travaux du docteur Hebbrecht ont montré que des sujets allergiques à certains produits ne le sont plus s'ils les consomment à l'état surgelé.

Peut-être la surgélation évite-t-elle la formation de produits de décomposition allergogènes.

LA DESHYDRATATION

Cette technique de conservation qui est probablement la plus ancienne est aussi celle sur laquelle le plus de recherches sont menées. Bien que présentant des avantages intéressants (diminution de poids, facilité de stockage et éventuellement d'emploi), pour des raisons de qualité, de prix, de réactions psychologiques, le marché des produits déshydratés est longtemps resté limité dans la plupart des pays. Aujourd'hui, on assiste à une progression rapide (lait, café, champignons, potages, pommes de terre, farines pour enfants...

Le traitement thermique, destiné à abaisser l'humidité du produit au taux désiré, se décompose en deux opérations simultanées : un transfert de chaleur pour évaporer l'eau ; un transfert de masse pour éliminer la vapeur.

Si l'on retient une classification suivant le procédé de transmission de la chaleur, on trouve le séchage *par convection*, *par conduction*, *sous vide* et *par rayonnement*.

Séchage par convection. Suivant le support du produit traité, on peut distinguer :

- les séchoirs type armoires, étuves, tunnels,



Bangla-desh : la cueillette du thé sur les collines de Lassan, près de la frontière indienne.

séchoirs à bandes. Ces derniers sont les plus employés aujourd'hui. Ils évitent les manutentions coûteuses de déchargement et déchargement des armoires à plateaux. Comme ils travaillent en continu, ils peuvent ainsi être plus facilement automatisés. Parmi les variantes, on peut noter quelques matériels très particuliers. — *séchoir à bande suspendue perforée* (belt through), mis au point aux Etats-Unis. Il s'agit d'une bande transporteuse sans fin en treillis métallique mue par des roues dentées entre lesquelles elle pend librement en forme d'auge ; un courant d'air vertical traverse le produit. Ce type de matériel sert, la plupart du temps, à un préséchage laissant 15 à 20 % d'eau, suivi par un séchage final.

— *explosive puff drying*. Ce procédé créé aux Etats-Unis est utilisé pour des produits végétaux ayant déjà subi une prédéshydratation (contenant 20 à 30 % d'eau). L'opération est réalisée dans une sorte d'« obusier » fermé par un opercule et chauffé par une rampe à gaz extérieure. L'appareil tourne et on injecte de la vapeur surchauffée dans le canon afin d'éviter des condensations internes.

Lorsque la vaporisation est terminée, on incline l'obusier et on déverrouille l'opercule ; la baisse de pression permet une expansion du produit qui devient poreux, non raccorni. L'humidité résiduelle est abaissée à l'aide d'un matériel classique.

Le principal avantage du procédé, qui est utilisé pour des légumes et des fruits, est d'éviter le racornissement du produit fini. On a à la fois une meilleure présentation et une meilleure réhydratation.

— *Foam drying* ou séchage sous forme de mousse expansée. Egalement conçue aux Etats-Unis, cette technique consiste à augmenter la surface de contact du produit à traiter avec l'air en formant une mousse que l'on dessèche ensuite. La qualité des produits obtenus (couleur et goûts notamment) est meilleure. Cette technique est cependant limitée aux liquides concentrés non sensibles à l'oxygène ; l'emballage sous azote est une nécessité.

— *Séchoirs à lit fluidisé*. Il s'agit d'un procédé identique à celui déjà mentionné pour la surgélation, mais avec utilisation d'air chaud. La température de traitement est peu élevée et la technique s'applique surtout à des granulés ou à des particules de quelques millimètres. C'est également un bon procédé de finition.

— *Séchoirs à pulvérisation*. Il s'agit du procédé bien connu d'atomisation qui permet de dessécher une gamme très étendue de produits liquides. Il faut toutefois souligner la difficulté du procédé lorsque la matière sèche ne comporte pas de support cellulosique ou amylic. L'hygroscopicité du produit, qui s'accompagne souvent d'une thermoplasticité, peut être corrigée par l'addition de supports autorisés (par exemple, en France, la gomme arabique, l'amidon, des celluloses diverses...).

Pour remédier aux effets d'une chaleur trop intense, un procédé modifié, le procédé BIRS, a connu quelques réalisations. La température de l'air n'est que d'une trentaine de degrés et il rencontre à contre-courant le produit à dessécher qui tombe d'une tour de 70 mètres de haut.

Séchage par conduction. Il s'agit essentiellement du traitement sur cylindre chauffant, souvent appelé procédé Hatmaker. Il a subi de nombreuses améliorations et s'applique notamment aujourd'hui à la fabrication de la poudre de pomme de terre pour purée ou de la fabrication de farines instantanées pour enfants.

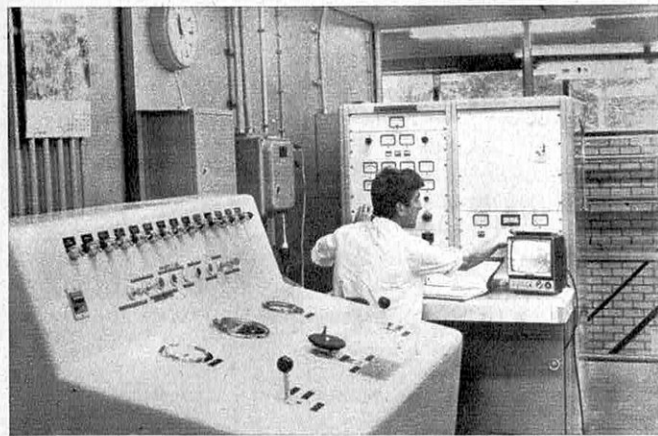
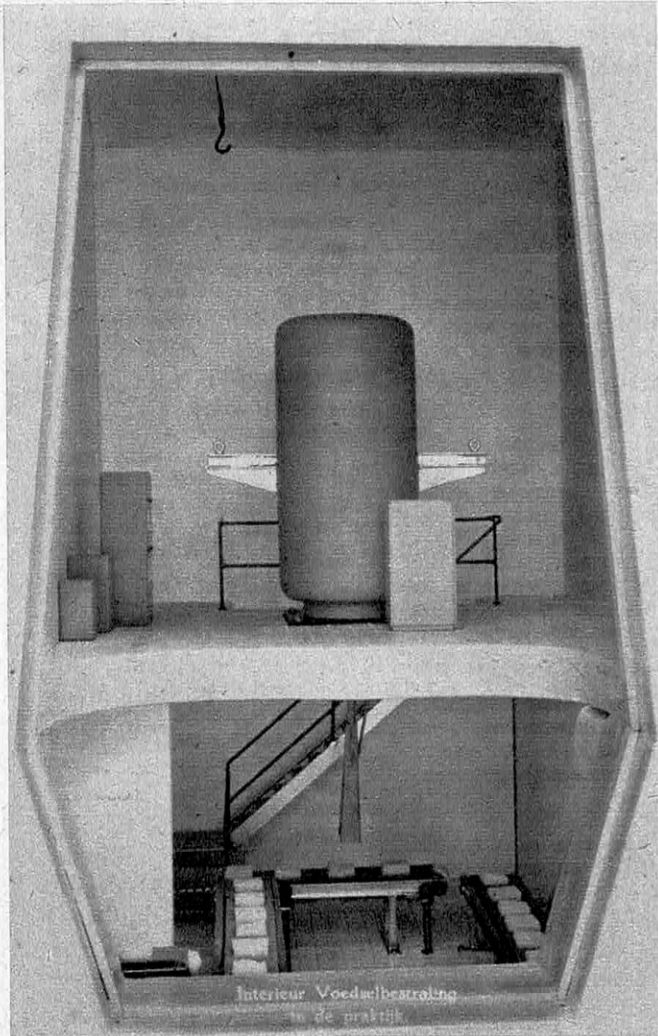
Séchage sous vide. Il est utilisé pour des produits pouvant s'altérer au contact de l'air. Le matériel utilisé est discontinu (armoires) ou continu (tunnel à bande). On peut noter également le procédé **vacuum puff drying**, procédé américain qui reprend sous vide une partie des principes du **foam drying** déjà décrit. Ce sont surtout les viandes ou le lait entier qui sont séchés de cette manière. Le coût du traitement est élevé.

Séchage par rayonnement. On peut citer, parmi les agents utilisables, les infrarouges et les ultrasons, mais il semble que les microondes soient surtout appelées à un grand avenir. Le principe est le suivant : les corps comportent dans leur masse des charges électriques équilibrées positives et négatives. Soumises à un champ hyperfréquence, ces dipôles s'inversent 2 450 milliards de fois par seconde, le mouvement ainsi créé engendrant des frottements, donc de la chaleur. Le produit soumis aux microondes devient sa propre source de chaleur, produite instantanément dans toute la masse en évitant les surchauffes.

Le procédé est déjà largement utilisé aux Etats-Unis pour le séchage final des pommes chips ; il permet également de déshydrater des légumes et des fruits. En fait, le champ d'application des microondes est beaucoup plus large : cuisson, décongélation, traitements fongicides et insecticides, inactivation d'enzymes dans les jus de fruits, etc.

La lyophilisation. Nous aurions pu inclure cette technique dans les procédés de séchage sous vide. C'est une déshydratation particulière s'appliquant à un produit préalablement surgelé, l'extraction de l'eau se faisant directement de la phase glace à la phase vapeur. Des essais d'utilisation de microondes pour la partie finale du séchage semblent être intéressants. Si le prix de revient reste encore élevé, la qualité des produits finis s'est imposée, par exemple pour le café, les champignons, les œufs, divers produits élaborés, etc.

L'aspect nutritionnel des techniques de séchage. Pour beaucoup d'entre elles, les prétraitements sont fondamentalement identiques à ceux que l'on rencontre en appertisation ou en surgélation. Ils entraînent donc les mêmes pertes, qui,



Aux Pays-Bas, depuis plusieurs mois, une chaîne de supermarchés commercialise des champignons conservés par un traitement d'irradiation. L'usine-pilote de Wegeningen, près d'Arnhem, utilise pour cela une bombe au cobalt. L'expérience devait se poursuivre sur des fraises et des asperges.

nous l'avons vu, restent faibles. D'autres opérations, comme la concentration pour les liquides, peuvent intervenir, avec un risque de dégradation par la chaleur ou d'entraînement d'arômes.

D'une manière générale, il faut conduire le séchage avec beaucoup de soins afin de mini-

miser un certain nombre de dégradations physiques :

- traumatisme thermique : quelle que soit la concentration en eau, la plupart des composants thermosensibles intéressants (vitamines) sont instables ;

- perte de produits volatils ;

- perte de solubilité ;

- insolubilisation des protéines ;

- présence de traces métalliques qui peuvent faciliter les réactions d'oxydation des matières grasses, même en milieu sec.

Il faut aussi éviter le racornissement, la formation de croûtes externes, l'hétérogénéité, certaines réactions d'empesage de l'amidon, les modifications du goût liées notamment à des surchauffes.

L'utilisation d'emballages protecteurs, sous vide ou avec introduction d'un gaz inerte, sont des précautions indispensables.

La lyophilisation a certainement apporté des qualités exceptionnelles aux produits finis et mérite probablement une place de choix parmi ces procédés.

L'IRRADIATION

Dans cette technique, le produit agricole ou la denrée alimentaire sont exposés au rayonnement provenant de radioéléments ou d'accélérateurs d'électrons, à des doses variables suivant le type de traitement recherché :

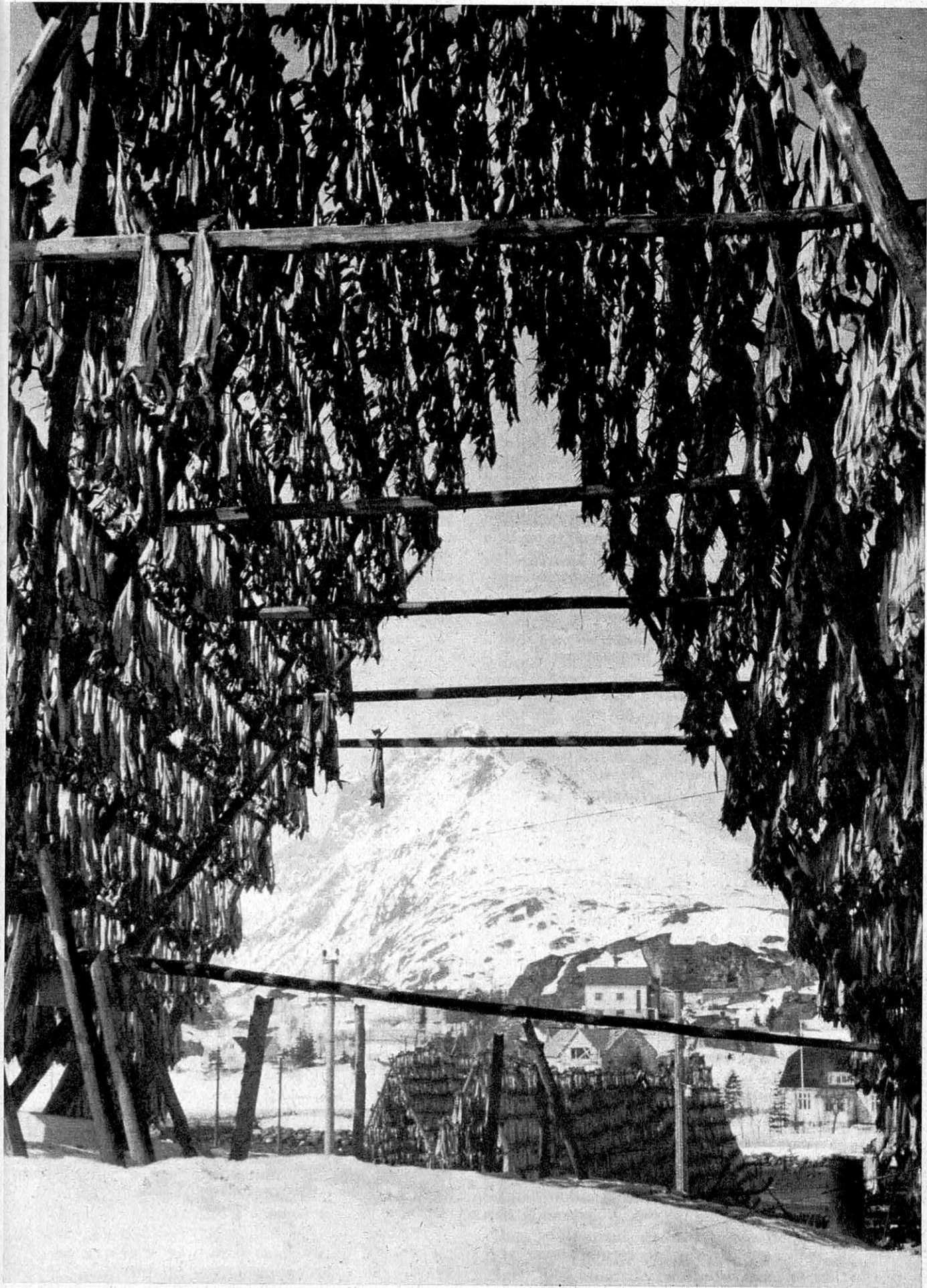
- inhibition de la germination des pommes de terre ou des oignons : quelques milliers de rads ;
- augmentation de la durée de conservation : radiopasteurisation de 150 000 à 400 000 rads ;
- destruction totale des microorganismes : radiostérilisation à des doses supérieures à 1 500 000 rads.

Jamais sans doute une telle technique n'a entraîné autant de recherches dans le monde par les services chargés de la santé publique. C'est le cas typique d'une technique nouvelle qui suscite autour d'elle une véritable mobilisation de médecins, de nutritionnistes, de technologues, etc.

Pourtant son innocuité a été démontrée. La technique est déjà utilisée dans divers pays du monde dans des cas précis, avec des doses déterminées (U.S.A., Pays-Bas, U.R.S.S., Israël, Canada, etc.). En France, le principe général d'utilisation a été fixé par un décret du 12 mai 1970, mais les arrêtés d'application n'ont pas encore été pris. Le premier qui devrait sortir concernera le traitement des pommes de terre.

L'aspect nutritionnel. Aucun changement significatif n'a été constaté dans la digestibilité des protéines, des graisses et des hydrates de carbone des produits traités.

Dans les aliments irradiés, la valeur biologique des protéines n'est pas différente de celle des aliments traités par d'autres procédés. En ce qui concerne les sucres, il y a transformation en produits moins complexes et parfois apparition

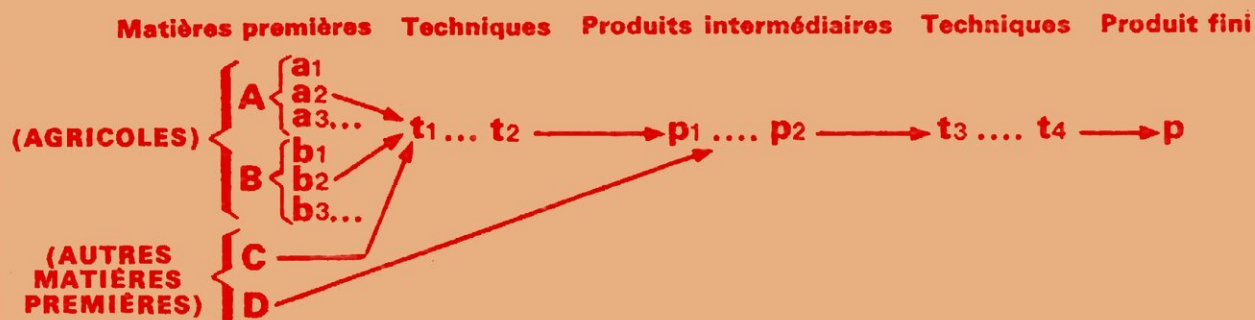


Des procédés de deshydratation rudimentaires (séchage, fumaison) ont été employés de longue date.

SCÉNARIO CLASSIQUE



SCÉNARIO DE PLUS EN PLUS COURANT



L'industrie traditionnelle visait surtout le maintien dans le temps des qualités d'un produit agricole pris tel quel. Aujourd'hui, on tend à suivre une

démarche inverse, en partant d'un besoin que l'on s'efforce de satisfaire par la combinaison en un seul produit de multiples matériaux.

de produits de condensation, de polymérisation ou de dénaturation, la valeur alimentaire ne se trouvant pratiquement pas modifiée. L'action la plus perceptible des radiations ionisantes concerne les graisses et leur oxydation, qui se manifeste par l'apparition de peroxydes, le phénomène restant lié au type de la graisse, à la dose utilisée, à la température, à la présence d'oxygène, etc.

L'étude des vitamines montre que l'action est variable et dépend de la composition des aliments, comme de la dose de radiations utilisée. A des doses élevées, celles de la radiostérilisation, le taux de destruction de vitamines est comparable à celle de l'appertisation. La vitamine C et la thiamine sont les plus touchées, la vitamine B12 la plus stable.

LES TENDANCES DE L'INDUSTRIE

Au cours de ce bref examen de quelques techniques de l'industrie alimentaire, nous avons pu constater l'importance de la qualité de la matière première et nous avons en même temps souligné l'importance de traitements intervenant aussi tôt que possible après la récolte. Par ses relations étroites et bien organisées avec les agriculteurs, l'industrie alimentaire se « place bien » en ce qui concerne la préservation de la valeur nutritionnelle des produits entrant à l'usine.

Nous avons souligné aussi à diverses reprises l'importance du conditionnement comme des conditions de stockage.

En fait, si ces données demeurent importantes pour le maintien maximum des constituants de la matière première, d'autres techniques, par exemple celles de cuisson, de fermentation, de distillation, d'extraction ont surtout pour but d'obtenir une sélection des composants initiaux ou leur modification physicochimique. Les pro-

blèmes qui se posent ne sont dès lors pas essentiellement, ou même pas du tout, la préservation des constituants de base.

