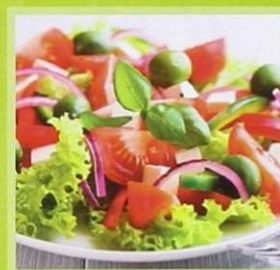


JEAN-LOUIS SCHLIENGER

Nutrition clinique pratique

Chez l'adulte et l'enfant

2^e édition



Nutrition clinique pratique

Chez l'adulte et l'enfant

Chez le même éditeur

Du même auteur

100 situations clés en médecine générale, par J.-L. Schlienger, 2013, 462 pages.

Endocrinologie, diabète, métabolisme et nutrition pour le Praticien, par J.-L. Wémeau, J.-L. Schlienger, B. Vialettes, à paraître en 2014.

Chez le même éditeur

Diététique et nutrition, 7^e éd., par M. Apfelbaum, M. Romon, M. Dubus. Collection Abrégés de médecine, 2009, 528 pages.

Nutritons : principes et conseils, 3^e éd., par L. Chevallier. Collection Abrégés de médecine, 2009, 272 pages.

60 ordonnances alimentaires, 2^e éd., par L. Chevallier, 2011, 368 pages.

Diabétologie, par L. Monnier, à paraître en 2014.

L'insulinothérapie dans le diabète de type 2, par L. Monnier, à paraître en 2014.

Les maladies de la thyroïde, par J.-L. Wémeau, 2010, 232 pages.

Nutrition clinique pratique

Chez l'adulte et l'enfant

Sous la direction de Jean-Louis Schlienger

2^e édition

Dessins d'Anne-Christel Rolling





Ce logo a pour objet d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, tout particulièrement dans le domaine universitaire, le développement massif du « photo copillage ». Cette pratique qui s'est généralisée, notamment dans les établissements d'enseignement, provoque une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que la reproduction et la vente sans autorisation, ainsi que le recel, sont passibles de poursuites. Les demandes d'autorisation de photocopier doivent être adressées à l'éditeur ou au Centre français d'exploitation du droit de copie : 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris. Tél. 01 44 07 47 70.

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (art. L. 122-4, L. 122-5 et L. 335-2 du Code de la propriété intellectuelle).

© 2014, Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés

ISBN : 978-2-294-73976-7

Ebook ISBN : 978-2-294-74007-7

Elsevier Masson SAS, 62, rue Camille-Desmoulins, 92442 Issy-les-Moulineaux cedex

www.elsevier-masson.fr

Liste des collaborateurs

Andres Emmanuel, professeur des universités, praticien hospitalier, service de médecine interne, diabète et maladies métaboliques, hôpitaux universitaires, Strasbourg.

Barnig Cindy, praticien hospitalo-universitaire, unité d'asthme, allergologie, pathologie de l'environnement, service de pneumologie, hôpitaux universitaires, Strasbourg.

Blickle Jean-Frédéric, professeur des universités, praticien hospitalier, service de médecine interne, diabète et maladies métaboliques, hôpitaux universitaires, Strasbourg.

Brindisi Marie-Claude, praticien hospitalo-universitaire, service d'endocrinologie et nutrition, CHU Le Bocage, Dijon.

Camus Marine, chef de clinique, assistante hospitalo-universitaire, département médico-chirurgical de pathologie digestive, hôpital Lariboisière, Paris.

Cano Noël, professeur des universités, praticien hospitalier, centre de recherche en nutrition humaine, Clermont-Ferrand.

Ciangura Cécile, praticien hospitalier, service de nutrition, groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, Paris.

Colette Claude, docteur ès sciences, institut universitaire de recherche clinique, laboratoire de nutrition humaine, Montpellier.

Couet Charles, professeur des universités, praticien hospitalier, service de médecine interne, nutrition, hôpital Bretonneau, centre hospitalier régional et universitaire, Tours.

Czernichow Sébastien, professeur des universités, praticien hospitalier service de nutrition, hôpital Ambroise-Paré, faculté de médecine Paris Île-de-France Ouest, Boulogne-Billancourt.

De Blay Frédéric, professeur des universités, praticien hospitalier, service de pneumologie, hôpitaux universitaires, Strasbourg.

Deteix Patrice, professeur des universités, praticien hospitalier, service de néphrologie, hôpital Gabriel-Montpied, Clermont-Ferrand.

Dubern Béatrice, praticien hospitalier, service de nutrition et gastroentérologie pédiatriques, hôpital Trousseau, APHP-UPMC.

