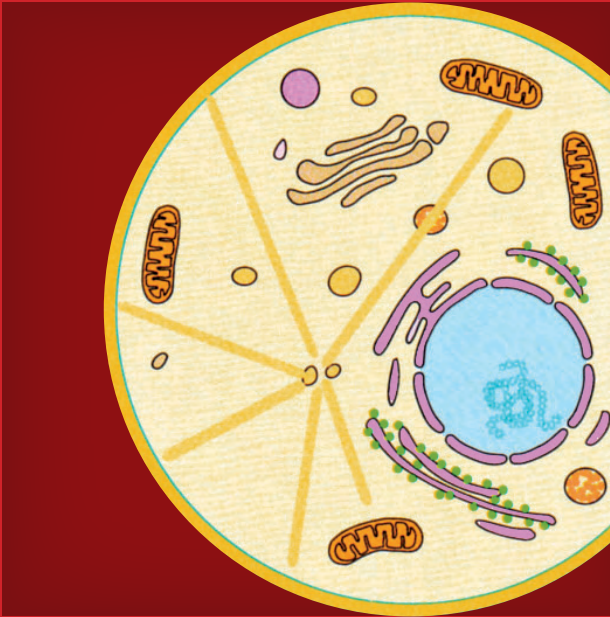


ATLAS DE POCHE DE  
**BIOCHIMIE  
HUMAINE**

4<sup>e</sup> édition

JAN KOOLMAN – KLAUS-HEINRICH RÖHM



Médecine Sciences  
Publications

*Lavoisier*



# D'un seul regard

Principes de base

1

Molécules biologiques

27

Métabolisme

71

Organites cellulaires

193

Biologie moléculaire

229

Tissus et organes

265

Nutrition

381

Systèmes de signalisation

397

Croissance et développement

443

Appendice

459

## Chez le même éditeur

### **Dans la même collection**

- Atlas de poche de physiopathologie*, par Stefan Silbernagl et F. Lang  
*Atlas de poche de pharmacologie*, par H. Lüllmann, K. Mohr et L. Hein  
*Atlas de poche d'anesthésie*, par N. Roewer et H. Thiel  
*Atlas de poche de biologie cellulaire*, par H. Plattner et J. Hentschel  
*Atlas de poche de biotechnologie et de génie génétique*, par R.D. Schmid  
*Atlas de poche d'histologie*, par W. Kühnel  
*Atlas de poche de microbiologie*, par T. Hart et P. Shears  
*Manuel de poche de microbiologie médicale*, par F.H. Kayser  
*Atlas de poche de mycologie*, par G. Midley, Y.M. Clayton et R.J. Hay  
*Atlas de poche génétique*, par E. Passarge  
*Atlas de poche d'immunologie*, par G.-R. Burmester et A. Pezzutto  
*Atlas de poche de physiologie*, par S. Silbernagl et A. Despopoulos  
*Atlas de poche d'anatomie* (3 vol.), par W. Platzer, H. Fritsch, W. Kühnel, W. Kahle et M. Frotscher  
*Atlas de poche d'anatomie en coupes sériées TDM-IRM* (3 vol.), par T.B. Möller et E. Reif  
*Lexique illustré d'anatomie Feneis*, par W. Dauber et G. Spitzer  
*Atlas de poche de médecine d'urgence*, par H.A. Adams  
*Atlas de poche d'échographie*, par B. Block  
*L'ECG sans peine*, par H.-P. Schuster et H.-J. Trappe  
*Guide de poche d'échographie cardiaque*, par T. Böhmeke et R. Doliva  
*Atlas de poche d'échocardiographie transœsophagienne*, par C.-A. Greim et N. Roewer  
*Atlas de poche d'embryologie*, par U. Drews  
*Sémiologie médicale*, par L. Guillevin  
*Atlas de poche d'obstétrique*, par K. Goerke et J. Wirth  
*Atlas de poche d'hématologie*, par H. Theml, H. Diem et T. Haferlach  
*Asthme et rhinite allergique*, par C. Bachert et J.-C. Virchow  
*Atlas de poche d'allergologie*, par G. Grevers et M. Röcken  
*Atlas de poche en couleurs de pathologie infectieuse*, par N.J. Beeching et F.J. Nye  
*Atlas de poche des maladies sexuellement transmissibles*, par A. Wisdom et D.A. Hawkins  
*Atlas de poche de neurologie*, par R. Rohkamm  
*Atlas de poche de nutrition*, par H.K. Biesalski et P. Grimm  
*Atlas de poche d'endodontie*, par R. Beer, M.A. Baumann et A.M. Kielbassa  
*Atlas de poche des maladies buccales*, par G. Laskaris  
*Atlas de poche de radiologie dentaire*, par F.A. Pasler  
*Guide de poche des affections de l'oreille*, par A. Menner  
*Atlas de poche d'ophtalmologie*, par T. Schlote, M. Grüb, J. Mielke et M. Rohrbach  
*Atlas de poche d'ophtalmologie*, par S. Madava, T. Sweeney et D. Guyer  
*Livre de poche de rhumatologie*, par P.-M. Villiger et M. Seitz