Se pose ici le problème de l'action sélective de la technologie et celui, massif, de l'innovation alimentaire.

Les industries agricoles et alimentaires disposent aujourd'hui de connaissances scientifiques et techniques considérables résultant de travaux de recherche menés en laboratoire ou en atelier-pilote.

Les méthodes d'analyse, par exemple, permettent une investigation très profonde des composants des matières premières tant au niveau de l'approvisionnement (aux normes de plus en plus strictes) qu'à celui des processus divers de transformation ou de stockage. Toutes ces recherches sont liées à un objectif final, qui est de mettre sur le marché des produits conformes aux besoins du consommateur et capables de motiver son achat, achat répétitif, et souvent fréquent (c'est là peut-être une des caractéristiques de la commercialisation des produits alimentaires par rapport à d'autres biens de consommation).

L'importance du marketing, du rôle du « chef de produit », n'est plus à souligner. C'est une des nécessités de l'entreprise alimentaire moderne.

Il nous semble utile d'esquisser dans le tableau ci-dessous, que nous allons commenter, le scénario qui aboutit actuellement à la naissance d'un produit alimentaire.

Par des études de marché, on essaie de définir un produit P pouvant intéresser le consommateur. On analyse ensuite les techniques, puis les produits pouvant permettre sa fabrication. Eventuellement, on se lance dans une recherche sélective de matières premières adaptées ou de techniques nouvelles.

C'est donc au total une action qui va de l'aval

vers l'amont, alors qu'autrefois on parlait d'une matière première précise, transformée par une technique aboutissant à un produit fini (exemple : le petit pois, l'appertisation, le petit pois en conserve). Souvent, le but recherché était d'obtenir un produit fini aussi voisin que possible de la matière première d'origine dans sa présentation ou dans sa constitution.

Aujourd'hui, autour de l'objectif P :

— on utilise une série de composants provenant de matières premières A, B, C d'origine agricole, auxquels on peut ajouter certains produits de synthèse.

Par une succession de technique, on transforme les ingrédients de base en une série de produits intermédiaires. Repris et avec adjonction éventuelle d'autres composants d'origine agricole ou non agricole et soumis à de nouvelles techniques, ces produits intermédiaires aboutissent au produit P.

Le biscuit est un produit fini qui correspond bien à un tel schéma.

Très souvent, pour le consommateur, l'usage de telle ou telle matière première n'apparaît plus très clairement dans ces produits complexes et très élaborés. Dans le cas du biscuit, est-ce la notion de blé, de farine, de beurre, de cacao, ou d'arôme qui domine ? Certainement pas. C'est en fait un goût, une forme, une texture, un certain plaisir de le déguster qui sont les facteurs primordiaux.

Devant la multiplicité des matières premières brutes ou prétransformées et des techniques diverses mises en œuvre, on conçoit aisément quelles possibilités s'offrent aux industries alimentaires. Leur effort s'exercera en fonction d'un marché existant ou à créer, en essayant de

satisfaire à l'équation déjà évoquée : un produit alimentaire = une nourriture + une prestation de services.

Dans ce choix, la valeur nutritionnelle pourra être l'un des objectifs, d'où toute une gamme de produits basés sur cet impératif. Il pourra s'agir aussi d'un produit simplement destiné à apaiser la soif, à offrir un apaisement de la faim, ou de procurer une satisfaction gastronomique, etc. Dans les pays industrialisés, l'abondance des produits alimentaires existant sur le marché et le surcroît de calories de la nourriture quotidienne laissent souvent à l'arrière-plan la valeur nutritionnelle de chaque produit individualisé, l'équilibre général étant trouvé grâce à la diversification des ressources. Même si certaines technologies ne respectent pas, volontairement ou involontairement, la valeur nutritionnelle des matières premières, cela n'a pas une importance considérable.

Le vrai problème est l'information du consommateur, venant à la fois de l'industrie (qui doit indiquer sur les emballages des produits leur composition réelle) et des nutritionnistes (qui doivent éclairer le consommateur sur l'équilibre alimentaire qui lui convient selon son type de vie, son état de santé, etc.).

Au niveau des restaurants de collectivités, en particulier, il est pratiquement impossible au consommateur de savoir à quoi s'en tenir quant à cet équilibre. Il serait souhaitable que des diététiciens, des nutritionnistes puissent conseiller ceux qui préparent les menus et ceux qui ont à les utiliser.

Dans les pays en voie de développement où souvent règne la malnutrition, l'action du nutritionniste devrait intervenir au niveau même de l'élaboration des produits industriels afin de pouvoir, tant par les matières premières utilisées que par les techniques employées et en profitant des acquis scientifiques des pays développés, mettre en œuvre une alimentation évitant des carences et orientée vers les besoins réels des pays en question. Encore faut-il que, psychologiquement, une telle nourriture n'apparaisse pas comme trop différente de celle des pays riches, faute de quoi se manifesterait un refus d'achat.

Que ce soit dans les pays industriels ou en voie de développement, technologie et nutrition sont donc deux disciplines qui obligatoirement, mais par des méthodes différentes, s'imposent aujourd'hui à l'industrie pour satisfaire un consommateur aux multiples visages.

Disciplines complexes, elles sont l'une et l'autre au service du bien-être du consommateur. Dès lors, il ne faut pas que l'une, la technologie, puisse paraître excessive, engendrant la peur et le regret de la « bonne nourriture d'antan », ni que l'autre, la nutrition, soit une entrave perpétuelle au « bien manger ». C'est tout le problème de l'information et de la communication qui se pose ici.

Guy DARDENNE



On peut songer aujourd'hui à des produits entièrement nouveaux, tels les protéines texturées (extraites par exemple du soja) ou même, comme ici, résultant de cultures de micro-organismes.

NUTRITION ET SO

Les gens des pays riches, même les mieux intentionnés, sont le plus souvent mal informés des problèmes véritables du sous-développement. Les carences nutritionnelles des populations du Tiers-Monde sont parfois l'objet de prises de position émotionnelles marquées d'une connaissance beaucoup trop succincte des problèmes véritables. A l'échelon des gouvernements ou des organisations internationales, toute action médicale tendant à corriger les déséquilibres de la ration alimentaire doit ou devrait s'insérer dans un cadre plus vaste. De multiples facteurs économiques ou culturels sont, en effet, à prendre en compte.

Les problèmes alimentaires et nutritionnels des pays en voie de développement ont fait l'objet d'innombrables articles, ouvrages, colloques, réunions internationales... Il n'est évidemment pas question d'évoquer ici tous ces travaux. Dans le cadre de cet article, nous essaierons seulement de donner quelques indications sur les problèmes majeurs rencontrés dans les pays les moins favorisés, en évoquant les conséquences des troubles nutritionnels sur la santé publique et la vie économique.

Nous aborderons, dans un premier temps, le problème de la ration alimentaire. Quand et pourquoi est-elle insuffisante ou au contraire suffisante ? Quand et pourquoi est-elle bien ou mal équilibrée ? Nous évoquerons, dans un second temps, les troubles nutritionnels les plus fréquemment rencontrés dans les pays tropicaux ou subtropicaux. Nous présenterons, enfin, les perspectives d'avenir pour ces pays.

DES RATIONS INSUFFISANTES

Ce serait une vue très simpliste de considérer que l'ensemble des populations des pays en voie de développement souffre de la faim. Selon les régions, il existe de larges différences.



DUS-DEVELOPPEMENT



Photo F.A.O.

Dans un centre-pilote de Thaïlande, de jeunes enfants reçoivent une ration expérimentale à base de riz, de légumes, et d'une préparation riche en protéines tirée industriellement de produits locaux.

L'urbanisation accélérée n'est pas le seul fait des pays industrialisés. Certains pays en voie de développement connaissent des phénomènes du même genre, par exemple le Vénézuéla où, à Caracas, les « ranchitos » (bidonvilles) des populations émigrées viennent ceinturer des immeubles-tours ultramodernes.

Le cas extrême est celui des pays qui connaissent encore des famines. Jusqu'à une époque récente, la Chine entraînait dans cette catégorie, mais il semble que, depuis une vingtaine d'années, sa situation alimentaire se soit beaucoup améliorée. Tel n'est pas le cas de certaines régions de l'Inde, du Pakistan, de l'Indonésie... Dans les situations moins extrêmes, on doit distinguer plusieurs formes de sous-alimentation. Lorsque des populations vivent de façon à peu près permanente avec une ration calorique inférieure à 2 000 unités par jour (les pays riches ont une ration moyenne de l'ordre de 2 800 calories), on parle de sous-alimentation chronique. D'autres populations connaissent surtout un déficit alimentaire saisonnier, des périodes de disette chaque fois que les pluies sont insuffisantes ou mal réparties. Le phénomène s'observe dans l'Asie des moussons, l'Afrique tropicale et subtropicale, le Nord-Est brésilien. L'insuffisance ou la mauvaise répartition des pluies constitue la principale cause de disette, mais divers cataclysmes naturels peuvent jouer dans le même sens (tremblements de terre, cyclones...). Les cyclones sont particulièrement redoutés dans la mer des Antilles et l'océan Indien. Celui qui, en novembre 1970, ravagea en partie le Pakistan oriental, actuel Bangla Desh, fit 200 000 morts et entraîna une famine : quelque 500 000 tonnes de récoltes avaient été détruites.

La situation est aggravée du fait que le sort de nombreuses régions est directement lié à une seule denrée soudano-sahélienne (le riz en Asie du Sud-Est, le mil en Afrique, etc.). Si la récolte est fortement déficitaire et surtout si deux mauvaises années se succèdent, c'est la disette. L'Europe a connu autrefois des risques de ce genre. En Irlande, une mauvaise récolte de pommes de terre était un drame.

De ce point de vue, on peut opposer, en Afrique noire, et surtout dans l'Ouest, les régions humides où l'alimentation est basée sur diverses racines et tubercules (manioc, igname, taro, macabo) ou sur la banane plantain, et les régions de savane. Dans celles-ci, où l'aliment de base est une céréale (sorgho, mil, maïs), les populations connaissent souvent des années difficiles. Chaque année, même, intervient une période de *soudure* plus ou moins longue et sévère. Les greniers sont vides, on attend avec impatience la prochaine récolte en utilisant quelques végétaux de cueillette. Souvent, pendant deux ou trois mois, les adultes ne font qu'un seul repas par jour. Des enquêtes nutritionnelles ont révélé les effets de ces périodes de soudure : baisse du poids ; diminution d'épaisseur du pli cutané

(l'organisme prélève une partie des graisses de réserve du tissu sous-cutané) ; chez les enfants, on observe un abaissement de la fraction albumines des protéines du sérum sanguin.

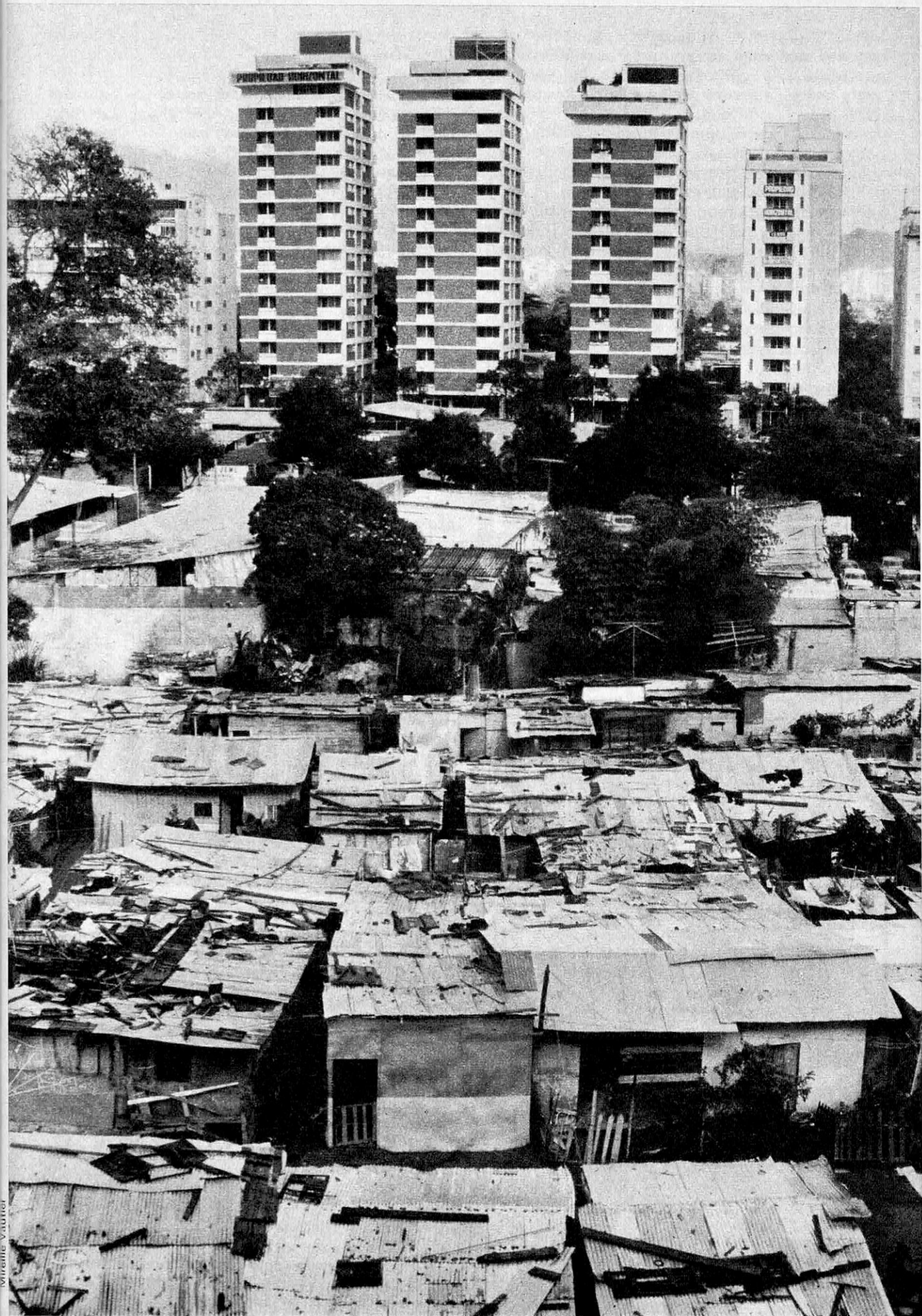
Le phénomène d'urbanisation rapide crée des problèmes nutritionnels d'un nouveau genre sur lesquels nous reviendrons. Notons au moins les lamentables conditions d'habitat et la sous-alimentation des familles vivant à la périphérie des grandes villes en Amérique latine ou en Asie.

Moins connu que celui du prolétariat urbain, le problème du prolétariat rural n'en existe pas moins. Nous pensons aux *journaleros* du Mexique, ces ouvriers agricoles sans terres qui ne peuvent espérer que 100 à 200 jours de travail par an. On retrouve parfois la même situation dans les grandes plantations d'Amérique du Sud et dans les pays dont l'économie est basée sur la canne à sucre (Jamaïque, Porto Rico, Antilles, île Maurice, et dans ce département français qu'est la Réunion). Pour la récolte des cannes, des travailleurs à salaire modeste sont employés pendant cinq ou six mois de l'année. Le reste du temps, ils ne disposent pratiquement d'aucune ressource. Au Bangla Desh, quarante pour cent des ruraux ne possèdent pas de terres ou trop peu pour faire vivre leur famille. Ils sont amenés à louer leur force de travail à peu près cinq mois par an. Toutes ces situations liées à des facteurs socio-économiques sont de nature différente de celles relevées en Afrique tropicale et subtropicale, par exemple.

S'il existe, du seul point de vue quantitatif, des formes très diverses de sous-alimentation, des pays en voie de développement peuvent avoir une ration alimentaire moyenne suffisante, voire abondante, sans pour autant qu'elle soit convenablement équilibrée.

DES RATIONS MAL EQUILIBREES

Dans beaucoup de régions du monde, un seul aliment entre pour 70 à 80 % dans la ration calorique globale. Selon le cas, cet aliment de base, au sens propre, consommé matin et soir, peut être le riz, le blé, le maïs, le mil ou le sorgho, à moins qu'il ne s'agisse de tubercules (igname, patate douce, manioc), ou encore de banane plantain. Ainsi, certaines populations du bassin du Congo consomment 1 200 g par jour de banane plantain (1 600 g de bananes non épluchées). Un tel régime « remplit » certainement l'estomac et couvre les besoins énergétiques, mais la ration a toutes chances d'être mal équilibrée.



Miriam Vautier

Même situation à Madagascar où, selon une enquête menée en 1962 auprès de 5 000 ménages ruraux, la consommation de riz était de 420 g par personne et par jour, le riz fournissant 68 % des calories totales.

Au Sénégal, une enquête réalisée en 1969 dans quelques villages de la zone intérieure de Sine-Saloum a montré que les céréales (le mil essentiellement) fournissaient à elles seules de 64 à 84 %, selon la saison, de la ration calorique totale.

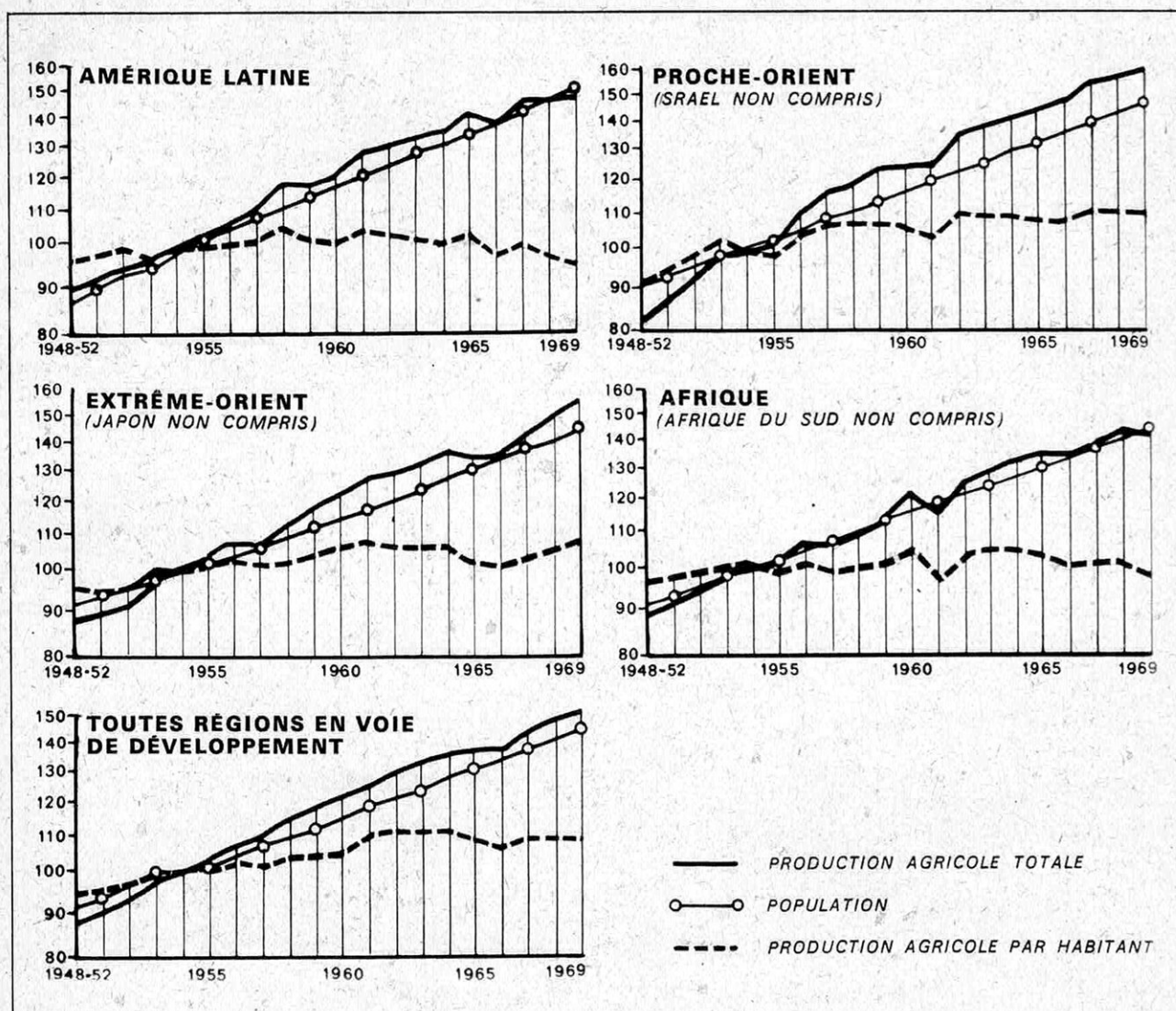
Dans tous les cas, le point à considérer en priorité est la ration protéique, ainsi que la FAO (Food and Agriculture Organization des Nations Unies) l'a bien montré. Les céréales ont une teneur en protéines de l'ordre de 10 %, les tubercules (pommes de terre, manioc, taro, patate douce) ne fournissent qu'un à deux pour cent de protéines. Il en est de même de la banane plantain. Les populations consommant largement des céréales peuvent donc avoir un apport protéique journalier aussi élevé que les

pays développés, alors que d'autres connaissent un déficit certain.