Dufour Patrick, professeur des universités, centre régional de lutte contre le cancer Paul-Strauss, département de médecine oncologique, Strasbourg.

Fardellone Patrice, professeur des universités, praticien hospitalier, CHU, service de rhumatologie, Genève.

Finck Cécile, diététicienne, service diététique, centre régional de lutte contre le cancer Paul-Strauss, département de médecine oncologique, Strasbourg.

Fredenrich Alexandre, professeur des universités, praticien hospitalier, service de diabétologie endocrinologie, hôpital Pasteur, CHU, Nice.

Gache Pascal, docteur, unité d'alcoologie, d'addictologie et de tabacologie, clinique Rousseau, rue des Pâquis 1201, Genève.

Galan, Pilar, directeur de recherche, unité de recherche en épidémiologie nutritionnelle (UREN) U557 Inserm/1125 INRA/CNAM/Université Paris 13 SMBH, Bobigny.

Giordan André, professeur des universités, laboratoire de didactique et épistémologie des sciences (LDES), université de Genève Uni Pignon.

Golay Alain, professeur des universités, praticien hospitalier, service d'enseignement thérapeutique pour maladies chroniques, hôpitaux universitaires, Genève.

Heng Anne Elisabeth, praticien hospitalier, service de néphrologie, hôpital Gabriel-Montpied, Clermont-Ferrand.

Hercberg Serge, professeur des universités, praticien hospitalier, université Paris 13/Dept de santé publique hôpital Avicenne, Directeur de l'U557 Inserm/U1125, Paris-Bobigny.

Jacobi David, praticien hospitalo-universitaire, service de médecine interne, nutrition, hôpital Bretonneau, centre hospitalier régional et universitaire, Tours.

Julia Chantal, chef de clinique, assistant hospitalo-universitaire, unité de recherche en épidémiologie nutritionnelle (UREN) U557 Inserm/1125 INRA/CNAM/ Université Paris 13 SMBH, Bobigny, département de santé publique, hôpital Avicenne APHP, Bobigny.

Lagger Grégoire, maître assistant, service d'enseignement thérapeutique pour maladies chroniques hôpitaux universitaires de Genève.

Lecerf Jean-Michel, docteur, chef du service de nutrition, Institut Pasteur, Lille.

Lemale Julie, chef de clinique, assistante hospitalo-universitaire, service de nutrition et gastroentérologie pédiatriques, hôpital Trousseau APHP-UPMC, Paris.

Maillot François, professeur des universités, praticien hospitalier, service de médecine interne nutrition, hôpital Bretonneau, centre hospitalier régional et universitaire, Tours.

Marteau Philippe, professeur des universités, praticien hospitalier, département médicochirurgical de pathologie digestive, hôpital Lariboisière, Paris.

Melchior Jean-Claude, professeur des universités, praticien hospitalier, 1-unité de nutrition clinique maladies infectieuses et tropicales, département de médecine aiguë spécialisé, hôpital Raymond-Poincaré, AP-HP, Garches.

Monnier Louis, professeur émérite des universités, praticien hospitalier, institut universitaire de recherche clinique, laboratoire de nutrition humaine, Montpellier.

Muller Claudine, diététicienne, service diététique, centre régional de lutte contre le cancer Paul-Strauss, département de médecine oncologique, Strasbourg.

Oppert Jean-Michel, professeur des universités, praticien hospitalier, service de nutrition, groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, AP-HP, Paris.

Pennacchio Hélène, secrétaire générale de l'association Autrement, Dijon.

Pradignac Alain, professeur des universités, praticien hospitalier, service de médecine interne, endocrinologie, nutrition, hôpital de Haute-pierre, hôpitaux universitaires, Strasbourg.

Rancé Fabienne[†], professeur associé des universités, praticien hospitalier, allergologie-pneumologie, pôle médico-chirurgical de pédiatrie, hôpital des enfants, Toulouse.

Rigaud Daniel, professeur des universités, praticien hospitalier, service d'endocrinologie et nutrition, CHU Le Bocage, Dijon.

Schlienger Jean-Louis, professeur émérite des universités, faculté de médecine de Strasbourg.

Schneider Stéphane, professeur des universités, praticien hospitalier, service de gastro-entérologie et nutrition clinique, pôle digestif, hôpital de l'Archet, Nice.

Tounian Patrick, professeur des universités, praticien hospitalier, service de nutrition et gastroentérologie pédiatriques, hôpital Trousseau, APHP-UPMC.