### **Dans d'autres collections**

- Biologie moléculaire de la cellule*, livre de cours + livre d'exercices avec CR-ROM, par B. Alberts, J. Wilson  
*La biochimie*, par L. Stryer, J. M Berg, J L. Tymoczko  
*Appareils et méthodes en biochimie et biologie moléculaire*, par B. Hainque, B. Baudin  
*Aide-mémoire de biochimie et biologie moléculaire*, par S. Bekri, A. Lavoinin  
*Biochimie médicale – marqueurs actuels et perspectives*, par J.-L. Beaudoux, G. Durand  
*Exercices et problèmes de biochimie*, par P. Kamoun, C. Dode, M. Jeanpierre, D. Rabier  
*Biochimie pathologique*, par J. Delattre  
*La petite encyclopédie médicale Hamburger*, par M. Leporrier  
*Traité de médecine*, par P. Godeau, S. Herson et J.-Ch. Piette  
*Principes de médecine interne Harrison*, par E. Braunwald, A.S. Fauci, D.L. Kasper, S.L. Hauser, D.L. Longo et J.L. Jameson  
*Guide du bon usage du médicament*, par G. Bouvenot et C. Caulin

# Atlas de poche de biochimie humaine

Jan Koolman  
Klaus-Heinrich Röhm

220 planches en couleurs  
de Jürgen Wirth

4<sup>e</sup> édition entièrement remaniée  
et mise à jour

*Traduit de l'allemand par*

**Dominique Duval**

Ancien Directeur de Recherche au CNRS  
Ancien Professeur de Physiologie,  
UFR des Sciences Pharmaceutiques  
Université de Caen-Basse Normandie

Médecine Sciences  

---

Publications

<http://www.medecine.lavoisier.fr>

Pr Jan Koolman  
 Dr ès Sciences Naturelles  
 Université Philipps  
 Institut de Chimie physiologique  
 Groupe d'Endocrinologie biochimique  
 Deutschhausstrasse 1-2  
 35037 Marburg, Allemagne

Pr Klaus Heinrich Röhm  
 Dr ès Sciences Naturelles  
 Krumme Strasse 86  
 10585 Berlin, Allemagne

Réalisation des planches : Pr Jürgen Wirth  
 Communication visuelle  
 63303 Dreieich, Allemagne

Copyright © de l'édition originale allemande 2009 publiée par Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, Allemagne, sous le titre : *Taschenatlas Biochemie des Menschen*, par Jan Koolman et Klaus-Heinrich Röhm

1<sup>re</sup> édition française 1994  
 2<sup>e</sup> tirage 1995  
 3<sup>e</sup> tirage 1997  
 2<sup>e</sup> édition française 1999  
 2<sup>e</sup> tirage 2001  
 3<sup>e</sup> tirage 2003  
 3<sup>e</sup> édition française 2004  
 2<sup>e</sup> tirage 2006  
 4<sup>e</sup> édition française 2011

*Direction éditoriale* : Emmanuel Leclerc  
*Édition* : Mélanie Kucharczyk  
*Couverture* : Isabelle Godenèche

*Composition* : Nord Compo, Villeneuve-d'Ascq  
*Impression et reliure* : Grafos, Barcelone

ISBN : 978-2-257-20410-3  
 © 1994, 1999, 2004, 2011 Lavoisier SAS  
 11, rue Lavoisier  
 75008 Paris