On ne saurait, d'ailleurs, s'en tenir à ces distinctions dans la mesure où toutes les protéines n'ont pas la même valeur biologique. Les protéines d'origine animale (viandes, poissons, œufs, laitages) fournissent tous les acides aminés dont l'organisme a besoin, et ceci dans des proportions convenables. Celles d'origine végétale ont une valeur biologique moins grande car elles sont très généralement déficientes en certains acides aminés. Sans entrer dans le détail, signalons que les disponibilités par habitant et par jour en protéines animales sont estimées à :

66 g aux U.S.A. ;
14 g au Proche-Orient ;
11 g en Afrique ;
8 g en Asie.

Sans entrer dans le détail, disions-nous, car il existe en fait de larges écarts entre les divers



En raison de l'accroissement démographique, la production agricole par habitant des régions en voie de développement ne progresse guère.

pays d'un même continent comme entre les différentes couches sociales d'un même pays. Ces chiffres « bruts » n'en témoignent pas moins de l'énorme différence entre pays riches et moins riches du point de vue des disponibilités alimentaires.

Des faits très nombreux, en relation avec la culture, la religion, les coutumes, sont à prendre en compte. Certains usages régionaux exercent un effet favorable. Associer des légumineuses (haricots, pois, pois chiche, arachide, soja) à un plat de céréales constitue une excellente *supplémentation*, les deux types d'aliments étant déficitaires en certains acides aminés, différant de l'un à l'autre. Traiter le maïs par l'eau de chaux, comme les populations mexicaines le font depuis des siècles, permet de libérer la vitamine PP (niacine) d'un complexe inassimilable. L'étuvage du riz, pratiqué de longue date en certaines régions de l'Inde, à l'effet très bénéfique de faire migrer la vitamine B1 (thiamine) à l'intérieur du grain, ce qui diminue les pertes lors du blanchiment.

On pourrait multiplier les exemples d'usages traditionnels visant à corriger les déficits de l'alimentation de base. Certaines populations, par exemple à Madagascar, font une large consommation de feuilles vertes riches en protéines, en calcium, en fer, en vitamine C. Dans le cas du manioc, les feuilles apportent 8 % de protéines alors que le tubercule n'en contient que 2 %.

LES CARENCES ET LEURS EFFETS

Quels sont les effets les plus fréquents des déficits nutritionnels que nous venons d'évoquer ? Les carences en protéines sont manifestes à tous les âges de la vie, mais surtout chez l'enfant au cours des deux ou trois premières années. A l'échelle mondiale, le trouble nutritionnel le plus fréquent dans les pays en voie de développement est certainement la malnutrition protéino-calorique du jeune enfant.

Bien que les phénomènes soient généralement associés, on peut, schématiquement, distinguer deux tableaux : d'une part, l'insuffisance calorique globale, qui provoque ralentissement et arrêt de la croissance, amaigrissement, et aboutit au *marasme* ; d'autre part, le déséquilibre entre les constituants de la ration.

Dans ce dernier cas, l'enfant reçoit en abondance farineux ou féculents, mais peu de protéines, surtout d'origine animale. Le plus souvent, la mère ignore totalement la nécessité de fournir à l'enfant une alimentation variée, comprenant, outre le lait et les farineux, de la viande, du poisson, des légumes, des fruits. Ce déséquilibre entraîne des troubles digestifs, diarrhée et perte d'appétit, lesquels inquiètent la mère et l'incitent à ne donner à l'enfant que des tisanes sucrées, bouillies légères, décoctions d'herbes. En résulte une accentuation de la carence en protéines.

Les formes majeures de la malnutrition protéino-calorique s'observent surtout vers l'âge d'un an en Amérique centrale, de douze à quinze mois en Afrique du Nord, de dix-huit à vingt mois en Afrique noire où le sevrage est plus tardif. L'enfant perd la joie de vivre, est fatigué, gémissant et se désintéresse de ce qui l'entoure. L'examen révèle une fonte des masses musculaires, surtout sur le thorax et sur les bras, les membres inférieurs étant gonflés d'œdèmes, les lésions cutanées fréquentes, les altérations des cheveux aussi. L'examen des protéines sanguines montre un abaissement touchant surtout la fraction albumines. A ce stade, le foie et le pancréas sont déjà atteints. Si l'enfant est hospitalisé et bénéficie de soins attentifs (régime riche en protéines, correction des troubles de la balance saline) on peut espérer le sauver. Dans les hôpitaux les mieux équipés, la mortalité reste cependant élevée.

Le rôle des médecins et de tout le personnel associé est, au fond, moins de guérir les formes graves de malnutrition que de dépister les cas moins avancés. Il est même, avant tout, de prévenir les troubles par une éducation convenable des jeunes mères. On a dit, à juste titre, que dans les pays en voie de développement, les maladies de carence étaient le fait de la pauvreté et de l'ignorance. L'ignorance apparaît ici encore plus déterminante que la faiblesse économique. C'est souvent au cours de la première année, dès le sixième ou septième mois, que l'enfant commence à souffrir d'une alimentation mal adaptée à ses besoins.

Le rachitisme est encore très fréquent en de nombreuses régions, en particulier en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, chez des enfants de 6 mois à 2 ans. Il est surtout sensible en milieu urbain et suburbain. On peut évidemment s'étonner que des pays méditerranéens se signalent par une aussi grande fréquence des cas de rachitisme, puisqu'on sait que l'exposition insuffisante au soleil en est une cause principale. Le rachitisme du nourrisson relève moins d'une carence alimentaire que d'une synthèse insuffisante de vitamine D dans la peau, synthèse conditionnée par le rayonnement solaire. En Afrique du Nord et au Moyen-Orient, en fait, les femmes restent le plus souvent confinées au fond des maisons et le nourrisson est soumis au même régime. En Afrique noire, au contraire, le rachitisme est exceptionnel. Même si la peau fortement pigmentée forme un écran plus opaque aux ultraviolets solaires, le nourrisson passe de longues heures en plein air, attaché au dos de sa mère, tête et bras exposés au soleil. Dans les grandes villes (Dakar, Abidjan, Accra...) le rachitisme fait son apparition, dans la mesure où les familles vivent davantage enfermées et surtout quand la mère a un travail salarié hors de son domicile.

Le scorbut décrit dans tous les ouvrages scolaires et qui constitue le type même des carences vitaminiques, est à notre époque très

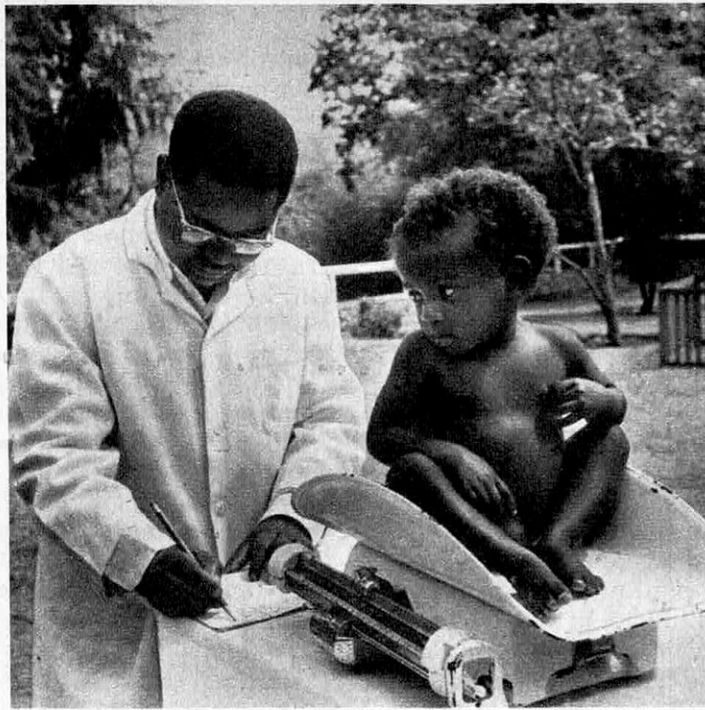


Photo O.M.S.

Cet enfant présente des signes encore discrets, mais indiscutables, de malnutrition protéino-calorique : légers œdèmes et lésions cutanées des membres inférieurs, décoloration des cheveux. S'il reçoit un régime équilibré, il guérira.

En Côte d'Ivoire, deux monitrices rurales, tout en bavardant avec des mères de familles, leur donnent quelques conseils sur l'alimentation infantile. L'ignorance, en ce domaine, est responsable d'une foule d'accidents.

rare. Il faut que l'alimentation soit très pauvre en vitamine C pendant une très longue période (trois mois par exemple) pour que les signes du scorbut apparaissent. Nous en avons néanmoins observé quelques centaines de cas dans des zones arides.

La carence en vitamine A est encore fréquente en Indonésie, dans l'Inde, à Ceylan, au Pakistan. Elle n'est pas rare en Egypte et dans certaines régions d'Afrique du Nord. On l'observe aussi en Haute-Volta et au Niger, dans des zones dépourvues d'élevage et de cultures maraîchères.

Le déficit en vitamine A se manifeste d'abord par des troubles de la vision en lumière faible, puis par des altérations de la peau et surtout par des lésions oculaires pouvant aboutir à la cécité. La diversification des cultures, l'amélioration des communications entre des zones de productions agricoles diverses, l'élévation du pouvoir d'achat, sont autant de facteurs tendant à résoudre le problème. Dans quelques régions de l'Inde, le risque était devenu tel qu'on a eu recours à des injections intramusculaires de vitamine A. Ce n'est pas la solution idéale, mais la moins mauvaise dans le contexte local.

Lorsque l'apport en iode, par les aliments ou l'eau de boisson, est insuffisant, la glande thyroïde parvient mal à synthétiser ses hormones, qui renferment des atomes d'iode dans leur molécule. L'abaissement de ces hormones dans le sang entraîne une réaction au niveau de l'hypophyse,

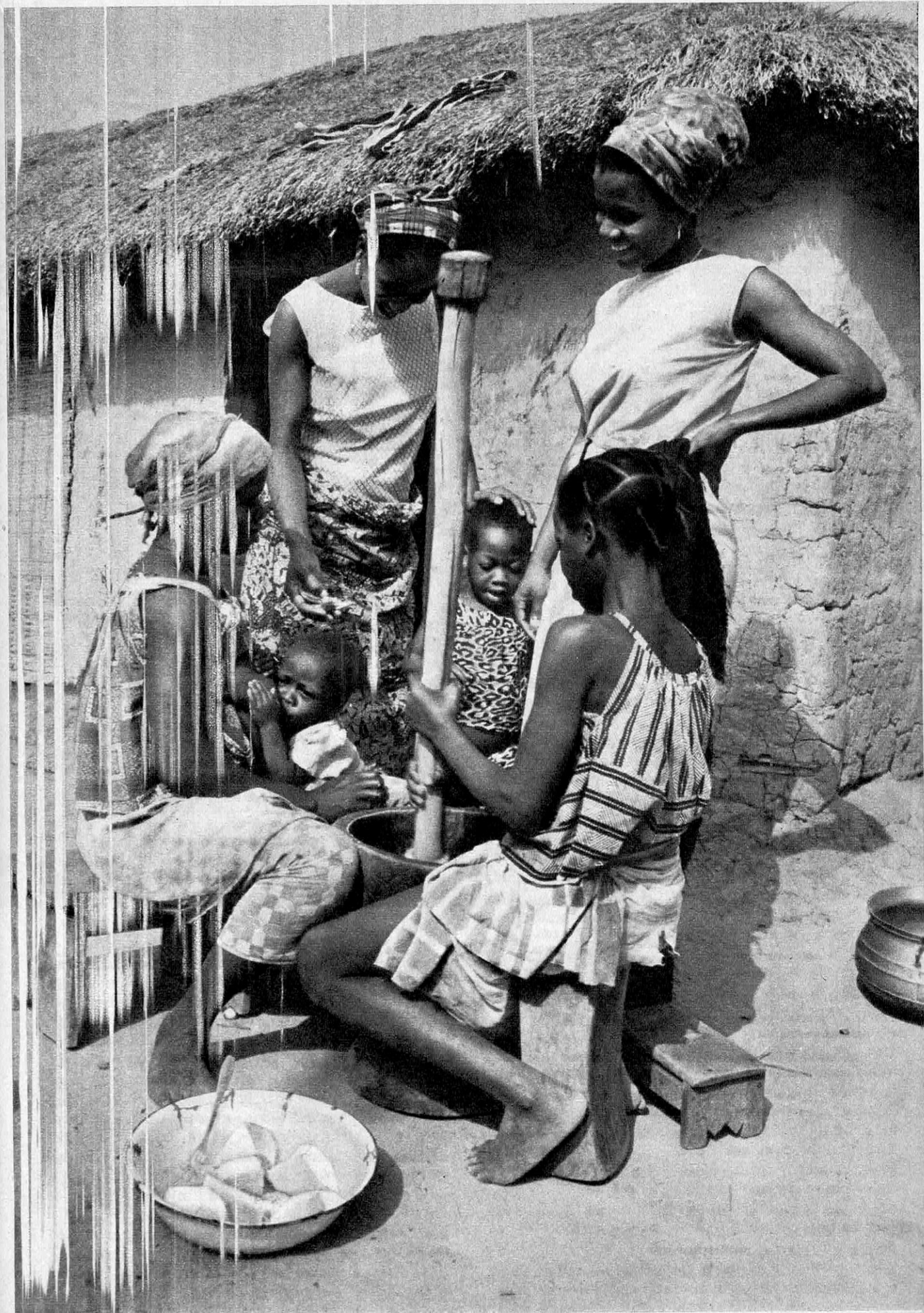
qui stimule anormalement le fonctionnement de la thyroïde. La conséquence est un goitre, dit endémique dans les régions où plus de 10 % de la population se trouvent atteints. Plus de 200 millions d'individus dans le monde, concentrés dans les régions en voie de développement, sont atteints de goitre par carence en iode.

En principe, la prophylaxie est très simple. Elle consiste à fournir de l'iode. Pour cela, on a choisi d'enrichir le sel de cuisine — ingrédient consommé quotidiennement et en quantité constante. Le coût de l'opération, 0,5 à 1 franc par habitant et par an, peut paraître modeste, mais dans les pays en voie de développement, le budget de la Santé publique est parfois incapable de supporter cette charge. Il ne semble pas, toutefois, que les individus atteints de goitre soient, le plus souvent, handicapés dans leur croissance ou dans leur développement intellectuel. Les complications sont rares. Le préjudice est au total, surtout esthétique (dans les zones de goitre endémique, personne ne s'en choque).

Au total, le goitre par déficit d'iode n'apparaît pas comme un problème prioritaire. La lutte contre les maladies transmissibles ou contre le paludisme paraît autrement importante.

LE PROBLEME DEMOGRAPHIQUE

L'expansion démographique rapide vient certainement au premier rang des faits qui conditionnent l'évolution des problèmes nutritionnels



dans les pays peu développés. Certes, l'explosion démographique, pour employer la formule à la mode, n'est pas homogène. De nombreuses régions du Tiers Monde sont sous-peuplées alors que d'autres connaissent un accroissement de population alarmant.

On estimait en 1900 la population du globe à un milliard et demi d'individus. En 1960, elle atteignait probablement trois milliards. Les prévisions pour l'an 2000 s'établissent à 6 ou 7 milliards d'individus.

Quelques cas particuliers illustrent mieux encore le problème. La population du Mexique est passée de 14,5 millions en 1920 à 25,7 millions en 1950 et à 45,6 millions en 1967. En moins de vingt ans, de 1950 à 1967, le Brésil est passé de 52 à 85 millions d'habitants. Le Guatemala comptait 1,3 million d'habitants en 1920 et semble avoir atteint 4,7 millions en 1967.

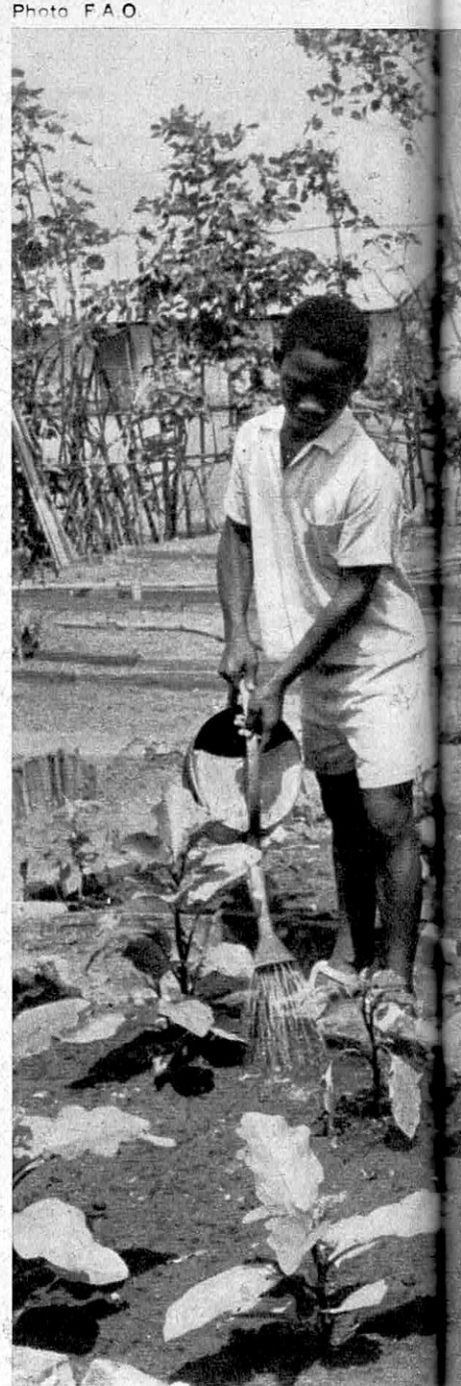
Dernier chiffre, la population de l'Inde augmente d'un million tous les 28 jours, soit 13 millions par an. Rien d'étonnant à ce que les campagnes de « planning familial » y connaissent un intense développement.