Avant-propos

Tout au long de leur histoire, des hommes ont dû composer avec leur environnement alimentaire pour en tirer le meilleur profit à la faveur d'adaptations métaboliques et comportementales qui forcent l'étonnement et l'admiration. Depuis la nuit des temps, ils en ont fait une « médecine » à part entière, parfois la seule, et formulé des prescriptions fondées sur l'empirisme ou les croyances où l'exclusion régnait avec la force des dogmes.

De l'art de s'alimenter est née la nutrition, discipline transversale entre toutes. La nutrition s'impose à tous, bien portants et malades. Aujourd'hui, la nutrition est pleinement intégrée à la médecine moderne avec sa double face préventive et curative. Promotrice de santé en toutes circonstances, elle est l'une des clés du bien-être et occupe une place incontournable dans la gestion de la santé et des maladies à l'ère des maladies chroniques et dégénératives. Avec l'activité physique dont elle est indissociable, elle apporte une réponse décisive aux enjeux de santé publique et aux légitimes aspirations d'amélioration de la qualité de vie. Bien installée au cœur même de la médecine factuelle dont elle est devenue une pièce maîtresse, elle échappe peu à peu aux dissonances et aux pseudo-vérités fluctuantes qui ont entaché, il y a peu encore, la crédibilité et la pertinence des conseils nutritionnels. La nutrition n'a plus à s'effacer devant la puissance de feu pharmacologique qu'elle soutient souvent en parfaite synergie.

La nutrition ne se cantonne pas aux méfaits amplement démontrés de la dénutrition ou de l'obésité. Elle a pris pied dans le maelström de toutes les pathologies chroniques et dans nombre d'autres maladies dont elle peut modifier le cours de façon significative quand elle n'en est pas le traitement exclusif.

Telle est la ligne directrice de ce précis dont l'objectif est de mettre à la portée de tous ceux qui sont amenés à intervenir dans le domaine de la santé, quelle que soit leur discipline d'origine ou leur pratique – médecins, étudiants en médecine, diététicien(ne)s et autres soignants – un outil simple rassemblant les données utiles au diagnostic et aux bonnes pratiques nutritionnelles sans méconnaître les fondamentaux métaboliques, psychologiques et sociologiques qui sont au cœur de la nutrition. Conscient que la nutrition dépasse les limites d'un précis par sa complexité, son foisonnement et ses répercussions nous avons voulu rassembler les connaissances comme autant de repères pour soutenir une pratique raisonnée. Ainsi, au-delà des rappels succincts de biochimie et de physiologie, la part belle a été faite à l'alimentation du sujet sain et malade en ayant le souci d'être au plus proche de la pratique clinique, de faire la part de l'utile et du superflu, des faits et des hypothèses et de montrer la modernité d'une nutrition au service de l'homme.

La deuxième édition de ce précis a été revisitée par ses auteurs et enrichie d'une contribution pédiatrique portant sur l'alimentation du petit enfant et sur l'obésité de l'enfant, afin que le service rendu soit encore plus pertinent. Ce précis qui a pour ambition d'aider tous ceux qui sont ou seront amenés à conseiller et à prescrire, n'existerait pas sans la pléiade d'auteurs qui se sont associés à cette entreprise et lui ont insufflé leur savoir et leur savoir-faire avec talent. Qu'ils soient tous vivement remerciés d'avoir permis, en quelques pages, de livrer l'essentiel en rendant la nutrition plus accessible et plus consistante et – pourquoi pas – en ouvrant l'appétit pour d'autres nourritures plus fondamentales et plus élaborées.