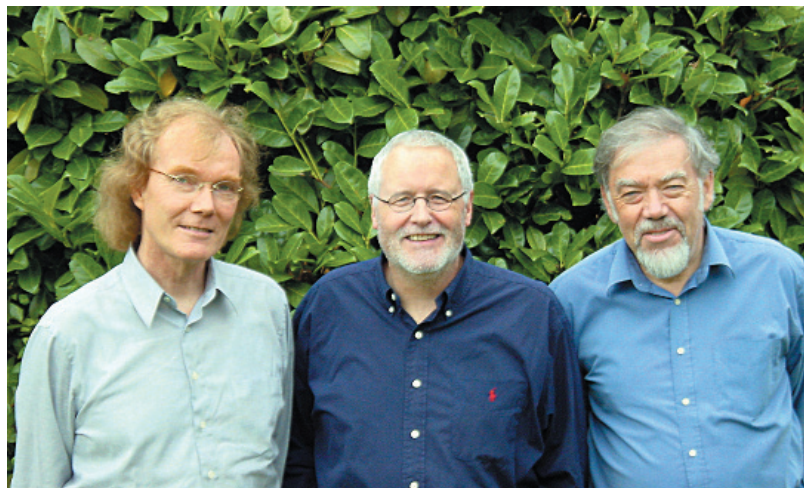
**Remarque importante** : comme chaque connaissance, la médecine est en développement permanent. La recherche et la pratique clinique élargissent nos connaissances, surtout en ce qui concerne les traitements et l'utilisation des médicaments. Chaque fois que sera mentionnée dans cet ouvrage une concentration ou une application, le lecteur peut être assuré que les auteurs, l'éditeur et l'imprimeur ont consacré beaucoup de soins pour que cette information corresponde rigoureusement à l'état de **l'art au moment de l'achèvement de ce livre**.

L'éditeur ne peut cependant donner aucune garantie en ce qui concerne les indications de dose ou de forme d'administration. **Chaque utilisateur est donc invité** à examiner avec soin les notices des médicaments utilisés pour établir, sous sa propre responsabilité ou, le cas échéant, après consultation d'un spécialiste, si les indications de doses ou si les contre-indications signalées sont différentes de celles données dans cet ouvrage. Ceci s'applique en particulier aux substances rarement utilisées ou à celles récemment mises sur le marché. **Chaque dosage ou chaque traitement est effectué aux risques et périls de l'utilisateur**. Les auteurs et l'éditeur demandent à chaque utilisateur de leur signaler toute inexactitude qu'il aurait pu remarquer.

Les marques déposées ne sont **pas** signalées par un signe particulier. En l'absence d'une telle indication, il ne faudrait pas conclure que le titre *Atlas de poche* corresponde à une marque libre.

Tous les droits de reproduction de cet ouvrage et de chacune de ses parties sont réservés. Toute utilisation en dehors des limites définies par la loi sur les droits d'auteur est interdite et passible de sanctions sauf accord de l'éditeur. Ceci vaut en particulier pour les photocopies, les traductions, la prise de microfilms, le stockage et le traitement dans des systèmes électroniques.

## À propos des auteurs



*Jan Koolman* (à gauche sur la photographie) est né à Lübeck et a grandi avec le vent marin de la Baltique. La fréquentation du lycée de cette ville hanséatique a laissé chez lui des traces profondes. Il a étudié la Biochimie à l'université de Tübingen de 1963 à 1969. À l'occasion d'une promotion (dans une UFR de chimie) il vint à Marburg dans le laboratoire du biochimiste Peter Karlson et commença alors à travailler sur la biochimie des insectes et d'autres invertébrés. En 1977, il fut affecté à la Faculté de Médecine et nommé professeur en 1984. Son domaine de recherche est aujourd'hui la biochimie endocrinienne. Il s'intéresse également à l'enseignement de la biochimie et est actuellement doyen de la Faculté de Médecine. Jan Koolman est marié à un professeur de dessin.

*Klaus-Heinrich Röhm* (à droite) vient de Stuttgart. Après avoir passé son baccalauréat au séminaire évangélique d'Urach, un lieu également favorable aux humanités, il aboutit, après un court détour par la physique, à un diplôme de biochimie passé à l'université de Tübingen. C'est là que les deux auteurs se rencontrèrent pour la première fois. Depuis 1970, Klaus-Heinrich Röhm enseigne à la Faculté de Médecine de Marburg. Travaillant

après de Friedhelm Schneider, il fut nommé professeur de chimie en 1986. Son équipe s'intéresse à la relation entre la composition en acides aminés et la structure et les fonctions des enzymes. Klaus-Heinrich Röhm est marié à une biologiste et a deux enfants.