Lorsqu'un pays double sa population en vingt-cinq ou trente ans, il serait indispensable de faire progresser les ressources alimentaires au même rythme, ce qui est considérable. Bien plus, il faudrait, pour que les nouvelles générations bénéficient d'une alimentation mieux équilibrée que les précédentes, que l'accroissement des disponibilités alimentaires soit plus rapide que celui de la population. En fait les renseignements tirés de *l'Agriculture Mondiale, bilan d'un quart de siècle* (F.A.O. Rome, 1970) montrent que la production agricole par habitant s'est fort peu accrue dans les pays qui nous intéressent au cours des vingt dernières années. Autre aspect du problème, certains des pays en voie de développement connaissent une poussée d'urbanisation rapide. En grand nombre, des familles ou des adultes jeunes quittent le milieu rural pour les grandes villes. En 1900, Mexico comptait 300 000 habitants, en 1930, 1 million ; ils sont plus de 4 millions actuellement. La population d'Abidjan est passée de 5 000 personnes en 1920 à près d'un demi-million en 1970. Calcutta dépasse déjà les 6 millions et, si le taux actuel d'accroissement se maintient, la ville comptera plus de 36 millions d'habitants en l'an 2000.

Les problèmes posés par l'urbanisation sont multiples. Ceux liés à l'alimentation sont parmi les plus importants. Approvisionner les populations urbaines suppose une augmentation de la production agricole des régions voisines et une amélioration des circuits commerciaux, souvent anachroniques. Nous avons déjà souligné les aspects propres de la malnutrition dans les nouvelles zones urbaines. Bidonvilles d'Afrique occidentale et favellas d'Amérique latine créent des situations très comparables.

Autre phénomène, les populations rurales et surtout urbaines se trouvent aujourd'hui soumises

En Afrique, tel ici à Abidjan, on s'efforce de développer des « jardins scolaires » où les élèves peuvent apprendre à cultiver des végétaux traditionnellement importés.



à la publicité, à la pression de grands groupes industriels pour la consommation de nouveaux produits. Au Sénégal, une pleine page de journal nous montre un jeune garçon avec cette légende « Il sera intelligent ; il ira loin ; il mange du pain... ». De fait, au sud du Sahara, la consommation de pain a triplé au cours des dix dernières années. Dans la plupart des pays intéressés, ce pain est fabriqué à partir de blé importé. En Afrique encore, la publicité est parvenue à convaincre nombre de femmes que le lait en boîte était le meilleur pour le nourrisson. Son achat entraîne une dépense importante comparativement au budget familial et, surtout, l'ignorance des dilutions convenables et le manque d'hygiène peuvent aboutir à des catastrophes : diarrhées, déshydratation, parfois mort de l'enfant...



Les facteurs économiques se retrouvent à tous les niveaux dès qu'on parle de l'alimentation dans les pays en voie de développement. Le problème essentiel est, au fond, celui des bas prix obtenus par ces pays pour leurs matières premières agricoles ou minières, par rapport à celui des objets et des produits élaborés que leur vendent les pays riches. Cette *détérioration des termes de l'échange* ne fait que s'accroître. La mise au point de nouveaux produits dans les pays industrialisés peut d'ailleurs aggraver la situation. La création des textiles synthétiques en est un bon exemple. Si, demain, un chimiste met au point un édulcorant de synthèse offrant toutes garanties, les pays dont l'économie est basée sur la canne à sucre seront plongés dans une crise grave.

DES RAISONS D'ESPERER

Des faits que nous avons évoqués jusqu'ici se dégagent une impression générale assez pessimiste. D'autres, heureusement, laissent envisager des améliorations quant au sort des pays du Tiers Monde. Les plus marquants sont liés aux progrès réalisés en agronomie.

On dispose aujourd'hui de méthodes rapides de sélection génétique pour les végétaux. Au cours des dernières années, on a ainsi enregistré des résultats spectaculaires du point de vue des rendements en blé, maïs ou riz. Diverses régions d'Amérique latine, de l'Inde, de même que les Philippines et beaucoup d'autres en ont largement bénéficié. Les hauts rendements exigent toutefois des techniques agricoles améliorées et

de fortes doses d'engrais. Les propriétaires aisés sont, de ce point de vue encore, plus favorisés que les paysans pauvres. Le progrès peut donc conduire à une accentuation des disparités. On prête à Mme Gandhi ce jugement : « la révolution verte risque d'entraîner la révolution rouge ».

La mise en valeur des terres et l'irrigation ont elles aussi donné des résultats remarquables. Les uns ont été acquis par des moyens techniques modernes, d'autres, en Chine en particulier, par l'effort d'énormes masses d'individus de tous âges et des deux sexes.

La construction d'un barrage n'est pas, au-delà des difficultés techniques et de main-d'œuvre, sans poser des problèmes. Problèmes financiers justifiant souvent des emprunts aux pays riches, réalisations secondaires aussi importantes que le barrage lui-même, etc. En zone tropicale, les retenues d'eau peuvent aussi favoriser des maladies parasitaires. En certaines régions d'Égypte où l'irrigation a été développée, la bilharziose touche 80 % de la population. En Côte d'Ivoire, dans une région où le paludisme sévit et où existent encore de petits foyers de trypanosomiase, la construction du barrage de Kossou pourrait provoquer l'extension de ces maladies. Les mesures propres à limiter de tels risques sont coûteuses.

En favorisant la circulation des produits alimentaires à l'intérieur d'un pays, le développement des voies de communications (routes, voies ferrées) a une influence très nette sur l'état nutritionnel des populations. La consommation de poisson séché, qui représente souvent la source principale de protéines animales, est, en Afrique noire, directement liée à la proximité des axes routiers. Au Cameroun, l'élevage est cantonné dans le centre (plateaux de l'Adamaoua, etc.) et le nord du pays. Pour parvenir aux grands centres urbains du sud, les troupeaux doivent franchir 500 à 600 km et traverser des zones humides auxquelles ils sont mal adaptés. Résultat, on estime que le bétail perd en cours de trajet un quart de sa valeur commerciale. Le chemin de fer transcamerounais, dont la construction progresse vers le nord, devrait permettre le transport rapide des bêtes sur pied ou abattues.

Bien d'autres exemples montreraient l'importance des voies de communications modernes. A remarquer toutefois que leur développement pourrait bien favoriser en priorité la pénétration de produits importés, appuyée par de puissants moyens publicitaires.

DE NOUVELLES SOURCES DE PROTEINES ?

Comme nous l'avons vu, la ration alimentaire moyenne de nombreux pays en voie de développement se caractérise avant tout par un grave déficit protéique, surtout pour les protéines à haute valeur biologique.

Au cours des vingt dernières années, les organisations internationales (O.M.S., Organisation Mondiale de la Santé, UNICEF, Fonds des Nations Unies pour l'Enfance, F.A.O., déjà citée), ont largement encouragé les recherches sur des sources de protéines « non conventionnelles ».

Les succès ont été inégaux. Les farines de poisson de qualité supérieure n'ont connu qu'une faible consommation. Les aliments préparés à partir de tourteaux d'arachide, de graines de coton ou de soja, utilisables chez l'enfant en période de sevrage ou par la consommation familiale, ont, par contre, donné de bons résultats en Amérique centrale, en Algérie et en Inde. Les protéines synthétisées par certaines algues (spirulines) et surtout par des levures cultivées sur produits pétroliers ont suscité l'intérêt. Les « protéines du pétrole » peuvent être, et sont déjà, utilisées en alimentation animale, servant ainsi indirectement à l'alimentation humaine. Quant à dire que ces produits vont pouvoir sauver de multiples enfants menacés de famine, c'est beaucoup moins sûr. S'il est facile d'atteindre avec un produit nouveau les familles urbaines, il est beaucoup plus difficile d'y parvenir auprès des populations rurales, surtout à faibles ressources financières. Même si le prix de ces produits peut être considéré comme bas, il risque d'être élevé pour les gens du Tiers Monde, surtout si l'on tient compte des frais de conditionnement en climat chaud et humide et des coûts de la distribution.

L'utilisation des protéines du pétrole par les éleveurs des pays riches risque d'ailleurs d'avoir des incidences indirectes sur l'économie des pays pauvres. C'est autant de farines de poisson ou de tourteaux d'oléagineux qu'on ne leur achètera plus, et une nouvelle dégradation des termes de l'échange.

*
**

Ces quelques remarques montrent, s'il en était besoin, qu'il n'existe pas de solution miracle aux problèmes nutritionnels des pays en voie de développement. La recherche de solutions bien adaptées exige une approche globale, un effort de planification réel à l'échelon national.

Ces pays que nous appelons « en voie de développement » sont-ils décidés à définir une véritable politique alimentaire ?

Les pays riches sont-ils disposés à réviser quelques-unes de leurs positions afin que le déséquilibre de leurs échanges avec les pays pauvres ne s'aggrave pas ?

Les organisations internationales sauront-elles tirer la leçon de leurs échecs et de leurs insuffisances ?

La réponse ne nous appartient pas, qui est pourtant l'enjeu des vingt prochaines années.

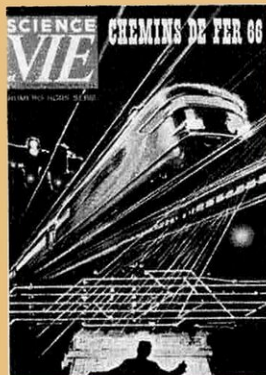
Henri DUPIN

Une véritable encyclopédie du savoir, les numéros hors-série de

Pour vous aider à retrouver nos principaux sujets, nous les avons classés par ordre numérique. Vous pourrez ainsi, soit compléter votre collection, soit commander les volumes qui vous intéressent à l'aide du bon spécial qui figure ci-dessous.

SCIENCE et VIE

- N° 42 La Vitesse
- N° 43 Le Sahara
- N° 45 Médecine-Chirurgie
- N° 46 Habitation
- N° 49 Électronique
- N° 52 Auto 1960/61
- N° 53 Chemins de Fer
- N° 54 Aviation 1961
- N° 55 Énergie
- N° 56 Auto 1961/62
- N° 57 Photo-Cinéma
- N° 58 Musique
- N° 61 Électricité
- N° 62 Week-End 1963
- N° 63 Aviation 63
- N° 64 Auto 1963/64
- N° 65 Radio Télévision
- N° 66 Photo-Cinéma
- N° 68 Auto 1964/65
- N° 69 L'Automatisme
- N° 70 Aviation 1965
- N° 71 Auto 1965/66
- N° 73 Les Chemins de Fer 1966
- N° 74 Habitation
- N° 75 Photo-Ciné
- N° 76 Auto 1966/67
- N° 78 Aviation 1967
- N° 79 Auto 1967/68
- N° 80 Photo-Cinéma



- N° 81 Télévision
- N° 83 Transport Aérien
- N° 85 Les Greffes
- N° 86 1969 A la Conquête des Océans
- N° 87 1969 Aviation 1969
- N° 88 1969 La Lune
- N° 89 1969 L'Automobile 1969/70
- N° 90 1970 Photo Ciné 1970
- N° 91 1970 Navigation de plaisance
- N° 92 1970 Météo
- N° 93 1970 Auto 1970/71
- N° 94 1971 Les Sons
- N° 95 1971 Aviation 1971
- N° 96 1971 L'Automobile 71
- N° 97 1971 Photo-cinéma 72
- N° 98 1972 Marine 72
- N° 99 1972 Diététique
- N° 100 1972 Auto-mobilité (à paraître) 72/73

COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION

De nombreux lecteurs désireux de compléter leur collection ne parviennent pas à trouver les numéros manquants. Ceux-ci sont disponibles à notre service de vente et leur seront expédiés à réception de leur commande accompagnée du règlement. Écrire à :

SCIENCE & VIE « PROMOTION 1 », 32, boulevard Henri-IV - PARIS 4^e - tél. 887.35.78

Nom :

Adresse :

Numéros demandés :

Ci-joint mon règlement : F

(F 5.- par numéro, plus 10 % du montant de la commande pour frais d'envoi).

Chèque bancaire
Chèque postal
(CCP 32.826-31 La Source)
Mandat-lettre

A L'ORDRE DE EXCELSIOR-PUBLICATIONS

Aucun envoi ne pourra être fait contre remboursement.
(à découper ou à recopier)

Des additifs aux pesticides

NOS ALIMENTS SONT-ILS TOXIQUES?



Le Figaro agricole

Depuis quelques années, l'attention du grand public a été alertée sur les risques que les pratiques agricoles modernes ou l'usage par les industries alimentaires d'une foule d'additifs, colorants, agents de conservation, pouvaient faire courir à la santé humaine. Certains accidents dus à des contaminations microbiennes sont venus jeter de nouveaux doutes sur la qualité de nos aliments. Sans épouser tous les griefs des « conservationnistes », on doit reconnaître que l'appareil réglementaire propre à donner toutes garanties au consommateur peut être insuffisant.



Ici ou là, la publicité nous affirme : « la chicorée c'est la santé » ou « pour votre santé mangez des fruits » ; elle nous garantit des aliments « naturels et sains », quand elle ne les transforme pas en remèdes miracles. Un vinaigre de cidre n'avait-il pas la prétention d'être souverain dans les cas « d'arthrite, d'embonpoint, de fatigue, de nervosité, de migraines, de maux de gorge, de sclérose, de sinusite, de rhume des foins, de toux et de vertige, ainsi que pour la circulation sanguine, la maternité, le rein et le sommeil » ?

L'optimisme n'est pas le seul fait de la publicité. Qui de nous n'a, un jour ou l'autre, entendu des fabricants ou des personnalités diverses faire, sur la qualité de nos aliments, des déclarations très rassurantes, affirmant par exemple que « telle intoxication observée à l'étranger serait impossible en France » ou que notre réglementation en matière d'aliments est « une des plus sévères (voire la plus sévère) du monde » ?

A l'inverse, dans nos quotidiens, nos périodiques ou à la devanture du libraire, des titres nous agressent : « l'assassin est à votre table », « du poison dans notre assiette », « menaces sur nos aliments » ; « les aliments qui tuent »... Le bon sens et l'observation quotidienne de notre entourage peuvent certes tempérer notre inquiétude quant à de telles menaces. De même que les maladies de la nutrition ou certaines intoxications tempéraient tout à l'heure notre optimisme. Mais où est la vérité ?

Puisqu'on continue à lire, en 1972, ici que les aliments sont des remèdes miracles, là qu'ils sont des poisons insidieux, il n'est pas inutile d'essayer d'y voir clair, sans passion, et en parlant des faits.

L'épandage massif de produits pesticides sur les cultures est sans doute indispensable, au même titre que l'emploi des engrais chimiques, au développement de la productivité agricole. Il reste qu'on a pu s'inquiéter de la présence éventuelle, dans le produit « fini », de résidus pouvant nuire à la santé humaine.

ALIMENTATION ET SANTE

Qu'il y ait des liens entre l'alimentation et la santé, nul ne le contestera. Les opinions, dans le grand public surtout, divergent quant à l'importance de ces liens. Les uns attribueront volontiers tous nos maux à une alimentation qualifiée de contre nature. D'autres invoqueront la santé apparemment florissante de tel octogénaire gorgé toute sa vie d'alcools et de mets malsains pour conclure que l'alimentation n'importe guère. La position des spécialistes sera, bien sûr, plus nuancée. Si on les interroge sur les priorités à établir, ils diront sans doute que ce ne sont pas, en tout cas, celles que l'on trouve à la une des journaux. Les erreurs alimentaires, la malnutrition des uns, la surnutrition des autres, l'alcoolisme, ont des répercussions plus importantes que telle intoxication accidentelle à l'origine de gros titres. Connaître le problème, au reste, n'est pas savoir le résoudre. Au pays de la frite et du vin rouge, on ne réduira pas d'un trait de plume la consommation de corps gras et d'alcool. Les solutions à trouver concernent le psychologue et l'homme politique autant que le nutritionniste. Il faudrait être bien naïf pour s'attendre à voir cesser en un jour la publicité pour les corps gras ou les boissons alcoolisées. On pourrait tout de même espérer, à l'heure où les « publicitaires » cherchent à redorer leur image de marque, ne plus voir des produits, peut-être excellents, prêcher une mauvaise hygiène alimentaire. On voit pourtant des annonceurs d'eaux minérales ou de pastilles pour l'estomac dire plus ou moins clairement : mangez n'importe comment, ne vous souciez pas des excès, nous sommes là pour réparer les dégâts...

TOXICITE NATURELLE...

La nature est remplie de produits toxiques. L'expérience a peu à peu fait rejeter de l'usage alimentaire courant ceux dont la toxicité était la plus immédiatement visible. L'exemple des champignons vénéneux est caractéristique. Il n'empêche que chaque année, l'amanite phalloïde, pourtant facile à reconnaître, fait de nouvelles victimes.

Simple à première vue, l'exemple des champignons vénéneux ne l'est pas autant qu'il y paraît. Prenons l'exemple des gyromitres (« fausses morilles ») : on en consomme beaucoup en Pologne et une enquête faite dans la région de Poznan a révélé que le champignon avait causé en dix ans 138 cas d'intoxication (dont 6 décès), soit dans cette région 20 % des cas d'intoxications par champignons (1). Pourtant ce champignon est considéré comme comestible. En fait, tout dépend de la façon dont on le consomme : sa toxine est détruite par la dessiccation, alors qu'elle passe dans l'eau de

cuisson de champignons frais. C'est seulement lorsqu'on consomme les gyromitres fraîches et mal cuites avec leur eau de cuisson qu'on observe des accidents.

La toxicité des champignons microscopiques, des moisissures en particulier, a elle aussi révélé des aspects inattendus. Certes, on sait depuis longtemps que les aliments moisissés sont indigestes ou toxiques. Mais c'est seulement en 1961 qu'on a découvert l'extrême toxicité et le pouvoir cancérigène de l'aflatoxine produite par l'*Aspergillus flavus*. Or, on peut trouver de l'aflatoxine non seulement dans les aliments du bétail, tourteaux d'arachide par exemple (avec un risque de contamination du lait), mais aussi dans des aliments de l'homme. Nous en avons trouvé par exemple dans des cacahuètes vendues dans la région parisienne et dans des pâtes d'arachide achetées dans une maison de régime.

Assez nombreux sont les aliments qui, selon les circonstances, les individus, les doses ingérées, peuvent devenir toxiques. Des ouvrages entiers ont été consacrés aux toxiques existant naturellement dans les aliments (1). Citons quelques cas à titre d'exemples :

— Qui de nous n'a, enfant, sucé de la réglisse ou bu du coco ? Cela ne nous a, très probablement, fait aucun mal. Forçons un peu la dose et des troubles graves peuvent se manifester. Ils ont été signalés dans les hôpitaux psychiatriques où certains malades consommaient de très fortes quantités de boissons à base de réglisse. En conclusion d'un rapport, des auteurs ont indiqué qu'on devrait, compte tenu des accidents signalés, écarter la glycyrrhizine (matière sucrée de la réglisse), du nombre des constituants des boissons rafraîchissantes, au moins dans certains milieux où sa consommation peut être faite sans discernement (2).

— La gesse (*Lathyrus sativus*) n'est pas, chez nous, une plante alimentaire alors qu'elle est utilisée dans certains pays pauvres et secs. Elle peut également, comme mauvaise herbe, contaminer les récoltes de céréales. Consommée en excès, elle provoque parfois des troubles nerveux graves. Quant aux fèves, fraîches et crues, elles entraînent chez certaines personnes des troubles de la composition du sang parfois mortels.

— L'exemple de l'huile de colza concerne un aliment bien plus courant chez nous. Bien que l'on ne voie jamais sur une étiquette la mention « huile de colza », c'est un constituant important des mélanges vendus sous le nom d'huile de table, voire même d'huile de qualité supérieure. Elle n'est pas pour cela nécessairement inoffensive. Depuis longtemps, on avait observé qu'elle entraînait chez le rat des retards de croissance. Ces dernières années, des expé-

(1) *Toxicant occurring naturally in foods*. Publication 1354, National academy of sciences, National research council, Washington 1966.