Pr Jean-Louis Schlienger

Abréviations

3-MH	3-méthylhistidine	CMB	circonférence musculaire brachiale
α-MSH	<i>alpha-melanocyte stimulating hormone</i>	CML	carboxyméthyl-lysine
AA	acide aminé	CMV	cytomégalo-virus
AAC	apports alimentaires conseillés	CNO	compléments nutritionnels oraux
ACAT	<i>acyl-coenzyme A cholesterol acyl-transferase</i>	CRP	<i>C-reactive protein</i>
ACTH	adréocorticotrophine	CSAPA	centre de soins, d'accompagnement et de prévention en addictologie
ADA	<i>American Diabetes Association</i>		
ADDFMS	aliment diététique destiné à des fins médicales spéciales	CT	cholestérol total
ADP	adénosine diphosphate	DCCT	<i>diabetes control and complications trial</i>
AESA	apports énergétiques sans alcool	DE	dépense énergétique
Afssa	Agence française de sécurité sanitaire des aliments	DER	dépense énergétique de repos
		DET	dépense énergétique totale
AG	acide gras	DETA	diminuer, entourer, trop et alcool
AGE	produits terminaux de la glycation ou <i>advanced glycation end products</i>	DEXA	<i>dual-energy X-ray absorptiometry</i>
AGL	acide gras libre	DG	diabète gestationnel
AGMIS	acide gras mono-insaturé	DGTA	<i>acyl coA diacylglycerol acyltransferase</i>
AGPIS	acide gras poly-insaturé	DHA	acide docosahexaénoïque
AGRP	<i>agouti related protein</i>	DJA	dose journalière admissible
AGS	acide gras saturé	DMO	densité minérale osseuse
AINS	anti-inflammatoire non stéroïdien	DPE	déplétion protéino-énergétique
AJR	apports journaliers recommandés	DPP	<i>diabetes prevention program</i>
AMIR	anomalies microvasculaires intrarétiniennes	DPP-4	dipeptidyl-peptidase-4
AMM	autorisation de mise sur le marché	DPS	<i>diabetes prevention study</i>
AMP	adénosine monophosphate	DSM	<i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders</i>
ANC	apports nutritionnels conseillés		
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	DT1	diabète de type 1
		DT2	diabète de type 2
AOMI	artériopathie oblitérante des membres inférieurs	EASD	<i>European Association for the study of diabetes</i>
Apo	Apolipoprotéine	EGIR	<i>European Group for the study of insulin resistance</i>
ATP	adénosine triphosphate		
AUDIT	<i>alcohol use disorders test</i>	EIM	erreurs innées du métabolisme
AVC	accident vasculaire cérébral	EM	entretien motivationnel
AVK	antivitamine K	ENNS	Étude nationale nutrition santé
BNM	besoin nutritionnel moyen	EPA	acide eicosapentaénoïque
BPCO	bronchopneumopathie chronique obstructive	ERO	espèces réactives à l'oxygène
CAGE	<i>Cut off, Annoyed, Guilty, Eye-opener</i>	ESPGHAN	<i>European Society of paediatric gastroenterology, hepatology and nutrition</i>
CART	<i>cocaine and amphetamine regulated transcript</i>		
CBS	cystathionine-β-synthase	ETP	éducation thérapeutique du patient
CCK	cholécystokinine	EVM	environnement motivationnel
CDT	<i>carbohydrate deficient transferrin</i>	FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
CETP	<i>cholesterol ester transfer protein</i>	FGF	<i>fibroblast growth factor</i>
CG	charge glycémique	FODMAP	<i>fermentescibles, oligosaccharides, dissacharides, monosaccharides and polyols</i>
CHO	hydrates de carbone		
CIQUAL	Centre informatique sur la qualité des aliments	FOS	fructo-oligo-saccharides
CLA	conjugué de l'acide linoléique	FSA	feuille de surveillance alimentaire
		FSH	<i>folliculo-stimulating hormone</i>
		G6PD	glucose-6-phosphate déshydrogénase
		GAD	glutamate décarboxylase
		GALT	galactose-1-phosphate uridylyltransférase