*Jürgen Wirth* (au milieu) a effectué ses études à l'École supérieure d'arts graphiques de Berlin et à l'École d'arts plastiques d'Offenbach. Ses études furent consacrées aux techniques d'illustration et son diplôme était intitulé : « Évolution et rôles du dessin scientifique ». De 1963 à 1977, Jürgen Wirth a participé à la mise en place d'expositions à l'occasion de la rénovation du musée d'histoire naturelle « Seckenberg » de Francfort sur le Main. Parallèlement, il participa pour plusieurs maisons d'édition à l'illustration de livres scolaires, de dictionnaires ou de revues scientifiques. Il a obtenu de nombreuses distinctions et prix pour ses dessins et ses illustrations. En 1978, il fut nommé professeur à l'École d'arts plastiques de Souabe, puis en 1986 professeur de dessin à l'École supérieure de Darmstadt. Ses domaines d'enseignement sont le dessin scientifique et l'illustration par ordinateur.

## Avant-propos à la 4<sup>e</sup> édition allemande

La biochimie est une matière dynamique et en constant développement. C'est ce qu'essaie de montrer sous une forme illustrée cet Atlas de poche. Les contenus de base de la biochimie sont ainsi traités et expliqués sur des planches colorées. L'effort s'est porté sur la représentation graphique, le texte ne servant majoritairement que de légende élargissant et complétant les figures. Les limites exactes entre la biochimie et les matières voisines comme la biologie cellulaire, l'anatomie, la physiologie, la génétique ou la pharmacologie sont souvent difficiles à tracer et arbitraires. Ce recouvrement des différentes matières n'est pas un hasard. L'objet envisagé est souvent le même, par exemple un neurone ou une mitochondrie, c'est seulement le point de vue de chaque matière qui est différent. En ce sens, l'Atlas de poche de biochimie se situe au milieu des autres Atlas de poche.

Bien que la biochimie des animaux, des plantes ou des microorganismes ne soit pas moins intéressante, la biochimie humaine occupe dans cet Atlas et de façon délibérée une place de premier plan pour des raisons de place. Nous avons choisi les contenus de façon à nous concentrer sur les thèmes nécessaires en particulier à la formation des étudiants en médecine humaine. Cette volonté apparaît aussi clairement par l'intégration de données pathobiochimiques. Un Atlas de poche de biochimie consacré plus précisément aux naturalistes devrait suivre prochainement.

L'Atlas de poche doit en premier lieu offrir une vue d'ensemble et fournir des informations compactes et graphiques concernant les thèmes centraux de la biochimie. Dans le périmètre limité d'un livre de poche, il est inéluctable qu'apparaissent des lacunes. Cet ouvrage ne peut en aucun cas, et nous voulons le rappeler ici avec insistance, remplacer un bon ouvrage scolaire. Il nous a fallu trouver pour les diagrammes utilisés ici de nouveaux symboles et de nouveaux signes, ainsi que des modèles clairs qui puissent montrer de façon plus concrète des données difficiles à visualiser. Inévitablement, cette recherche a abouti à des formes étranges et subjectives. Le contenu souvent complexe des planches graphiques a nécessité de les réduire à l'essentiel. Les illustrations et les graphiques sont

présentés chacun avec une unité thématique mais également avec une certaine sobriété. Nous avons cherché à éviter les possibilités illustratives trop spectaculaires ou exagérées, à adopter une présentation simple mais visuellement esthétique et facile à retenir.

Pour faciliter la lecture, nous avons introduit des codes de couleur et des symboles. Les règles adoptées sont résumées dans les pages intérieures de la couverture. C'est ainsi par exemple qu'une couleur a été attribuée aux atomes importants : gris pour le carbone, blanc pour l'hydrogène, bleu pour l'azote et rouge pour l'oxygène, etc. Les différentes classes importantes de molécules biologiques sont distinguées les unes des autres par des couleurs : les protéines sont en général représentées dans les tons bruns, les sucres en violet, les lipides en jaune, l'ADN en bleu et les ARN en vert. Des symboles sont souvent utilisés pour les coenzymes importantes comme l'ATP ou le NAD. Les espaces réactionnels de la cellule sont également distingués par des couleurs : le cytoplasme est par exemple sur un fond jaune et l'espace extracellulaire sur un fond bleuté. Les flèches de réaction sont en général noires, les flèches désignant des transports sont pointillées, tandis que les flèches bleues symbolisent une activité catalytique. En dépit des efforts effectués pour utiliser ce code tout au long de l'ouvrage, il faut également reconnaître que ce système a ses limites.