— Gontzea, Ferrando et Sutsesco : *Substances antinutritives naturelles des aliments*.

(2) *Revue française de diététique*. 1969, 13 n° 48.

(1) *Premier congrès européen des centres anti-poison*, septembre 1964. Masson éd.

riences faites sur sept espèces animales ont montré qu'elle pouvait, dans certaines conditions, provoquer des lésions du myocarde. J. Trémolières et J. Cognard, en éditorial des Cahiers de nutrition et de diététique (1971, 6 n° 2) écrivent :

« Même des aliments « naturels » posent aujourd'hui de très difficiles problèmes toxicologiques. L'huile de colza produit des lésions définitives du myocarde sur plusieurs espèces animales. On n'a certes aucune preuve qu'il en soit de même chez l'homme. Mais aucune substance à ingérer par l'homme ne serait probablement autorisée avec un tel dossier. Le colza a pour lui d'avoir été consommé comme huile de carême depuis des siècles. Il faudrait, sur un point aussi grave, que tous les laboratoires susceptibles de l'éclairer puissent s'y consacrer, et l'effroyable carence de l'INSERM et des universités est en cause pour une culture qui occupe 500 000 ha en France » (1).

Cet exemple montre que l'innocuité d'aliments même banaux mériterait d'être reconsidérée. Notons à ce sujet qu'il n'existe pas de définition générale de ce qui est aliment et de ce qui ne l'est pas, pas de procédure stricte à suivre

(1) On trouvera un dossier détaillé sur le colza dans le bulletin d'information n° 80 du Laboratoire coopératif.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

C'est le terme adopté par les organisations internationales pour les diverses substances ajoutées aux denrées alimentaires. Selon une définition proposée, « l'expression additif alimentaire » s'entend de toute substance, y compris microbienne, qui n'est pas normalement consommée en tant que denrée alimentaire en soi, qui présente ou non une valeur nutritive et dont l'utilisation entraîne directement ou indirectement l'incorporation de cette substance ou de ses dérivés dans la composition d'une denrée alimentaire. Cette expression s'étend à toute substance destinée à être utilisée dans la production, la fabrication, l'élaboration, la préparation, le traitement, l'emballage, le conditionnement, le transport ou la conservation d'une denrée alimentaire ; elle ne s'applique ni aux contaminants ni aux résidus de pesticides.

pour en décider. Avant d'autoriser l'addition d'un antioxygène utilisé en très petite quantité dans un corps gras, un long processus d'études toxicologiques et de démarches administratives est prévu. Nous en reparlerons. Mais on n'a pas à prendre les mêmes précautions pour l'aliment lui-même. Il se peut qu'il s'agisse d'un aliment dont la toxicité, connue, est néanmoins admise. L'alcool présent dans le vin est un toxique plus redoutable que bien des additifs qu'on hésite à y mettre.

LE PROBLEME DES ADDITIFS

Mettre l'accent, comme nous l'avons fait, sur la nocivité possible de produits naturels et de denrées courantes n'est certes pas nier les problèmes posés par les produits ajoutés aux aliments. Pline l'Ancien s'en préoccupait déjà :

« L'immoralité est telle... que les vins sont frelatés dès la cuve... Le vin le plus salubre est celui auquel on n'a rien ajouté dans le moût. Quant aux vins traités par le marbre, le plâtre ou la chaux, quel est l'homme même robuste qui ne les redouterait ? La réputation du vin de Béziers ne s'étend pas au-delà des Gaules. Quant aux autres que produit la province narbonnaise, on ne peut rien en dire : les vigneron de ce pays ont établi des fabriques de cette denrée et ils fument leurs vins, et plutôt au ciel qu'ils n'y introduisent pas des herbes et des ingrédients malfaisants ».

La toxicité n'est pas l'apanage de produits soumis à des traitements industriels. Ce champignon, l'amanite phalloïde, est un bon exemple de végétal naturellement toxique, et même mortel.



Les produits chimiques peuvent, évidemment, répondre à des besoins réels : saler la soupe (le sel ordinaire, chlorure de sodium, est un produit chimique comme un autre) lui donne bon goût. La ménagère juge parfois utile de faire tremper les pois chiches dans une eau additionnée d'un peu de bicarbonate. Pour le vin, il serait le plus souvent difficile d'en fabriquer sans recourir d'une manière ou d'une autre à l'anhydride sulfureux.

Parfois, l'utilité du produit chimique dans les aliments est plus discutable : mettre assez de sucre dans les confitures et les soumettre à une cuisson convenable évite l'addition d'acide salicylique⁽¹⁾. Un légume de bonne qualité bien préparé n'a pas besoin d'être additionné de cet « éblouisseur de goût » qu'est le glutamate de sodium.

Pendant des dizaines d'années, on a vendu des petits suisses sans leur ajouter aucun agent conservateur et sans que le consommateur ait trop souvent à se plaindre d'en trouver de moisis. Traiter le papier à l'acide sorbique (qui passe ensuite dans le petit suisse), comme on le fait souvent maintenant, est-ce vraiment nécessaire ?

Il fut une époque où l'on pensait que des pâtes non additionnées de colorants jaunes seraient invendables. On a renoncé à ces colorants sans nuire à la vente, mais on continue à colorer les biscuits. Il est vrai que, pour le fabricant et le vendeur, l'emploi de colorants est parfois tentant : le colorant jaune fera plus ou moins croire à la présence de beurre et d'œufs, le colorant ajouté à un soda fera oublier l'absence ou la faible dose de jus d'orange.

Lorsqu'on interroge les experts sur l'emploi des produits chimiques dans les aliments, ils sont en général d'accord pour dire que cet emploi doit répondre à une réelle utilité pour le consommateur et ne pas l'induire en erreur. Certains des exemples cités montrent que, dans la pratique, il n'en est pas toujours ainsi. Mais ce qui, pour les experts et le consommateur, est le plus important, c'est de savoir si les produits chimiques en question ne sont pas dangereux. Les principes adoptés en la matière par la réglementation française sont excellents : on ne peut ajouter un produit chimique⁽²⁾ à un aliment que si un arrêté l'autorise explicitement, après avis favorable du Conseil supérieur d'hygiène et de l'Académie de médecine.

Les hygiénistes donnent leur avis en tenant compte des travaux effectués dans divers pays, et en particulier des essais sur animaux au cours desquels on administre à plusieurs espèces, pour certaines pendant toute la durée de leur

vie (et même sur plusieurs générations), des doses du produit à étudier largement supérieures à celles que l'homme aura à consommer dans les conditions de l'alimentation. Compte tenu du dossier ainsi rassemblé, sont établies les doses considérées comme admissibles. Les normes sont particulièrement sévères s'il y a le moindre risque d'action cancérogène.

UNE FOULE D'INCERTITUDES

Transposer de l'animal à l'homme laisse toujours subsister une marge d'incertitude. Par ailleurs, on ne peut porter de jugement que dans l'état actuel des connaissances. L'expérience montre qu'on s'est, ainsi, parfois trompé. Pendant des années, on a utilisé certains colorants sans savoir qu'ils étaient cancérogènes. En 1916, on déclarait que le radium était supporté par l'organisme humain aussi bien que le soleil par la plante. Les Américains ont longtemps accepté l'emploi des cyclamates (destinés à remplacer le sucre) et ne se sont ralliés que récemment à la position des Français qui ne les ont jamais autorisés dans les aliments. L'amarante, colorant rouge autorisé dans de nombreux pays, a récemment été remis en cause par les Soviétiques qui le suspectent d'un pouvoir cancérogène⁽³⁾. Les carraghénates, produits naturels extraits d'algues marines, sont utilisés depuis longtemps et on les considérait comme tout à fait inoffensifs (des rats et des souris peuvent, leur vie durant, consommer jusqu'à 25 % de carraghénates dans leur régime sans présenter aucun trouble). De nouvelles recherches ont montré que, dans certains cas, ces produits pouvaient (chez le rat, le lapin, le cobaye) provoquer des ulcérations du côlon. La revue anglaise *Food Cosmetic Toxicology* rendant compte de ces travaux dans son numéro d'août 1971 déclarait : « la récente controverse montre que même un additif alimentaire dont la réputation paraît bien assise peut produire des effets pathologiques chez quelques espèces et dans certaines conditions ».

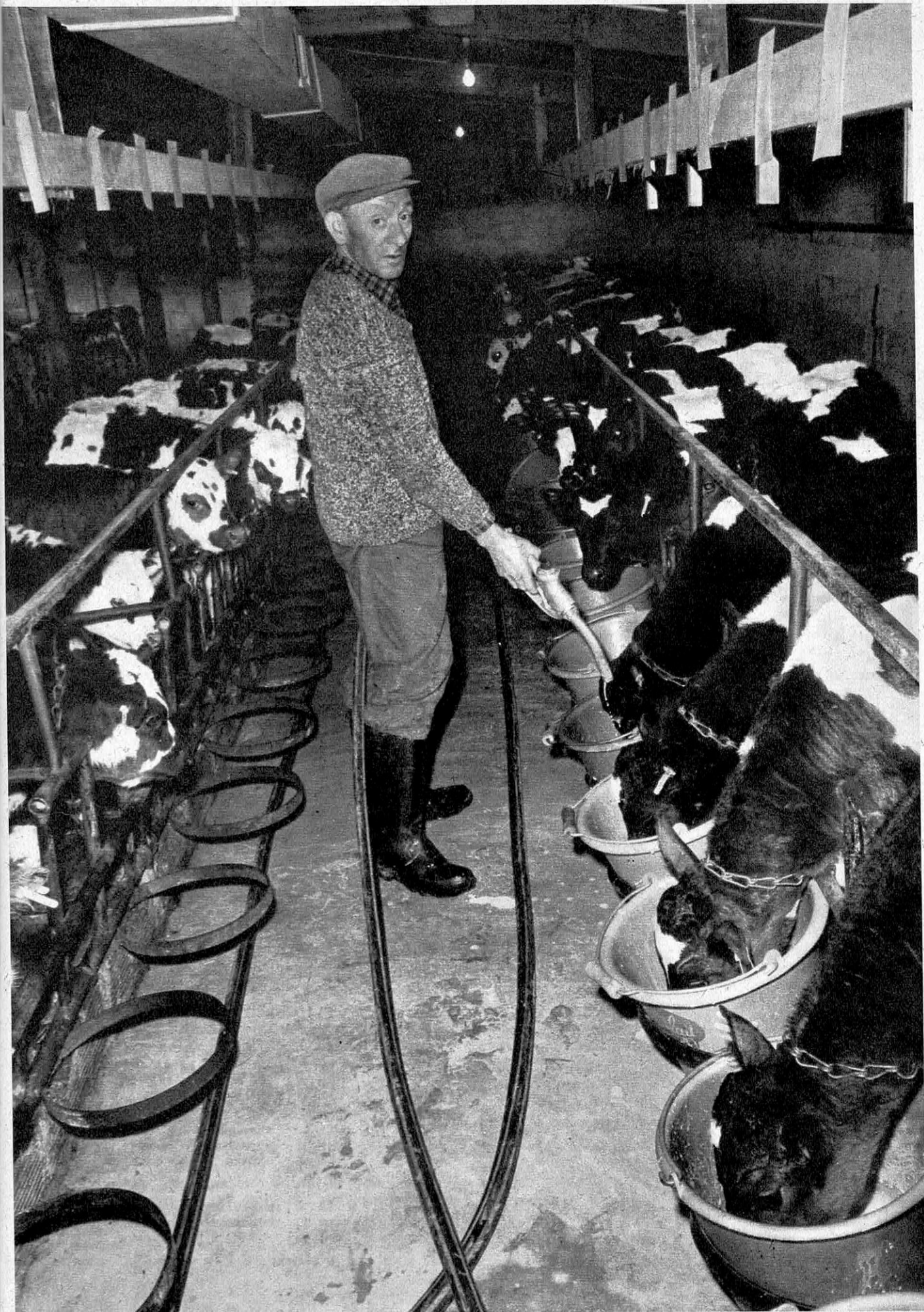
Autre exemple de ces revirements d'attitude liés à des travaux récents, celui du glutamate de sodium destiné à renforcer le goût des produits. Pendant longtemps, on l'a utilisé sans aucun scrupule. Il s'agit d'ailleurs d'un consti-

(1) Addition interdite par la réglementation dans les produits commercialisés, mais pratiquée par certaines ménagères.

(2) Cela est juridiquement explicité pour les colorants et les conservateurs et pratiquement admis pour les autres additifs.

(3) Cf. bulletin d'information du Laboratoire coopératif n° 77.

L'hygiène et la rationalisation de règle dans les élevages modernes peuvent être à l'origine de risques pour la santé du consommateur. Les insecticides organochlorés utilisés dans les étables se retrouvent parfois dans le lait et les produits dérivés.



Jean Marquis

tuant normalement présent en assez grande quantité dans certains aliments. Il y a trois ans, la presse scientifique décrivit un « syndrome du restaurant chinois » (maux de tête, bouffées de chaleur) attribué à cet additif. Certaines études ont elles aussi montré que, chez des animaux nouveau-nés, le glutamate provoquait des anomalies du développement du cerveau (1). Beaucoup de scientifiques considèrent que cela ne suffit pas à remettre en cause l'innocuité du glutamate dans les conditions normales d'emploi. On peut tout de même se demander si l'utilisation de ce produit, qui tend à se généraliser, répond à une nécessité véritable. Les aliments de qualité ont-ils besoin de voir leur goût renforcé ? Certains fabricants d'aliments pour bébés ont déjà répondu par la négative et renoncé depuis plusieurs années à utiliser cet additif.

Les deux derniers exemples montrent qu'un additif « naturel » peut, comme les additifs chimiques, préoccuper l'hygiéniste. L'exemple du glutamate a d'ailleurs conduit un chercheur à écrire à la revue *Food Cosmetic Toxicology* une lettre (publiée dans son numéro de juin 1970), dont il nous paraît intéressant de livrer les passages essentiels :

« Les notions anciennes sur la toxicité doivent faire place à de nouvelles. Autrefois, on admettait communément qu'un produit chimique qui était un métabolite essentiel était en soi plus sain qu'un composé synthétique étranger à la nature et à l'organisme animal. On pensait par exemple que le glutamate, constituant normal (et important pour la vie) des protéines alimentaires, serait relativement inoffensif si on l'ajoutait aux aliments. Apparemment, la thèse de départ était que l'aliment est fondamentalement bon, que les produits chimiques impliqués dans le métabolisme intermédiaire, matériaux dont la vie est faite, étaient même meilleurs. On croyait cela en dépit du fait évident que la vie est basée sur un équilibre homéostatique très élaboré, et en dépit d'exemples manifestes du contraire (par exemple phénylcétonurie, maladie grave due à un taux élevé de phénylalanine et de ses métabolites dans l'organisme, ou action cancérigène, à taux élevé, des hormones sexuelles naturelles).

Aujourd'hui, il devient de plus en plus clair qu'il y a un lien entre origine et dose, et que cela peut avoir une importance particulière. Il se peut que le taux de glutamate obtenu à partir de protéines reste maintenu dans des limites où il est inoffensif alors que celui ajouté aux aliments, sous forme d'acides aminés libres, peut atteindre, au moins dans certains cas, des doses toxiques.

On peut supposer que, lorsque son taux n'est pas compris dans les limites normales, un constituant courant d'un aliment ou un métabolite peut produire des effets toxiques dont la nature

et la gravité varieront selon les cas. On peut s'attendre à ce que certains effets toxiques soient subtils et difficiles à mettre en évidence. C'est pourquoi nous suggérons que les constituants normaux des aliments et les métabolites intermédiaires soient soumis à des essais de toxicité à diverses doses selon les méthodes courantes. Si notre proposition est valable, des études de ce type pourront apporter des éclaircissements sur les agents réels et les mécanismes de maintes réactions toxiques. Il se pourrait par exemple qu'elles fassent la lumière sur les mécanismes de l'apparition de cancer dans les cas où il n'y a pas d'influence externe connue. » En fait, bien souvent, le verdict des toxicologues est nuancé, ponctué d'interrogations. Le législateur, avant d'autoriser un produit, doit en peser les avantages et les inconvénients. En France, il est interdit d'ajouter de l'eau oxygénée au lait car il est facile de conserver ce produit par d'autres méthodes (pasteurisation, réfrigération, stérilisation) et qu'il n'y a pas de risques de pénurie. Dans certains pays sous-développés, la pénurie de lait est considérable, le développement technique et le climat ne permettant pas une bonne conservation. L'emploi de l'eau oxygénée comme additif est alors préférable à des pertes importantes. Lorsqu'on a autorisé en France, sous contrôle, le traitement des vins au ferrocyanure de potassium, c'est en partie parce que cette autorisation permettait un contrôle strict des conditions d'emploi, alors que l'interdiction aurait très probablement conduit à un emploi non contrôlé et dangereux. Entre les risques pour la santé de certaines moisissures toxiques ou des substances apparaissant dans le rancissement des corps gras et les quelques doutes qu'on peut avoir sur l'innocuité absolue de produits destinés à lutter contre ces détériorations, on peut choisir dans un sens ou dans l'autre. Tout dépend de l'époque, des circonstances et du pays. Bien que le fait soit rare, il arrive que l'avis ferme donné par les hygiénistes ne soit pas suivi, pour des raisons économiques ou politiques, par les Pouvoirs publics. Le meilleur exemple, maintenant ancien, est celui de l'emploi de l'acide borique dans le beurre fermier. Dès le 28 décembre 1891, le Conseil d'hygiène se prononçait contre cet additif et, au cours des années, les hygiénistes ne changèrent pas d'avis. Il fallut pourtant attendre 1964 pour qu'on renonce à son emploi.

DES CONTAMINANTS DIVERS

Des tolérances, des incertitudes juridiques, des oublis, font que certains additifs échappent parfois aux contrôles nécessaires. C'est ainsi que l'emploi de produits anti-germes pour la pomme de terre a pu se généraliser bien avant que les hygiénistes ne se soient prononcés à leur sujet (la question n'est du reste pas encore réglée).

(1) On trouvera quelques références dans le bulletin d'information du Laboratoire coopératif n° 75.



Au marché central de Tokyo : contrôle de radioactivité sur des thons provenant de certaines régions du Pacifique.

Il ne suffit pas de se préoccuper de l'innocuité naturelle d'un aliment et de ce qu'on y ajoute volontairement. Depuis le champ où il est récolté jusqu'à l'assiette du consommateur, il est mille occasions où l'aliment peut être contaminé par des substances indésirables.

Commençons, précisément, par l'assiette : il y a quelques mois, notre laboratoire publiait les résultats de l'analyse de 179 échantillons de vaisselle décorée. Plus de 20 % de ceux-ci cé-

daient, dans une solution d'acide acétique, des quantités excessives de plomb : en cas d'exportation aux Etats-Unis, où existe sur ce point une réglementation sévère, ces ustensiles auraient été refoulés. Laisser séjourner dans une telle vaisselle des aliments acides, une vinaigrette par exemple, pourrait, à la longue, entraîner des intoxications.

De nombreux exemples d'intoxications et de contaminations d'aliments par le plomb relèvent

d'ailleurs des causes les plus diverses : légumes contaminés par des vapeurs d'essence en bordure d'autoroute ; soudure au plomb d'une bassine à friture ; attaque de tuyauteries de plomb par une eau trop douce ; cidre dissolvant le plomb dans une des pièces d'un pressoir, etc. Pour éviter des accidents de ce genre — le plomb n'est pas la seule substance dangereuse qu'on puisse rencontrer dans un récipient ou un emballage — le législateur a mis au point une réglementation assez stricte des matériaux au contact des aliments. Un protocole d'essai a été mis au point qui doit permettre « d'évaluer les risques de passage de constituants du matériau dans l'aliment dans les conditions normales d'emploi ».