GGT	gamma glutamyl transpeptidase	NHANES	<i>National Health And Nutrition Examination Survey</i>
GH	hormone de croissance	NNSF	<i>nursing nutritional screening form</i>
GIP	<i>glucose dependent insulintropic peptide</i>	NP	nutrition parentérale
GLP-1	<i>glucagon-like peptide 1</i>	nPNA	<i>normalized protein nitrogen appearance</i>
GNRI	<i>geriatric nutritional risk index</i>	NPH	<i>neutral protamine Hagedorn</i>
GOS	galacto-oligosaccharides	NPIP	nutrition parentérale intrapéritonéale
GSD	<i>glycogen storage disease</i>	NPPD	nutrition parentérale per dialytique
HAS	Haute Autorité de santé	NPY	neuropeptide Y
HDL	<i>high-density lipoprotein</i>	NRI	<i>nutritional risk index</i>
HGPO	hyperglycémie par voie orale	NRS	<i>nutritional risk screening</i>
HOMA	<i>homeostasis model assessment</i>	NST	<i>nutrition screening tool</i>
HR	<i>hazard ratio</i>	OGM	organisme génétiquement modifié
HTA	hypertension artérielle	OMS	Organisation mondiale de la santé
HTG	hypertriglycéridémies	OTC	ornithine transcarbamylase
IAG	inhibiteurs de l'alphaglucosidase	PA	pression artérielle
IC	intervalle de confiance	PAD	pression artérielle diastolique
IDF	<i>International Diabetes Federation</i>	PAH	phénylalanine hydroxylase
IDL	<i>intermediary density lipoprotein</i>	PAI	projet d'accueil individualisé
IDM	infarctus du myocarde	PAI-I	inhibiteur du plasminogène
IG	index glycémique	PAS	pression artérielle systolique
IgE	immunoglobuline E	PATO	produit d'altération thermo-oxydative
IGF	<i>insulin-like growth factor</i>	PCU	phénylcétonurie
IL	interleukine	PEW	<i>protein-energy wasting</i>
ILV	infection de la ligne vasculaire	PICC	<i>peripherally inserted central catheter</i>
IMC	index de masse corporelle	PINI	<i>prognostic inflammatory and nutritional index</i>
INCa	Institut national du cancer	PNA	<i>protein nitrogen appearance</i>
IRC	insuffisance rénale chronique	PNNS	Programme national nutrition santé
IRCT	insuffisance rénale chronique terminale	POMC	pro-opiomélanocortine
IRM	imagerie par résonance magnétique	PP	polypeptide pancréatique
IOTF	<i>International Obesity Task Force</i>	PPAR	<i>peroxysome proliferator-activated receptor</i>
LCAT	<i>lecithin cholesterol acyltransferase</i>	PPY	peptide intestinal tyrosine-tyrosine 3-36
LDL	<i>low-density lipoprotein</i>	PR10	<i>pathogenesis related 10</i>
LH	<i>luteinizing hormone</i>	PTH	parathormone
LMR	limite maximale de résidus	QR	quotient respiratoire
LP	lipoprotéine	RBP	<i>retinol binding protein</i>
LPL	lipoprotéine lipase	RR	risque relatif
LTP	<i>lipid transfer proteins</i>	SEP	sclérose en plaques
MC4-R	mélanocortine-4	SGA	<i>subjective global assessment</i>
MdR	métabolisme de repos	SII	syndrome de l'intestin irritable
MELAS	<i>mitochondrial encephalomyopathy, lactic acidosis, and stroke-like episodes</i>	SLA	sclérose latérale amyotrophique
MET	<i>metabolic equivalent task</i>	SM	syndrome métabolique
MICI	maladies inflammatoires cryptogénétiques de l'intestin	SNAQ	<i>short nutritional assessment questionnaire</i>
MIDD	<i>maternally inherited diabetes and deafness</i>	SN	syndrome néphrotique
MM	masse maigre	SO	stress oxydant
MNA	<i>mini nutritional assessment</i>	SOS	<i>Swedish obese subjects study</i>
MODY	<i>maturity onset type diabetes of the young</i>	T3L	triiodothyronine 3 libre
MRC	maladie rénale chronique	TA	tension artérielle
MST	<i>malnutrition screening tool</i>	TCA	troubles du comportement alimentaire
MUST	<i>malnutrition universal screening tool</i>	TDM	tomodensitométrie
Na	sodium	TFG	taux de filtration glomérulaire
NAP	niveau d'activité physique	TG	triglycéride
NAE	N-amy-éthanolamine	TIAC	toxi-infections alimentaires collectives
NACRe	Réseau national alimentation cancer recherche	TNF	<i>tumor necrosis factor</i>
NASH	<i>non alcoholic steatohepatitis</i>	TOC	troubles obsessionnels compulsifs
NE	nutrition entérale	TPO	test de provocation par voie orale
NCEP-		TSH	<i>thyrotropine stimulating hormone</i>
ATP-III	<i>national cholesterol education program-adult treatment panel III</i>	UCD	<i>urea cycle disorder</i>
		UCTP	<i>uncoupling transfer proteins</i>
		UHT	ultra-haute température

UKPDS	<i>United Kingdom diabetes prospective study</i>	WCRF	<i>World Cancer Research Fund</i>
VADS	voies aérodigestives supérieures	WS	<i>wasting syndrome</i>
VIH	virus de l'immunodéficience humaine	XOS	xylo-oligosaccharides
VLDL	<i>very-low density lipoprotein</i>		

Les fondamentaux de la nutrition

Nutriments, énergétique, comportement alimentaire

J.-L. Schlienger

PLAN DU CHAPITRE

Hydrates de carbone (CHO).....	3	Besoins énergétiques	11
Protéines.....	6	Aspects particuliers du métabolisme...	12
Lipides.....	8	Régulation du comportement	
Micronutriments	10	alimentaire.....	13

L'alimentation a pour but premier d'assurer la couverture des besoins énergétiques (macronutriments) et des besoins qualitatifs (micronutriments). Les principaux nutriments et leurs rôles sont décrits dans ce chapitre.