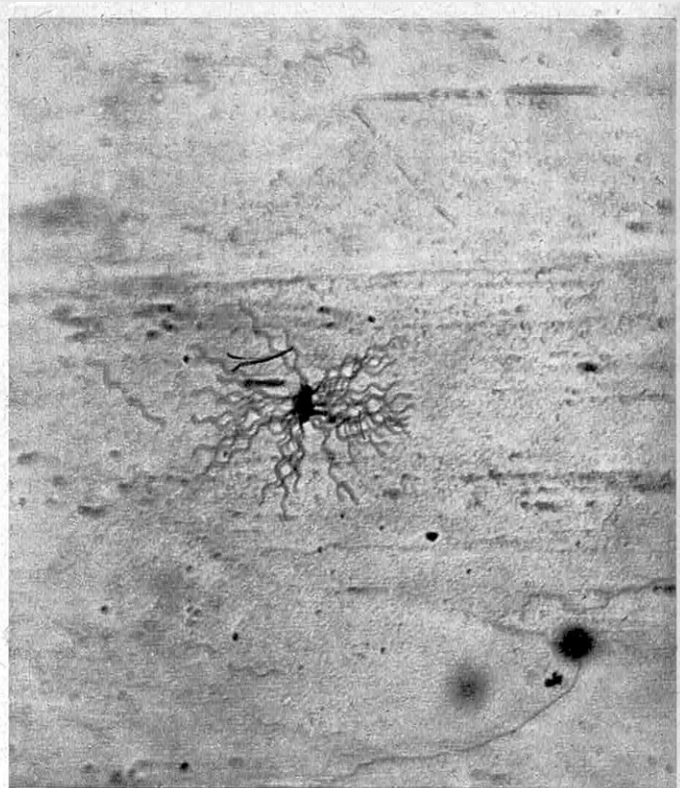
Cette réglementation⁽¹⁾ contribue à protéger le consommateur sans lui donner une sécurité absolue. D'une part, l'étude toxicologique des très nombreux constituants des emballages est ardue. D'autre part, on interdit seulement de mettre les aliments en contact avec une matière non autorisée. Une circulaire du 3 août 1912 précisait d'ailleurs : « en l'état de la législation, est interdit l'usage, lors de la préparation ou pour la conservation des boissons et denrées alimentaires, de ceux des ustensiles, récipients ou appareils dont l'emploi présenterait des dangers pour la santé du consommateur, mais non la vente desdits ustensiles, récipients ou appareils ».

C'est ainsi que la cour d'appel de Paris (9^e chambre, 28 décembre 1920) jugeait, malgré l'arrêté du 28 juin 1912 (en application du décret du 15 avril 1912), qui interdisait de placer les denrées alimentaires au contact d'alliages contenant plus de 10 % de ce métal⁽²⁾, qu'il n'y avait pas infraction à vendre des cuillers contenant plus de 10 % de plomb.

En toute rigueur juridique, le tribunal aurait pu, en revanche, poursuivre la ménagère qui utiliserait ces cuillers.

Ces textes signifient, pour le moins, que celui qui met de la moutarde en pot ou de l'huile en bouteille doit s'assurer auprès du fabricant d'emballages que ces derniers ont bien une composition conforme à la réglementation. Sa responsabilité ne s'arrête pas là. Lorsqu'on vend du lait, de l'eau, du fromage, etc., on doit s'assurer que l'emballage ne leur a pas cédé des substances qui leur sont étrangères.

Ajoutons que cette réglementation n'est pas toujours bien connue de ceux qui utilisent les emballages, non seulement des industriels et commerçants de l'alimentation, mais aussi des consommateurs. Se soucie-t-on toujours de la nature du sachet plastique où l'on met du fromage pour le pique-nique ? Le consommateur a des excuses. Il peut, à bon droit, demander pourquoi l'on n'a pas rendu obligatoire un étiquetage permettant de distinguer du premier



Quelques indésirables à l'origine d'intoxications alimentaires plus ou moins graves. Le bacille botulique, qui peut se développer dans les con-

quetage permettant de distinguer du premier coup d'œil (par exemple fourchette barrée ou non), si tel récipient convient ou non à l'usage alimentaire ou pourquoi le principe de la liberté commerciale a permis de fabriquer et de vendre des cuillers dont, à la limite, il n'avait pas le droit de se servir.

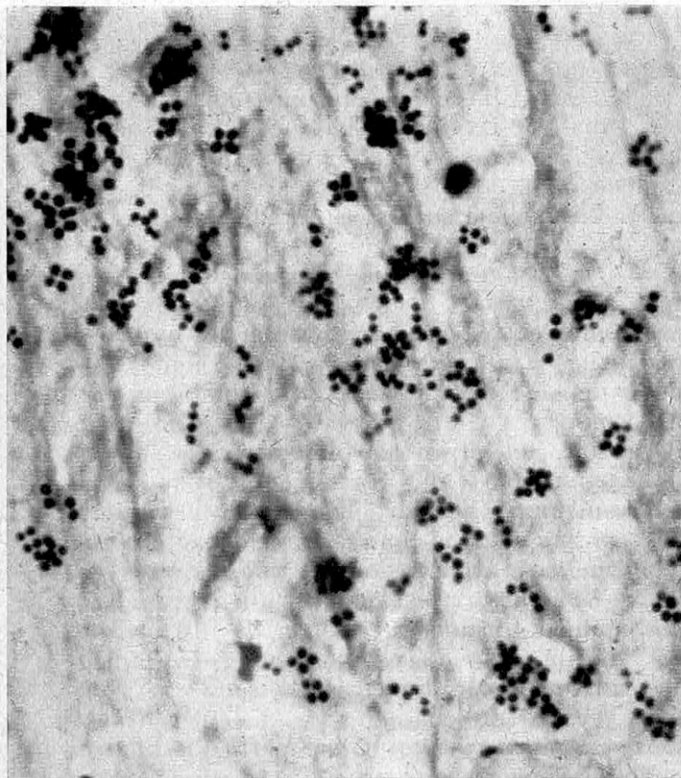
LES RESIDUS DE TRAITEMENTS AGRICOLÉS

C'est en cours de fabrication, puis lors du stockage et de la consommation, que les matériaux au contact des aliments peuvent être source de contaminations. Mais d'autres contaminants interviennent à un stade plus précoce, avant même que l'aliment soit élaboré. L'agriculture moderne utilise en effet de très nombreux produits chimiques ou biologiques pour protéger les cultures contre leurs ennemis naturels (pesticides), comme adjuvants de l'alimentation du bétail, ou comme médicaments des animaux (antibiotiques par exemple).

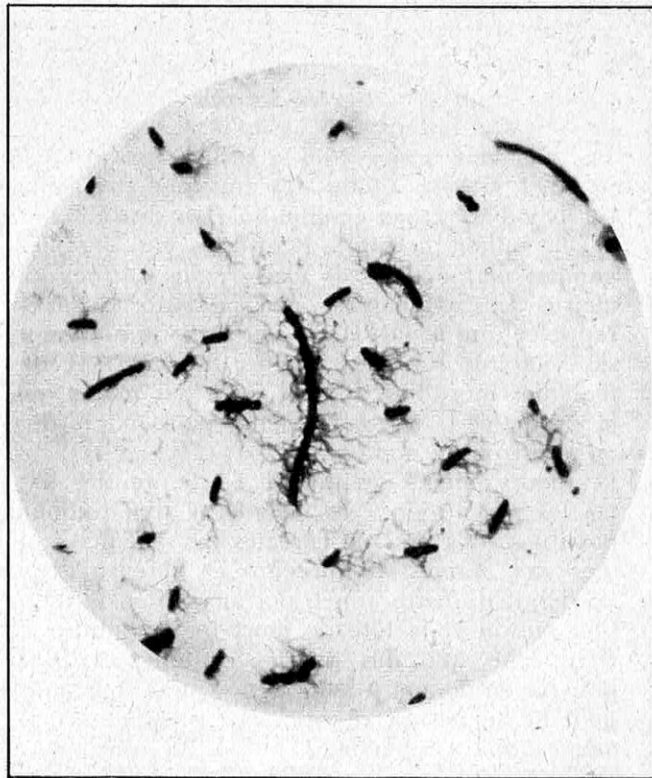
Diverses enquêtes faites à propos d'aliments vendus dans le commerce ont montré qu'on y trouvait divers résidus à des doses qui, sans être en général alarmantes, justifiaient qu'on s'en préoccupe. Donnons quelques exemples : Tout récemment, le professeur Gounelle présentait à l'Académie de médecine une communication sur les résidus d'antibiotiques dans les viandes. On en trouve dans, respectivement, 26 %, 20 %, 15 %, 10 % des échantillons de

(1) On en trouvera le détail dans la brochure n° 1227 publiée en 1970 par le Journal officiel.

(2) Annales des falsifications, juillet-août 1921, 14 n° 153-154.



erves avariées, provoque de temps à autre des accidents mortels. Le staphylocoque doré (au centre), est plus fréquent, mais moins dange-



reux ; il est transmis lors de la préparation de certains mets. Les salmonelles, à droite, contaminent parfois la viande hachée.

viande de porc, de bœuf, de veau et de poulet analysés. Des enquêtes antérieures faites sur le lait avaient révélé la présence de résidus d'antibiotiques dans plus de 10 % parfois des échantillons analysés.

De temps à autre, des produits exportés à l'étranger, en Suisse ou aux Etats-Unis par exemple, sont refoulés : les services de contrôle de ces pays y ont décelé des résidus d'insecticides dont les doses dépassent celles qu'ils tolèrent. Alors que dans la plupart des pays développés, existe, parfois depuis de nombreuses années, une réglementation fixant les doses limites des résidus de divers pesticides autorisées dans les aliments, jusqu'à 1971, aucune réglementation de ce type n'existait en France. Le décret du 30 juillet est venu apporter un début de solution. Il interdit de détenir en vue de la vente ou de mettre en vente « des denrées et des boissons destinées à l'alimentation humaine ou animale contenant une teneur en résidus de produits utilisés en agriculture et en élevage présentant un danger pour la santé humaine, même si le danger n'apparaît qu'après une longue période de consommation ». Des arrêtés pris après avis du Conseil supérieur d'hygiène et de l'Académie de médecine sont prévus pour fixer les teneurs pouvant être admises.

Lorsque ces arrêtés seront pris, notre réglementation sera, sur ce point, à la hauteur de celle d'autres pays. Restera l'essentiel : disposer d'un réseau suffisant de laboratoires spécialisés pour assurer le contrôle.

Est-ce à dire qu'en matière de pesticides le

consommateur français ne dispose d'aucune protection ? Tel n'est pas le cas. Il existe toute une procédure d'homologation des pesticides qui conduit, d'une part, à ne pas autoriser les produits trop dangereux pour l'agriculteur ou pour le consommateur, et qui définit, d'autre part, les conditions d'emploi correctes (cultures pouvant être traitées, doses à ne pas dépasser, délai à respecter entre le dernier traitement et la récolte...). Bien qu'une réglementation de ce genre soit difficile à appliquer, elle n'est pas sans effet et explique sans doute les résultats relativement satisfaisants observés dans diverses enquêtes. Notons toutefois qu'à diverses reprises nous avons trouvé dans des échantillons plus de pesticides que ne l'autorisent les réglementations étrangères. Par exemple, 19 % des échantillons de riz que nous avons analysés en 1967 auraient été refoulés à la frontière allemande et 17 % des carottes (communication présentée à l'Académie de médecine en 1971) n'auraient pas satisfait à la réglementation suisse.

En 1965, nous avons trouvé dans le beurre des résidus d'insecticides organochlorés. Bien que la presse en ait parlé, le fait n'a pas, semble-t-il, trop ému les laitiers. Ils ne devaient réagir que lorsque les Américains refoulèrent des fromages français. Une enquête systématique permit d'incriminer les pesticides organochlorés utilisés dans les étables. Depuis, l'emploi de ces produits a été interdit, les industriels laitiers créant un laboratoire et effectuant des contrôles systématiques. Cet exemple montre que,

sans renoncer à l'emploi des pesticides, une réglementation plus sévère et un contrôle régulier peuvent réduire les contaminations.

Pendant des années, on a utilisé massivement le DDT sans se douter des multiples problèmes qu'il pouvait poser (contamination des aliments et du milieu naturel). Peut-être, ces dernières années, certains ont-ils exagéré les risques encourus. Les hygiénistes ont sans doute raison de rappeler que le DDT a à son actif de nombreuses victoires sur des insectes transmettant des maladies mortelles. Il n'en reste pas moins que la prudence a incité plusieurs pays à interdire ou à restreindre son emploi.

D'ailleurs, même quand on a cru prendre toutes les précautions, des accidents sont toujours possibles. Les sacs de céréales de semence traitées aux dérivés du mercure et livrés à l'Irak au début de cette année portaient bien la mention *poison* et la tête de mort réglementaire. Il n'empêche que des paysans affamés ont cru pouvoir en donner à leurs bêtes, puis, constatant qu'il ne se passait rien, en ont consommé eux-mêmes. C'est seulement plus tard que l'intoxication s'est manifestée, faisant des centaines de morts et des milliers de victimes. Sans doute une affaire de cette ampleur est-elle très improbable en France. Souvenons-nous tout de même des intoxications survenues il y a vingt ans à Pont-Saint-Esprit. Le pain en question avait été fabriqué avec une farine contaminée accidentellement par des produits organo-mercuriels. Il y a deux ans, aux Etats-Unis, une grave intoxication fut observée dans une famille après consommation de la viande de porcs qui avaient mangé des semences dénaturées. On ne peut, enfin, empêcher les animaux sauvages — oiseaux, gibier — de consommer des grains traités.

La prudence de certains pays qui, comme la Suède depuis 1966, ont interdit l'emploi des organo-mercuriels en agriculture s'explique. De fait, à la suite de cette mesure, on a pu constater une diminution considérable de la teneur en mercure de divers produits alimentaires.

DES POLLUANTS

D'ORIGINE INDUSTRIELLE

Les produits de traitement agricole ne sont pas les seules sources de contamination par le mercure. Les eaux usées de certaines industries (papeteries, par exemple) peuvent en contenir et, à diverses occasions, notamment au Japon, de graves intoxications ont suivi la consommation de poissons contaminés.

Nombreuses sont les industries qui, en polluant l'air ou l'eau, peuvent contribuer à contaminer dangereusement les aliments. Présentant en juin 1962, au Congrès national des coopératives de consommation, un rapport sur le consommateur face au progrès technique, F. Custot déclarait : « Des sommes énormes ont été consacrées à la recherche nucléaire, que ce soit dans

le domaine des armements ou dans celui de la production d'énergie, mais on connaît encore très mal l'effet physiologique des rayonnements, les doses maximum admissibles en radioéléments divers, les teneurs des aliments en radioéléments artificiels. Aux Etats-Unis, il a fallu la publication de résultats d'analyses par une organisation de consommateurs pour que soient mis en évidence et l'importance du problème et sa sous-estimation par les autorités officielles. En France pendant de longues années, rien n'a été fait malgré de nombreux cris d'alarme.

Rappelons en effet que les contrôles de la radioactivité de l'air, et même de l'eau, n'intéressent que très partiellement la protection des consommateurs contre les dangers des radioéléments artificiels. Le fait que les êtres vivants (animaux et végétaux) soient capables d'accumuler (jusqu'à un million de fois et même davantage)⁽¹⁾ la radioactivité du milieu ambiant rend absolument nécessaire un contrôle détaillé de chaque type d'aliment (poissons et animaux marins en particulier). Jusqu'ici les seuls travaux sur cette question étaient effectués au Commissariat à l'énergie atomique, ce qui était évidemment une aberration juridique puisque le C.E.A. est en France, en matière de radioactivité, le principal responsable de la pollution. Actuellement, le Service central de protection contre les rayonnements ionisants (qui dépend du ministère de la Santé publique) a récemment entrepris, en dehors des dosages de l'air et des eaux, un certain contrôle de la chaîne alimentaire, limité pour le moment au lait et à certains végétaux (tomates, épinards, salades). Un grand laboratoire doit en principe être construit pour cela cette année. Félicitons-nous donc de ces débuts sans tomber dans l'euphorie. N'oublions pas que la création du Commissariat à l'énergie atomique date de 1945 et que les premiers contrôles suivis de la radioactivité des aliments ont commencé en France en 1961. N'est-il pas légitime de parler d'un retard de la protection des consommateurs par rapport au progrès technique ? ». Depuis, les contrôles se sont sans doute développés et des résultats sont publiés dans des revues de diffusion restreinte, mais il ne semble pas qu'un grand effort soit fait pour aider le non spécialiste à y voir plus clair.

LES CONTAMINATIONS

MICROBIENNES

Il serait trop long de traiter ici en détail du problème des intoxications microbiennes, mais il n'est pas question de les passer entièrement sous silence. Chaque année quelques cas spectaculaires ont les honneurs de la presse, tandis que des centaines ou milliers d'autres sont répertoriés, semaine après semaine, dans le bulle-

(1) *Coopération*, mai 1958.

tin épidémiologique du ministère de la Santé publique. Bien plus nombreux sont sans doute les cas isolés, de gravité modérée, qui ne sont pas portés à la connaissance des services de statistiques.

Les cas les plus graves — parfois mortels et heureusement rares — sont dus au bacille botulique qui se développe, par exemple, dans des conserves insuffisamment stérilisées (le plus souvent, mais pas exclusivement, de production familiale). Les nouveaux procédés de commercialisation et de conditionnement méritent une étude attentive afin de s'assurer qu'ils n'entraînent pas de risque de ce point de vue : il y a quelques années, en Amérique du Nord, des cas de botulisme furent observés avec des poissons fumés vendus sous emballage plastique. Beaucoup plus courante, bien qu'infiniment moins grave, l'intoxication par staphylocoques a souvent pour origine la consommation d'un reste conservé quelques heures à température élevée après avoir été contaminé par un porteur de germes (personne souffrant d'une plaie infectée, d'une affection rhinopharyngée, etc.). Les porteurs de germes peuvent aussi être mis en cause dans des intoxications plus graves dues aux salmonelles, mais c'est souvent bien antérieurement que l'aliment a été souillé. C'est ainsi que les œufs de cane, la viande de cheval, la viande de porc, peuvent être contaminés dès la production ou lors de l'abattage des animaux.

Le contrôle des aliments vendus dans le commerce montre que, très souvent, dans le cas par exemple des charcuteries ou de certains produits laitiers, la qualité bactériologique laisse fortement à désirer. La réglementation française est encore très insuffisante, presque inexistante pour beaucoup de produits. Il fallut attendre 1967 pour que des arrêtés réglementant la qualité bactériologique des crèmes glacées (que le conseil d'hygiène déclarait urgents dès 1948) voient le jour. Ce n'est qu'en 1971 que le principe d'une réglementation évitant la manipulation des aliments d'origine animale par des porteurs de germes a été clairement formulé.

Lorsque des normes officielles existent quant à la qualité bactériologique des aliments (lait pasteurisé par exemple), elles ne sont pas toujours scrupuleusement respectées. S'il reste beaucoup à faire, de ce point de vue, au niveau des Pouvoirs publics, les consommateurs et plus encore les responsables de collectivités ont aussi leur rôle à jouer. Bien souvent de simples mesures d'hygiène élémentaire auraient évité des intoxications. Faire cuire pour une collectivité d'énormes quartiers de viande puis les laisser refroidir lentement, c'est créer les conditions optimales au développement de *Clostridium perfringens*, germe souvent incriminé dans les intoxications. Hacher la viande à l'avance et la garder à la température de la pièce est une imprudence criminelle. Un bon usage du froid, des locaux propres et, si nécessaire, désinfectés,

suffiraient à réduire considérablement le nombre des intoxications alimentaires.

QUE CONCLURE ?

La loi du 1^{er} août 1905 interdit la vente de denrées alimentaires que l'on sait falsifiées, corrompues ou toxiques. Mais, comme nous venons de le voir, il n'est pas toujours facile de savoir au-delà de quelle limite une denrée alimentaire est corrompue ou toxique. Bien souvent des textes réglementaires aident, il est vrai, à y voir un peu plus clair et, après avis d'experts qualifiés, on a pu établir des listes d'additifs autorisés, fixer leurs doses et leurs conditions d'emploi. La réglementation actuelle n'en reste pas moins insuffisante quant à assurer une protection réellement satisfaisante du consommateur. Avec beaucoup de courage, le « rapport François », rendu public au début de 1971, mettait en lumière les nombreuses lacunes de notre réglementation⁽¹⁾ et proposait des mesures d'amélioration. Quelques textes pris depuis lors sont venus concrétiser certains de ses vœux. Mais le rapport annonçait pour début 1971 un nouveau texte sur l'étiquetage détaillé des aliments, texte qui, un an plus tard, n'a pas encore vu le jour.

Ne serait-ce pourtant pas le droit du consommateur de savoir si l'huile qu'il achète contient ou non du colza, que son médecin a fort bien pu, dans le doute, lui déconseiller ? N'a-t-il pas le droit, s'il est allergique à la pénicilline, de pouvoir choisir un poulet nourri sans antibiotiques ? Ne peut-il préférer (même si on lui garantit que les colorants autorisés sont sans danger) acheter un produit non coloré s'il estime que la coloration est inutile, parfois trompeuse, et peut-être pas toujours inoffensive ? La vérité sur les étiquettes serait aussi un moyen de mettre fin aux fausses nouvelles que, trop souvent, des articles ou ouvrages à sensation diffusent dans le public, semant inutilement le trouble dans les esprits.

Pour que le consommateur soit réellement et objectivement informé, il reste beaucoup à faire. Ne serait-ce que parce que, bien souvent, personne au fond ne détient les informations qui seraient nécessaires. Accidentellement, des milliers de substances toxiques peuvent à plus ou moins forte dose contaminer les aliments. Fort peu de laboratoires existent pour les contrôler, et, dans bien des cas, personne ne pourrait dire ce qu'il en est de la teneur en mercure, en hydrocarbures cancérigènes ou en résidus d'herbicides de nos aliments les plus courants.

Dès lors, ce n'est plus seulement l'information du consommateur qui laisse à désirer, mais sa protection.

Alain GAUSSEL

(1) On en trouvera de larges extraits commentés dans le bulletin n° 81 du Laboratoire coopératif.

NUTRITION - ALIMENTATION

Cette bibliographie, établie d'après le stock d'ouvrages de notre librairie, ne représente qu'une partie des ouvrages figurant dans notre catalogue général (1970). Prix F 7,50.

DIÉTÉTIQUE

GUIDE PRATIQUE DE DIÉTÉTIQUE. Professeurs Bour H. et Dérot M. et divers auteurs. — Ce précis est indispensable à tous ceux qui ont à prescrire ou à surveiller des régimes. Il répond aux exigences du médecin-praticien, mais il a été également réalisé à l'intention des étudiants et de tous ceux qui doivent connaître et mettre en application cette discipline particulière: diététiciennes, infirmières, etc. — Les bases biochimiques et physiologiques de l'alimentation normale. Les aliments et les groupes d'aliments. Diététique des maladies et régimes. Techniques particulières d'alimentation. Comment consulter le Guide pratique de Diététique: Tables alphabétiques. 644 p. 15,5 x 24. Tr. nbr. fig. et tabl. Relié. 1966 F 69,25

MANUEL ÉLÉMENTAIRE D'ALIMENTATION HUMAINE. — Trémolières J., Serville Y. et Jacquot R. — Tome I: Les bases de l'alimentation. Histoire de l'alimentation. Aliments et nutriments. La digestion. Les besoins de l'organisme. Rations et menus. Psychologie de l'alimentation. Microbiologie et alimentation. 502 p., 13,5 x 21, nbr. tabl. et schémas, cart., 5^e édit., 1969 F 39,00

Tome II: Les aliments. Les viandes, poissons, œufs (1^{er} groupe). Les laits, fromages (2^e groupe). Les corps gras (3^e groupe). Céréales et dérivés (4^e groupe). Les légumes et fruits (5^e et 6^e groupes). Les produits sucrés. Les boissons. — Les aliments dans la société moderne. 480 p. 13,5 x 21, nbr. tabl. et schémas, cart., 4^e édit., 1968 F 39,00

PRÉCIS D'HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — Stevens H. — Les besoins alimentaires de l'homme. Classification des aliments en cinq groupes d'après leur composition. Le groupe des aliments riches en lipides. Le groupe des aliments riches en protéines. Les aliments riches en cellulose, minéraux, vitamines C. Les végétaux frais. Le groupe des produits laitiers. Les boissons. Pratique de l'alimentation. — 232 p., 13,5 x 21, 27 fig. et tableaux, 5^e édit., 1968 F 15,00

300 RECETTES CULINAIRES POUR MAIGRIR par la méthode des basses calories. Béhotéguy de Téraumont. Qu'est-ce que le régime basses calories? Haute gastronomie et basses calories. Besoins caloriques journaliers de l'homme et de la femme selon taille et morphologie. Panoplie nécessaire à ceux qui veulent maigrir. Le sel et l'eau. Les potages, entrées et salades. Les œufs. Les abats. La charcuterie. Les épices. Les poissons et crustacés. Lapin et gibier. Les légumes. Les viandes. Les sauces. Lait et fromages. Les fruits. Les pâtisseries. Les sandwiches. Les petits déjeuners. Les vitamines. 188 p. 17,5 x 22,5. Tr. nbr. illustr. Cart., 1968 F 13,90

500 NOUVELLES RECETTES POUR MAIGRIR par la méthode des basses calories. Béhotéguy de Téraumont. — Les herbes. Les quantités. Les sauces. Les potages qui ne font pas grossir. Entrées et salades. Les œufs. Les crustacés. Les poissons. Les viandes: agneau, bœuf, mouton, porc, veau. Les volailles et les lapins. Les légumes. Le sucaryl. Les entremets. Les boissons. Les minéraux. Basses calories sous les Tropiques. Les dépenses d'énergie musculaire. 192 p. 17,5 x 22,5. Tr. nbr. illustr. Cart. 1968 F 13,90

LA SANTÉ PAR LES PLANTES ET LA MÉDECINE NATURELLE. — Florilège de plantes médicinales. — Bréviaire de santé pour tous, conforme aux lois de la nature. Certeil-Bauer et Bauer E. Traduit de l'allemand par Nonclercq. E.V. — Les plantes médicinales et les champignons: Récolte, cueillette, préparation et mode d'emploi, description, domaine d'application des plantes médicinales. — Le corps humain. — Maladies fréquentes et leur traitement: Réflexions sur les soins aux malades. Maladies fréquentes et leur traitement femmes et jeunes filles. Nos enfants. Les dents et leur soin. La pharmacie de famille. — Maintien de la santé chez l'être humain: Alimentation, régimes. Gymnastique. Hydrothérapie. Le sommeil. Comment atteindre le grand âge. — 540 p. 14,5 x 21, 191 illustr., 16 planches hors-texte, couleurs représentant 101 plantes médicinales et champignons. Relié toile. Nouv. édit. 1971 F 45,00

PRATIQUE DE L'ALIMENTATION EN COLLECTIVITÉ. Aubin M. — Contexte actuel de l'alimentation collective. Du savoir d'un responsable d'une alimentation collective: La science de l'alimentation. Savoir établir et respecter un budget. Savoir acheter et conserver des provisions. Savoir organiser les choses et les lieux. Savoir conduire son personnel. Recherche et choix d'une méthode pour mener à bien la gestion d'une alimentation collective: De l'importance d'une méthode. Le plan alimentaire. La rédaction des menus. L'exécution et la distribution des repas. Les contrôles de l'action alimentaire: Du rôle de la comptabilité. La feuille de journée alimentaire. Les livres de stocks alimentaires. Les éléments du bilan. 192 p. 16 x 24. 24 tabl. Nelle édit. 1970 ... F 22,00

CUISINE - RECETTES

L'ENCYCLOPÉDIE CULINAIRE DE LA MAÎTRESSE DE MAISON. Vos problèmes d'aujourd'hui: temps, argent, standing, diététique. Mille recettes et tours de main, du B.A. BA à la grande cuisine. — 2 000 idées, conseils et trucs classés selon vos besoins: la cuisine rapide, la cuisine économique, la bonne cuisine, la grande cuisine, la cuisine à réchauffer. — Un ouvrage complet: la B.A.B.A. Les entrées. Les poissons. Les viandes. Les légumes. Les desserts. Les repas exceptionnels. La diététique. — 1 200 mots clés. 542 p. 17,5 x 20. 300 dessins. 100 photos couleurs. Relié. 1971 F 43,00

LES RECETTES FACILES. Bernard F. — Classement sous forme d'index: Plats de préparation rapide. Plats d'un prix de revient raisonnable. Utilisation des restes. Plats du jour. Quelques suggestions pour les menus de saison. Quelques idées pour les repas de fêtes et de grandes occasions. — Recettes présentées par ordre alphabétique: Les aliments surgelés et congelés. Conseils pour l'organisation d'un lunch-buffet et sur la manière de dresser une table. Illustrations donnant des renseignements sur la préparation ou la présentation des plats. — Index général des recettes classées par catégories: Soupes et potages. Crudités, salades, entrées froides, entrées chaudes. Œufs. Poissons de mer et d'eau douce, crustacés, coquillages. Viandes (agneau, bœuf, cheval, mouton, porc, veau). Charcuterie, triperie, abats. Volaille, lapin, gibier. Légumes frais, légumes secs, pâtes, riz, maïs. Sauces. Spécialités régionales et étrangères. Desserts. Aliments surgelés et congelés. 736 p. 13,5 x 21. 49 fig. et photos en noir. 13 p. photos couleurs. Cart. Nouvelle édition 1971 F 32,00

COLLECTION « 101 RECETTES ». Vence C., Courtine R.J. et Desmur J. — Chacune des 101 recettes contenues dans les ouvrages de cette collection a été étudiée, simplifiée au maximum et rédigée de façon à ce qu'elle puisse être réalisée dans les meilleures conditions. — Toutes les recettes sont dosées pour 4 personnes. — La liste des ingrédients et le temps de cuisson sont indiqués. — A titre de conseil, sont cités le ou les vins qui conviennent le mieux à chacune des recettes.

LES FRUITS DE MER. — Quelques sauces pour fruits de mer. Les ressources de la marée basse. La coquille Saint-Jacques. L'huître. La moule. L'oursin. La palourde. L'araignée. La crevette. L'écrevisse. Le homard. La langouste. La langoustine. Le tourteau. Poulpes, seiches, cornets. L'escargot. Avec de tout... un peu. 166 p. 17,5 x 24. 7 photos hors-texte couleurs. Tr. nbr. fig. et illustr. Cart. 1972 F 25,00

LA CUISINE AU FROMAGE. — Soupes et potages. Hors-d'œuvre et entrées. Œufs. Poissons. Les viandes. Les légumes. Les salades. Fromages. Desserts. 150 p. 17,5 x 24. Tr. nbr. fig. et illustr. 7 photos hors-texte couleurs. Cart. 1972 F 25,00

LA CUISINE AU VIN. — Les courts-bouillons. Les marinades au vin. Quelques sauces au vin. Les beurres. — Potages et soupes. Hors-d'œuvre, entrées, œufs. Fruits de mer. Poissons. Viandes et plats garnis. Légumes. Desserts. 152 p. 17,5 x 24. Tr. nbr. illustr. 7 photos hors-texte couleurs. Cart. 1972 F 25,00

GRILLADES ET BARBECUE. — Sur quoi griller. Comment griller. L'art de se servir du barbecue. Secrets pour la réussite des cuissons. Les herbes qui parfument. Sauces pour arroser les

grillades en cours de cuisson. Sauces pour accompagner les grillades cuites. Pour égayer vos barbecues, des boissons inattendues. Les amuse-gueule. — Fruits de mer. Poissons. Bœuf. Veau. Mouton. Chevreau. Porc. Charcuterie et triperie. Volailles et gibiers. Les légumes. Fromages. Desserts. 144 p. 17,5 x 24. Tr. nbr. fig. et illustr. 7 photos hors-texte couleurs. Cart. 1972 ... F 25,00

L'ENCYCLOPÉDIE DES CUISINES RÉGIONALES ET ÉTRANGÈRES. Les vraies recettes « de pays ». 800 recettes de 54 régions françaises et de 42 pays étrangers: La cuisine rapide. La cuisine économique. La bonne cuisine. La grande cuisine. La cuisine à réchauffer. Le détail pratique ou pittoresque. La boisson idéale qui accompagne chaque plat. — Toutes les recettes typiques du monde entier: Les potées. Les pot-au-feu. Les pâtisseries. Les entremets. Les hors-d'œuvre. Les mille et une façons d'accommoder la volaille, les viandes, les gibiers, les poissons, les légumes. 512 p. 17,5 x 20. Nbr. dessins. 50 photos couleurs. Relié. 1971 ... F 43,00

L'ENCYCLOPÉDIE DES BOISSONS. Tout ce qu'il faut savoir sur les boissons: Les choisir ou les confectonner, les conserver, les servir, les déguster, l'avis du médecin. — Les boissons chaudes. Les boissons sans alcool. Le cidre, la bière. Les généralités sur les vins. Les vins rouges. Les vins blancs, les vins rosés. Le champagne, les mousseux. Les apéritifs, les cocktails. Les eaux-de-vie. 510 p. 17,5 x 20. 150 dessins en noir. 50 photos en couleurs. 25 cartes en noir et en couleurs. Relié. 1970. ... F 43,00

GASTRONOMIE DE PLEIN AIR. Rôtir. Rôtir à la braise. Qu'est-ce qu'une broche? Un grill? Un barbecue? Embrocher ou griller? Comment choisir une broche? « Les 7 règles d'or de la broche ». Les poissons. Les volailles, etc. Et 500 recettes que vous pourrez exécuter vous-même en plein air. 200 p. 17,5 x 20. 150 illustr. noir et couleurs. Reliure spirale. 1970 ... F 20,00

LA CUISINE EN MER. Avec 600 des meilleures recettes préparées à bord des yachts du monde entier. — Martel Morrison F. — Aménagement et équipement. Organisation et travail. Yachts « cordon bleu ». Recettes: Potages, salades, sandwiches, œufs, pâtes et riz, coquillages, crustacés, poissons, volaille, viande, légumes, desserts, sauces, pain, boissons. — 234 p. 12 x 23. Tr. nbr. illustr. et photos. 1967 ... F 20,00

GASTRONOMIE

GASTRONOMIE PRATIQUE. — Études culinaires. Ali-Bab. Prologue de gastronomie. Formules culinaires: Potages et soupes. Garnitures pour potages. Les hors-d'œuvre: œufs, batraciens, crustacés et mollusques, poissons. Issues d'animaux de boucherie et de porc. Viandes d'animaux de boucherie et de porc. Volaille et animaux de basse-cour. Gibier. Pâtes. Légumes secs. Légumes verts. Champignons. Salades. Fromages. Entremets sucrés. Pâtisserie. Compotes. Confitures et marmelades. Gelées. Pâtes et sirops de fruits. Glaces. Fromages, biscuits, mousses, bombes, parfaits, soufflés et puddings glacés. Sorbets. Punchs glacés. Le café, le thé, les liqueurs. Quelques boissons. Traitement de l'obésité des gourmands. 1 281 p. 22 x 28. nouv. édit. 1967 ... F 65,00

NOUVEAU LAROUSSE GASTRONOMIQUE, par Prosper Montagné. Nouvelle édition revue et augmentée par Robert J. Courtine. — Cette nouvelle édition du plus célèbre dictionnaire des arts de la Table a été entièrement revue et mise à jour dans tous les domaines: diététique, recettes de cuisine française et étrangère, vins, cocktails, histoire de la gastronomie, techniques alimentaires modernes, législation... Au total, plus de 8 500 recettes et tout ce qui, de près ou de loin, se rattache à la science culinaire. — L'ouvrage bénéficie également d'une présentation entièrement nouvelle, d'une mise en pages sur deux colonnes et d'illustrations en couleurs et en noir qui le rendent encore plus agréable à consulter. — Le Nouveau Larousse Gastronomique s'adresse aussi bien aux cuisiniers professionnels qu'aux maîtres de maison avertis qui veulent recevoir dignement leurs hôtes ou améliorer, sans frais supplémentaires, les repas de tous les jours. — Un volume relié (21 x 27) sous jaquette en couleurs; 1 104 pages dont 48 de hors-texte en couleurs, plus de 1 500 illustrations en noir. 1967 ... F 139,00

L'ART CULINAIRE MODERNE. — Pellaprat H.-P. — Cet ouvrage résume de la façon la plus précise et la plus facile à exécuter les recettes des chefs-d'œuvre de notre Cuisine Française, mettant à la portée de tous, autant par ses gravures que par ses explications, la réalisation des mets les plus fins et les plus renommés. 3 500 recettes et conseils pratiques clairement exposés. 50 menus pour réceptions, fêtes, anniversaires, mariages, cérémonies. — 800 p. 18,5 x 26. 700 illustr. en couleurs. Nouvelle édition, relié, 1969 ... F 93,00

L'ART CULINAIRE FRANÇAIS par les maîtres contemporains les plus réputés. — 3 750 recettes et conseils présentés d'une façon claire et précise dans un magnifique volume de 1 050 pages 18,5 x 27,5. 420 sujets en couleurs. 280 gravures. Relié sous jaquette en couleurs. Nouv. édit., 1970, remise à jour ... F 69,00

CUISINE ET VINS DE FRANCE. Curnonsky. — 3 000 recettes originales et pratiquement réalisables, dues aux meilleurs « chefs » contemporains, avec des conseils pour le choix des vins, ainsi que des chapitres sur le protocole, le décor, le service de la Table, le service des vins, un lexique des termes de cuisine, des menus pour toutes circonstances et toutes saisons. — Potages et soupes. Sauces. Hors-d'œuvre et entrées. Œufs. Poissons. Crustacés et mollusques. Volailles. Boucherie. Gibier. Légumes. Fromages. Glaces et entremets glacés. Entremets. Pâtisserie. Confection, petits fours. Boissons. Menus. Lexique des principaux termes de cuisine. 854 p. 20 x 25. 36 photos en noir. 165 planches photos hors-texte couleurs. Relié. 1953 ... F 74,00

FROID - CONSERVATION

ENCYCLOPÉDIE DU FROID. TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE DES INDUSTRIES FRIGORIFIQUES:

CONSERVATION PAR LE FROID DES DENRÉES D'ORIGINE CARNÉE — Piette M. — Viandes et abats. Denrées d'origine carnée en fonction des techniques frigorifiques. Charcuterie, volailles et gibiers, poissons. 300 p. 16 x 25. 69 fig. 1950 ... F 21,00

CONSERVATION PAR LE FROID DES DENRÉES D'ORIGINE VÉGÉTALE. — Ulrich R. — Quelques données biologiques. Les effets généraux du froid sur les organes végétaux. Généralités sur l'utilisation pratique du froid dans la réfrigération des produits végétaux. Les conditions optima de réfrigération. Conditions de réfrigération particulière aux fruits frais, aux légumes. La réfrigération des organes végétaux autres que les fruits et légumes. Traitement des plantes entières. La réfrigération des produits manufacturés d'origine végétale. La congélation rapide des produits d'origine végétale. Cryoconcentration. 238 p. 16,5 x 25. 155 fig. 1954 ... F 26,00