La dépense énergétique totale (DET) qui correspond au coût de la vie active est satisfaite en puisant dans l'environnement. Les aliments apportent les substrats nécessaires à la production d'énergie (macronutriments riches en énergie et micronutriments pour le fonctionnement) ce qui se concrétise par la synthèse d'ATP (adénosine triphosphate). Le transport de l'énergie à travers les systèmes d'oxydoréduction produit *in fine* du travail et de la chaleur. Chaque nutriment a la capacité de produire une certaine quantité d'ATP transformée secondairement en chaleur. La calorie est une unité de chaleur traduisant l'énergie obtenue par l'hydrolyse de l'ATP et la libération de phosphore. Les glucides fournissent approximativement 4 kcal/g, tout comme les protéines, les lipides fournissent 9 kcal/g et l'alcool 7 kcal/g.

Hydrates de carbone (CHO)

Les CHO (glucides) ont en commun leur structure chimique associant des molécules de carbone et d'eau dans un rapport 1/1 ($C_nH_{2n}O_n$). Leur intérêt énergétique est considérable puisqu'ils couvrent globalement 50 à 70 % des besoins énergétiques : 1 g de glucides apporte 4 kcal. La principale fonction métabolique des glucides est d'assurer l'homéostasie glycémique moyennant un apport adéquat et la possibilité

de stockage tissulaire sous la forme de glycogène qui est au monde animal ce que l'amidon est au monde végétal. Le stockage du glycogène est limité à 300 g, soit une réserve énergétique de 1200 kcalories.

Par leur pouvoir sucrant, les mono- et disaccharides contribuent à la palatabilité de l'alimentation et, donc, à son acceptabilité.

Glucides digestibles

Classification

Les CHO sont des nutriments énergétiques (macronutriments) très hétérogènes dont les classifications structurelles et fonctionnelles ne sont pas totalement concordantes [1]. On distingue les CHO non digestibles et les CHO digestibles (les glucides à destinée métabolique). Parmi ces derniers doivent être distingués les mono- et disaccharides et les polysaccharides dont le processus de digestion et la destinée métabolique sont différents.

Monosaccharides

Les monosaccharides alimentaires regroupent les produits de l'hydrolyse de l'amidon qui produit du glucose, du fructose ou du galactose. Le sorbitol est l'alcool du glucose et le xylitol celui du xylose ; ils n'ont d'intérêt que par leur pouvoir sucrant. Le ribose et le déoxyribose sont des pentoses de synthèse endogène dont la destinée est de produire des acides nucléiques.

Disaccharides

Les disaccharides sont représentés par le saccharose (ou sucre de cuisine) qui a un pouvoir sucrant et le lactose. Mono- et disaccharides sont considérés comme des sucres «simples» mais leur absorption et leur destinée métabolique peuvent être très différentes les uns des autres. Seul le glucose et, à un moindre degré, le saccharose sont à considérer comme des sucres «rapides», ce qui sous-entend qu'ils entraînent une hyperglycémie précoce et importante.

Polysaccharides

Les polysaccharides, qui sont des glucides de structure complexe, ne sont pas tous digestibles par l'homme. Il en est ainsi de la cellulose alors que l'amidon, l'amylopectine et l'amylose, qui sont des polymères du glucose, sont digestibles après cuisson. Néanmoins, dans l'alimentation, 2 à 5 % des amidons s'avèrent résistants aux enzymes digestives et sont un substrat de fermentation pour la microflore colique qui les transforme en acides gras à chaîne courte.

Digestion et absorption

Les glucides ne sont absorbés que sous forme de monosaccharides obtenus par une hydrolyse qui débute dès l'ingestion sous l'effet de l'amylase salivaire qui rompt les liaisons α 1-4 qui unissent les radicaux glucosés de l'amylose, polymère du glucose à chaîne courte. Les amylases salivaires et pancréatiques produisent du maltose et du maltotriose hydrolysés par l'isomaltase contenue dans la bordure en brosse intestinale qui rompt aussi les liaisons α 1-6 de l'amylopectine, polymère du glucose à chaîne longue dont la structure est comparable à celle du glycogène. D'autres enzymes intestinales (disaccharidase, lactase) complètent la digestion des disaccharides formés.

La vitesse d'absorption des glucides sous forme de glucose dépend en principe de la complexité des hydrates de carbone ingérés. Toutefois, bien que la structure de l'amylopectine soit plus complexe, la glycémie s'élève plus rapidement après l'ingestion d'amylopectine qu'après celle d'amylose, ce qui rend peu recevable la distinction entre glucides «simples» et «complexes», corollaires de glucides «rapides» et «lents», consacrée par l'usage. La présentation des glucides importe également. La conversion de l'amidon en glucose dépend de l'existence ou non d'une enveloppe protéique protégeant l'amidon, de l'intrication avec des fibres de structure ou de l'association à d'autres nutriments au sein d'un repas composé. L'absorption de l'isomère dextrogyre du glucose est rapide du fait d'une absorption active. En revanche, l'absorption de l'isomère lévogyre du glucose, le galactose, le sorbitol et le xylitol se fait par diffusion passive avec un seuil limitant de l'ordre de 50 g. Au-delà de ce seuil, ces glucides ont un effet osmotique responsable d'inconfort digestif (diarrhée). Le fructose est absorbé par un procédé de diffusion facilitée avec un seuil de 100 g.

Métabolisme

Les conséquences métaboliques de l'ingestion des glucides ne se limitent pas à une équation énergétique mais doivent prendre en compte l'importance de la charge glucosée qui parvient dans la circulation générale et la cinétique de l'hy-

perglycémie. Lors du premier passage hépatique du glucose intervient la glycogénogenèse qui contribue à l'homéostasie glucosée en évitant une hyperglycémie post-absorptive excessive et en prévenant une hypoglycémie interprandiale grâce à la glycolyse des réserves glycogéniques.

La glycolyse, la phosphorylation oxydative et le cycle tricarboxylique de Krebs génèrent de l'ATP. L'augmentation de l'ATP détermine une élévation de l'acide oxalo-acétique et de l'acétyl-CoA, ce qui stimule la synthèse d'acides gras. Ainsi l'excès d'apport glucidique aboutit à un stockage énergétique sous forme de graisse, évitant de la sorte l'apparition d'une hyperglycémie dès lors que les réserves glycogéniques sont saturées.

Le niveau des réserves énergétiques intracellulaires agit comme un signal de modulation du métabolisme. Un niveau élevé d'ATP freine le cycle de Krebs et inhibe la glycolyse alors qu'une teneur élevée en ADP et AMP induit la glycolyse et la régénération d'ATP.

Dans les muscles, le métabolisme anaérobie du glucose produit des pyruvates transformés *in situ* en CO_2 ou transportés vers le foie. En cas d'effort très important, les pyruvates produisent des lactates dont l'accumulation peut provoquer des crampes musculaires.

L'insulinosécrétion induite par l'hyperglycémie stimule la formation de glycogène alors que le glucagon stimule la glycogénolyse hépatique et musculaire.

L'homéostasie glucosée est maintenue par diverses régulations destinées à contourner les effets néfastes d'un apport inconstant et discontinu en glucose aux organes strictement gluco-dépendants que sont le cerveau (140 g de glucose/j), les éléments figurés du sang et la médulla rénale. Lorsque les réserves en glycogène sont épuisées se met en place une néoglycogénèse hépatique dont les principaux substrats sont les lactates (cycle de Cori), le glycérol provenant des acides gras libres et les acides aminés dits glucoformateurs dont le chef de file est l'alanine. Un jeûne prolongé induit une cétogenèse à partir des acides gras libres dont la bêta-oxydation produit des corps cétoniques (bêta-hydroxybutyrate) utilisables comme fuel métabolique par les organes non gluco-dépendants. Parallèlement se met en place une épargne glucosée avec une utilisation préférentielle des acides gras pour assurer l'énergétique musculaire (cycle de Randle).

Approche nutritionnelle des glucides

La définition fonctionnelle des glucides ne se superpose pas à la définition biochimique. Les glucides chimiquement complexes n'entraînent pas nécessairement une moindre élévation de la glycémie que certains glucides de structure plus simple. Ainsi, à quantité égale, le pain blanc, source importante d'amidon sans pouvoir sucrant, n'élève pas moins la glycémie que le sucre de cuisine qui est un disaccharide (glucose + fructose). Le fructose, monosaccharide à fort pouvoir sucrant, élève moins la glycémie que ne le fait l'amidon du pain blanc.

En nutrition, le pouvoir hyperglycémiant, le destin métabolique et le pouvoir sucrant comptent davantage que la structure. L'index glycémique et la charge glycémique induite par un glucide sont des paramètres mieux adaptés, bien qu'ils ne fournissent qu'une partie de la solution dans la mesure où ils dépendent des nutriments énergétiques

d'accompagnement, de la présence ou non de fibres alimentaires, de la vitesse de vidange gastrique et du degré de cuisson des aliments.