LE LAIT ET LE FROID. — Jacquet J. et Thévenot R. — Composition et valeur alimentaire du lait: Composition du lait. Variations de composition et valeur alimentaire du lait. Généralités sur la production et l'utilisation du froid. Production du lait. Moyens à utiliser à la ferme pour améliorer la qualité du lait. L'évolution spontanée du lait. Le refroidissement du lait à la production. Les laits crus destinés à la consommation. Industries du lait proprement dit. Ramassage et transport du lait. Les laits de consommation. Les crèmes. Crèmes glacées. Beurre: Production à la ferme. Production du beurre à l'usine. Conservation des beurres; utilisation du froid. Défauts et appréciations des beurres. Valeur alimentaire. Fromages: Utilisation du froid en fromagerie. Conception de l'équipement frigorifique d'une usine laitière. 462 p. 16 x 24. 153 fig. 1961 F 46,00

LA CONSERVATION PAR LE FROID DES POISSONS, CRUSTACÉS ET MOLLUSQUES. — Soudan F. — La constitution et la vie des poissons. Anatomie et physiologie des poissons. Variation de la composition en relation avec le cycle sexuel: cas des squalés, des gades, des pleuronectes, des poissons gras. Les constituants chimiques du poisson. L'altération spontanée du poisson. Les bactéries du poisson, leur sensibilité au froid. Pratique de la réfrigération du poisson: La conservation du poisson réfrigéré. Moyens de conservation complémentaires de la réfrigération. Les dispositifs de réfrigération et de manutention. Préparation de la glace. La congélation du poisson: Température et vitesse de congélation. L'équilibre hydrique des tissus de poisson congelé. Détérioration des protéines cellulaires par la congélation. Autoxydation des graisses, moyens de l'éviter. Conséquences de la congélation pour l'utilisation du poisson. Les procédés et appareils de congélation. L'entreposage et le transport du poisson congelé. Conservation des crustacés et mollusques par le froid: Morphologie, physiologie et composition chimique des crustacés. La conservation des crustacés par le froid. Les mollusques. Annexe: La réglementation traitant des poissons, crustacés et mollusques réfrigérés ou congelés. 532 p. 16 x 24. 169 fig. et photos. 94 tableaux. 1965 ... F 91,00

L'UTILISATION DU FROID DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES. — Plank R. — Traduit de l'allemand par Daval R. — Généralités sur la conservation: Refroidissement au-dessus du point de congélation. Congélation. Conditions d'entreposage optimales pour les denrées réfrigérées et congelées. Cryo-dessiccation. Procédés auxiliaires. Conservation de la viande. Évolution et importance économique de la conservation de la viande par le froid. Congélation. Conservation des poissons. Généralités. Conservation des poissons au-dessus de leur point de congélation. Conservation du poisson par

congélation. **Conservation des œufs:** Généralités. Stockage, contrôle, transport et vente des œufs frais. Entreposage frigorifique des œufs. **Conservation du lait et des produits laitiers:** Production et traitement du lait. Crème et beurre. Lait consommable en nature. Fromagerie. **Conservation des graisses et huiles:** Technologie, analyse et conservation des graisses. **Conservation du chocolat et de la confiserie:** Le chocolat. La confiserie. Conservation des céréales et de la pâtisserie: Céréales. Le froid en boulangerie. **Fruits et légumes:** Les plantes et le froid; données physiologiques et applications. Application du froid dans le traitement des produits d'origine végétale. **L'utilisation du froid dans la fabrication des boissons:** La bière. Le vin. Jus de fruits. **Emballages des produits congelés et des produits réfrigérés:** Emballage des produits congelés. Emballage sous matière plastique. 644 p. 16 x 25. 259 fig. Relié toile. 1965 F 135,00

LA CONSERVATION FRIGORIFIQUE DES POMMES ET DES POIRES. — Leblond C. et Paulin A. — Les fondements biologiques de la réfrigération: Physiologie de la maturation des fruits. Action du froid sur les fruits. Action du froid sur le développement des germes d'altération. — Le succès de la conservation se prépare au verger: Influence des facteurs écologiques, des facteurs agrotechniques. Influence des particularités physiologiques des arbres et des fruits. Importance des conditions de cueillette. Rôle des conditions de manutention et de conditionnement au verger. Conclusions. **La réussite de la conservation se joue principalement à la station fruitière:** Opérations précédant la réfrigération. La réfrigération. Opérations faisant éventuellement suite à la réfrigération. — **Conclusions et règles générales pratiques.** Annexes. 164 p. 13,5 x 18,5. 41 fig. 1968 F 24,00

FORMULAIRE DU FRIGORISTE. — Pohlmann W. — Systèmes d'unités et tables de conversion. Données météorologiques. Tableaux des poids. Dynamique des corps liquides. Chaleur. Procédés de production du froid. Les machines frigorifiques. Fabrication de la glace. Glace sèche. Réfrigération des locaux. Procédés de congélation rapide. Réfrigération de liquides et de masses solides. Conduite des installations avec machines frigorifiques. Détermination de la production frigorifique des machines à froid. Isolation et construction. Entrepôts frigorifiques et abattoirs. Statistiques. Lois et règlements. Installations motrices. Installations de réfrigération par la glace. 770 p. 14 x 22. 240 fig. 190 tabl. Relié toile. 5^e édit. 1967 F 87,00

MANUEL DU FRIGORISTE. — Mironneau L. — Tome I: **Production du froid.** Principes physiques. Différents modes de réfrigération. Système à compression. Échangeurs de chaleur. Fluides frigorigènes. Compresseurs. Graissage. Tuyauteries. Montage, mise en marche et arrêt. Fonctionnement. Saumures. Isolation. Besoins du froid. 490 p. 13 x 19,5. 157 fig. Nouv. édit. 1962 F 31,00

Tome II: Applications du froid. Détermination des besoins de froid. Entreposage frigorifique: des denrées d'origine carnée, des produits d'origine végétale. Le froid et le contrôle des fermentations. Séparation de substances solides, liquides ou gazeuses; absorption de gaz par les liquides. Applications du froid: aux industries des matières grasses, aux industries textiles, dans diverses industries. Conditionnements divers. 512 p. 13 x 19,5. 83 fig. 1962 F 31,00

FORMULAIRE DU FROID. — Rapin P.-J. — Généralités. Moyens de production du froid. Les fluides frigorifiques. Les compresseurs. Les condensateurs. Les évaporateurs. Régulation automatique. Contrôle des températures et pressions. Valves de contrôle du réfrigérant et appareils complémentaires. Tuyauteries. Appareillages d'automatisme. Déshydratation des circuits frigorifiques. Les isolants. Chambres froides. Refroidissement des liquides. Camions pour transports de denrées. Crème glacée. Machines à absorption. Fabrication des armoires ménagères. Moteurs électriques. Le dépannage. Le monte-à l'extérieur et à l'atelier. 399 p. 10 x 15. 147 fig. Nbr. tabl. Relié. 6^e édit. 1969 F 25,00

VOTRE CONGÉLATEUR. Pratique de la congélation. Bouet S. — Le froid conserve. Votre congélateur: Le congéla-

teur collectif. Le congélateur individuel. L'installation et la mise en marche de l'appareil. Quels produits peut-on congeler? Comment congeler les aliments. La décongélation. La comptabilité de votre congélateur. Recettes: Glaces et crèmes glacées, recettes pour le congélateur, recettes à base de congelés et surgelés. — Utilisation des poissons surgelés. Réglementation d'abattage. Temps moyen de conservation des aliments dans le congélateur. 144 p. 13 x 18,5. 10 fig. 48 photos. 1971 F 13,00

LES SURGELÉS DANS L'ART CULINAIRE. Veys M.-Th. — Le congélateur. Congélation et confort. La congélation chez soi. La décongélation. Tableaux récapitulatifs. Recettes. Propos de surgélation. 160 p. 13,5 x 17,5. 20 fig. 16 photos couleurs. 1967 F 13,00

PETITES CONSERVÉRIES. — Kyle R.-J., Gresham W.-A., Collum Ch.-E. Traduit de l'américain. — Principes d'installation: Techniques générales des opérations de conserveries. Problèmes économiques. Choix du site de l'usine. Construction. Aménagement. Appareils. Entretien. Matériels. Personnel. Formation du personnel. **Techniques opératoires et conditions de stérilisation:** Opérations et techniques de mise en conserve. Introduction pour la mise en conserve de produits particuliers. 278 p. 16 x 25. 112 fig. 1964 F 49,00

LA CONSERVATION INDUSTRIELLE DES FRUITS. — Lerailliez P. — La production fruitière en France et dans le Monde. Composition chimique des végétaux. Conservation en fruitier. Procédés divers de conservation des fruits à l'état frais. Conservation des fruits par le froid, la chaleur, le sucre, par dessiccation, par antiseptiques. 347 p. 13 x 19,5. 95 fig. 1952 F 12,50

LA CONSERVATION INDUSTRIELLE DES LÉGUMES. — Lerailliez P. — Procédés divers de conservation de légumes: Conservation par le froid. Conservation par déshydratation. Conservation par antiseptiques. **Généralités sur la conservation des légumes par appertisation:** Autoclaves. Conduite et contrôle de la stérilisation en autoclaves. Refroidissement. Modifications récentes concernant le procédé classique de stérilisation. **Fabrication des conserves de légumes par appertisation:** Pois. Haricots. Tomates. Autres conserves de légumes. **L'eau dans les conserves de fruits et légumes:** Dureté de l'eau. Caractères physiques, chimiques et microbiologiques. Épuration microbienne et correction chimique des eaux. **Accidents de conservation des fruits et des légumes:** Fruits conservés par le froid. Fruits et légumes conservés par appertisation. Accidents de conservation particuliers aux confitures. Intoxications par les conserves de fruits et légumes. Botulisme. **Contrôle chimique et bactériologique:** Contrôle des matières premières: eau, boîtes, sucres, matières pectiques, denrées végétales. Contrôle de la fabrication. Contrôle des conserves de fruits et légumes. Contrôle bactériologique des conserves appertisées. Examen bactériologique des boîtes bombées. **Normes:** Normes professionnelles. Normes AFNOR. **Législation:** Dispositions générales et dispositions particulières à certaines denrées. Textes relatifs aux denrées d'origine étrangère, aux entrepôts frigorifiques et aux denrées conservées par le froid (fruits et légumes). 516 p. 13 x 19,5. 123 fig. Nbr. tabl. 1955 F 18,00

LES PRODUITS DE LA PÊCHE. — Penso G. — Traduit de l'italien par Montera P. (de). — Les produits de pêche dans l'alimentation humaine: composition chimique et valeur alimentaire des produits de la pêche. **Inspection sanitaire des produits de la pêche:** fraîcheur et avarie des produits de la pêche. Poissons et mollusques venimeux. Maladies des poissons, des mollusques et des crustacés. Les mollusques comestibles vecteurs de maladies infectieuses. Altérations des conserves de poisson, de mollusques et de crustacés. **Conservation du poisson frais:** conservation du poisson vivant. Réfrigération. Congélation. **Industrie des produits de la pêche, conserves et produits dérivés.** Salage. Séchage. Fumage. Marinage. Stérilisation. Extraits de poisson. Huiles et farines de poisson. Colle de poisson et autres sous-produits. Équipement industriel. Bibliographie. 418 p. 18,5 x 27. 334 fig. en noir et en couleurs. 1953 F 55,00

COMMANDES PAR CORRESPONDANCE

Les commandes doivent être adressées à la **LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE**, 24, rue Chauchat, Paris (9^e). Elles doivent être accompagnées de leur montant, soit sous forme de chèque bancaire ou de mandat-poste (mandat-carte ou mandat-lettre), soit sous forme de virement ou de versement au Compte Chèque Postal de la Librairie : Paris 4192 - 26. Au montant de la commande doivent être ajoutés les frais d'expédition et d'emballage: Taxe fixe forfaitaire F 2,00 plus 5% du montant total de la commande — Frais de recommandation: France: F 1,50, Etranger: F 3,00.

Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, PARIS (9^e)

La Librairie est ouverte de 8 h 30 à 12 h 30 et de 14 h à 18 h 30. Fermeture du samedi 12 h au lundi 14 heures.

la vraie sécurité de l'emploi, c'est d'abord **UNE sérieuse formation.**

L'ECOLE UNIVERSELLE

PAR CORRESPONDANCE
ÉTABLISSEMENT PRIVÉ CRÉÉ EN 1907

vous donnera cette Formation quels que soient votre âge, votre niveau d'étude, ou votre activité

Elle met à votre disposition :

- UN ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE adapté aux techniques nouvelles
- UNE DIVERSITÉ DE COURS PERSONNALISÉS répondant à toutes les situations et dans tous les secteurs.

Une Formation de qualité vous permettra :

- DE VOUS ASSURER une vraie sécurité de l'emploi dans la profession que vous aurez choisie, et par la suite, une promotion continue.
- DE PROFITER pleinement des nombreux débouchés offerts par la vie active.

AYEZ LA FORMATION QUI FERA DE VOUS UN HOMME QUALIFIÉ.

SECTEURS DE POINTE.

Demandez l'envoi gratuit
de la brochure qui vous intéresse

SECTEURS ARTISTIQUES.

- P.R. **INFORMATIQUE** : Initiation - Crs de Programmation Honeywell-Bull ou I.B.M., de COBOL, de FORTRAN C.A.P. aux fonctions de l'Informatique, B.P. de l'Informatique, B.Tn en Informatique - Stages pratiques gratuits.
- R.T. **RADIO-TELEVISION** (N. et Coul.) : Monteur, Dépann.
- C.C. **ELECTRONIQUE** : C.A.P., B.E.P., B.Tn., B.T.S.
- I.N. **MARKETING** : Gestion des entreprises.
- I.N. **INDUSTRIE : DESSIN INDUSTRIEL.**

SECTEURS DE L'INDUSTRIE.

- A.G. **AGRICULTURE** : Classes préparatoires au B.T.A., Ecoles Nationales Agronomiques, Ecoles vétérinaires - Agent techn. forest., Génie rural, Industr. agric., Gestion Elevage, Radiesthésie, Topographie.
- I.N. **INDUSTRIE** : C.A.P., B.E.P., B.P., B.Tn., B.T.S. - Electrotechn., Electron., Mécan., froid, Chimie.
- T.B. **DESSIN INDUSTRIEL** : C.A.P., B.P., Admission F.P.A. - Prépar. aux diverses sit.
- T.B. **BATIMENT, DESSIN de BATIMENT, TRAVAUX PUBLICS** (C.A.P., B.P., B.T.S.) - **METRE** : C.A.P., B.P., Aide-mètreur, Mètreur, Mètreur-vérificateur - **ADMISSION** F.P.A. etc.
- C.A. **AVIATION CIVILE** : Pilotes, Ingénieurs et Techniciens - Hôtesse de l'air - Brevet de Pilote privé.

SECTEURS DU COMMERCE.

- C.C. **COMMERCE** : C.A.P. (employé de bureau, Banque, Steno-dactylo, Mécanographe, Assurances, Vendeur) B.E.P., B.P., B.Tn, H.E.C., H.E.C.J.F., E.S.C., Professorats - Administrateur, Représent., **MARKETING**, Gestion des entreprises, Publicité, Hôtellerie - C.A.P., Cuisinier, Commis de restaurant - Employé d'hôtel.
- E.C. **HOTESSE** : (Commerce et Tourisme).
- E.C. **COMPTABILITE** : C.A.P. (Aide-comptable), B.E.P., B.P., B.Tn., B.T.S., D.E.C.S. - Expertise, C.S. révision comptable, C.S. juridique et fiscal, C.S. organisation et gestion - Caissier, Conseiller fiscal - Cpte élément., Cpte commerciale, Gestion financière.
- R.P. **RELATIONS PUBLIQUES** et Attaches de Presse.
- C.S. **SECRETARIATS** : C.A.P., B.E.P., B.P., B.Tn, B.T.S., - Secrétariats de Direction - Bilingue, Trilingue, de Médecin, de Dentiste, d'Avocat, Secrétariats Techniques - Correspondance - **STENO** (avec disques).
- P.M. **CARRIERES SOCIALES et PARAMEDICALES.**
- L.V. **LANGUES ETRANGERES** : Anglais, Allemand, Espagnol, Italien, Russe, Chinois, Arabe, Chambres de Commerce étrangères - Tourisme - Interprétariat.
- M.M. **SUR CASSETTES** : Anglais, Allemand, Espagnol.
- M.M. **MARINE MARCHANDE.**

- C.I. **CINEMA** : Technique générale, Scénario, Prises de vues, de son, Réalisation, Projection, - Cinéma 8 mm, 9,5 et 16 mm.
- P.H. **PHOTOGRAPHIE** - Cours de Photo : C.A.P. de fotogr.
- D.P. **DESSIN, PEINTURE et BEAUX-ARTS**
- E.M. **ETUDES MUSICALES** : instruments sous contrôle sonore.
- S.T. C.A.P. d'**ESTHETICIENNE** (Stages pratiques gratuits).
- C.B. **COIFFURE** (C.A.P. dame) - **SOINS DE BEAUTE.**
- C.O. **COUTURE, MODE** : C.A.P., B.P., Coupe, Couture.

SECTEURS ADMINISTRATIFS.

- C.M. **CARRIERES MILITAIRES** : Terre, Air, Mer.
- E.R. **LES EMPLOIS RESERVES** (aux vict. civ. et milit.).
- F.P. **POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE.**

LES ETUDES.

- T.C. **TOUTES LES CLASSES, TOUS LES EXAMENS** : du cours préparatoire aux cl. terminales de A à H, - C.E.P., B.E., E.N., C.A.P. - B.E.P.C., Adm. en seconde, Bacca-laureat - Cl. prép. aux Gdes Ecoles - Cl. Techniques
- E.D. **ETUDES DE DROIT.**
- E.S. **ETUDES SUPERIEURES DE SCIENCES MEDECINE - PHARMACIE - ETUDES DENTAIRES.**
- E.L. **ETUDES SUPERIEURES DE LETTRES.**
- E.I. **ECOLE D'INGENIEURS** (ttes branches de l'industrie).
- O.R. **COURS PRATIQUES ORTHOGRAPHE, REDACTION, Latin, Calcul, Conversation - Initiat. Philo, Maths. modernes - SUR DISQUES** : Cours d'orthographe.
- P.C. **CULTURA** : Perfectionnement culturel.
- UNIVERSA : Initiation aux études supérieures.

La liste ci-dessus ne comprend
qu'une partie de nos enseignements

**formation permanente
promotion · recyclage**

BON D'ORIENTATION GRATUIT N° 647

Nom, prénom
Adresse

Niveau d'études
Diplômes

âge

INITIALES DE LA BROCHURE DEMANDÉE

647

PROFESSION CHOISIE

ECOLE UNIVERSELLE
PAR CORRESPONDANCE

59 Bd. Exelmans. 75 781 PARIS cedex 16

42 RUE WALDECK ROUSSEAU
69 LYON 6e
14 CHEMIN FABRON 06 NICE

L'ECOLE UNIVERSELLE s'est toujours refusée à pratiquer
le démarchage à domicile.

volvic

l'eau pure des Monts d'Auvergne

Captée à grande profondeur, au cœur des pouzzolanes de la chaîne des Puys, **VOLVIC** joint à une très faible minéralisation (extrait sec à prédominance de silice) un parfait équilibre ionique ($\text{pH} = 7$ - rapport $\text{Mg/Ca} = 1$).

— **VOLVIC** favorise l'irrigation générale des cellules et allège le travail du cœur (très peu de sodium, pas de surcharge calcique).

— **VOLVIC** soulage le rein et par son pouvoir d'entraînement stimule la déplétion sodique et uréique.

— **VOLVIC** facilite la réduction des calculs lithiasiques, notamment oxaliques et phosphocalciques.

Aisément absorbée, elle permet de fortes ingestions avec une bonne tolérance.



Renseignements - Documentation :

SOURCE VOLVIC à VOLVIC (Puy-de-Dôme)

En bouteilles de 100 et 150 cl