Index glycémique

L'index glycémique (IG) d'un aliment est défini par rapport à un apport glucidique standard. Il est défini comme l'augmentation de l'aire sous la courbe induite par une portion de 50 g d'hydrates de carbone d'un aliment donné exprimé en pourcentage de la même quantité d'hydrates de carbone d'un aliment standard (glucose ou 50 g de pain blanc) consommée par le même sujet [2]. L'IG exprime le degré d'hyperglycémie induit par un aliment. Un IG supérieur à 70 % est élevé alors qu'un IG inférieur à 50 % est bas. L'IG varie en fonction de nombreux facteurs liés aux conditions d'ingestion et dont ne peuvent rendre compte les tables [3] : proportion de glucides simples, nature des amidons, présence de fibres, mode de cuisson, teneur en lipides et en protéines de l'aliment ou du repas auquel il est intégré, processus industriel subi. Il existe une grande variabilité de l'IG intra- et interindividuelle et selon les espèces d'un même

aliment (fig. 1.1). L'heure du repas est à prendre en considération, l'IG étant plus élevé au petit déjeuner qu'au déjeuner. Enfin, à la notion d'IG, il convient d'associer celle de profil nutritionnel. L'alimentation traditionnelle et plus encore la « paléonutrition » s'opposent à l'alimentation industrielle et moderne par des aliments à IG plus faible en raison d'une forte consommation de féculents associés à des fibres.

Charge glycémique

La charge glycémique (CG) apparaît plus pertinente que l'index glycémique. Elle est obtenue en multipliant l'index glycémique par la quantité de glucides contenue dans une portion d'un aliment donné. Elle évite l'écueil lié à la teneur en glucides très variable des aliments qui imposait de considérer des quantités parfois disproportionnées pour établir l'index glycémique (exemple : 800 g de fruits à teneur glucidique de 12 % pour atteindre l'équivalent de 100 g de glucose). La notion de charge glycémique permet de comparer les portions consommées habituellement et est donc plus adaptée à la pratique nutritionnelle. À titre d'exemple, l'IG des carottes est de l'ordre de 50 mais la quantité totale

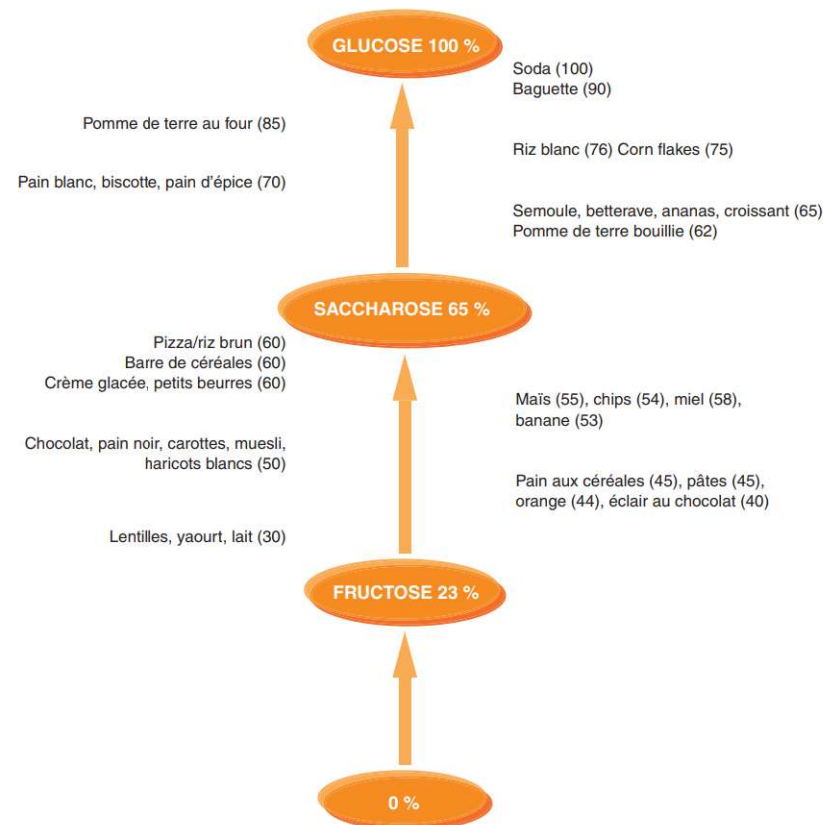


Fig. 1.1 Index glycémique (en pourcentage).