La façon d'écrire les notions biochimiques en allemand a été l'objet de nombreuses discussions. Nous nous sommes décidés à favoriser la nécessaire internationalisation des notions de sciences naturelles en nous adaptant dans de nombreux cas à l'écriture anglo-saxonne (cholestérol, glycogène, glycérol, collagène, cytochrome, etc.). Comme nous au début, les lecteurs humanistes auront du mal à accepter de traduire le kappa de glykys (= doux) par un c dans glucose ou glycogène. Mais cette adaptation de mots empruntés à des langues étrangères repose sur une tradition vieille de plusieurs siècles et a un but louable. Cet Atlas a été fortement retravaillé pour la quatrième édition de façon à le libérer du poids des sciences naturelles et à l'enrichir en même temps d'informations pathobiochimiques, comme cela a été suggéré dans le catalogue des questions d'examen à l'intention des étu-



dians en médecine et en pharmacie (IMPP). Nous nous sommes efforcés de ne pas nous écarter de ce concept initial.

Nous adressons des remerciements particuliers à Mme Simone Class, Mme Marianne Mauch et M. Manfred Lehnert des éditions Thieme qui ont coordonné ce travail du côté de l'éditeur avec un engagement sans faille et une grande compétence, qui l'ont fait avancer avec de nouvelles pistes de réflexion et l'ont amené à maturité.

Enfin, nous remercions nos collègues, nos collaborateurs et enfin, et ce n'est pas le

moins important, de nombreux lecteurs attentifs, pour leurs suggestions, pour leurs critiques et leurs commentaires approbateurs, ainsi que pour leurs propositions de correction.

Nous espérons de nouveau recevoir de tels retours de façon à continuer à améliorer cet Atlas au bénéfice de nos lecteurs.

Jan Koolman, Klaus Heinrich Röhm  
Jürgen Wirth  
Marburg et Dreieich, février 2009



# Table des matières

<b>Principes de base</b>	<b>1</b>	<b>Nucléotides et acides nucléiques</b>	
<b>Chimie</b>		Bases et nucléotides .....	64
Classification périodique .....	2	ARN .....	66
Isomérisie .....	4	ADN .....	68
Classes de molécules I .....	6		
Classes de molécules II .....	8		
Réactions chimiques .....	10		
Processus d'oxydoréduction .....	12		
Acides et bases .....	14		
<b>Chimie physique</b>		<b>Métabolisme</b>	<b>71</b>
Énergétique .....	16	<b>Enzymes</b>	
Thermodynamique .....	18	Principes de base .....	72
Catalyse .....	20	Catalyse enzymatique .....	74
Propriétés de solvant de l'eau .....	22	Cinétique enzymatique I .....	76
Interactions hydrophobes .....	24	Cinétique enzymatique II .....	78
		Régulation allostérique .....	80
		Inhibiteurs .....	82
		Analyse enzymatique .....	84
		Coenzymes I .....	86
		Coenzymes II .....	88
		Coenzymes III .....	90
		Coenzymes IV .....	92
		Aspects pathologiques .....	94
		<b>Voies métaboliques</b>	
		Métabolisme intermédiaire I .....	96
		Métabolisme intermédiaire II .....	98
		Mécanismes de régulation I .....	100
		Mécanismes de régulation II .....	102
		<b>Métabolisme énergétique</b>	
		ATP .....	104
		Couplage énergétique .....	106
		Conservation de l'énergie	
		au niveau des membranes .....	108
		Métabolisme énergétique :	
		vue d'ensemble .....	110
		Cétoacides déshydrogénases .....	112
		Réactions du cycle de l'acide citrique ...	114
		Cycle de l'acide citrique : fonctions	
		métaboliques .....	116
		Transport mitochondrial .....	118
		Chaîne respiratoire .....	120
		Synthèse d'ATP .....	122
		Régulation du métabolisme	
		énergétique .....	124
		Aspects pathologiques .....	126
		<b>Métabolisme des sucres</b>	
		Vue d'ensemble .....	128
		Glycolyse .....	130
		Voie des hexoses monophosphate .....	132
<b>Molécules biologiques</b>	<b>27</b>		
<b>Sucres</b>			
Chimie des sucres .....	28		
Mono- et disaccharides .....	30		
Polysaccharides .....	32		
Glycoprotéines			
et glycosaminoglycanes .....	34		
<b>Lipides</b>			
Vue d'ensemble .....	36		
Acides gras et graisses .....	38		
Glycérolipides .....	40		
Sphingolipides .....	42		
Isoprénoïdes .....	44		
Stéroïdes .....	46		
<b>Acides aminés</b>			
Propriétés .....	48		
Acides aminés protéinogènes .....	50		
Sélocystéine et acides aminés			
non protéinogènes .....	52		
<b>Peptides et protéines</b>			
Peptides et protéines : vue			
d'ensemble .....	54		
Structures des protéines .....	56		
Protéines de structure .....	58		
Protéines solubles .....	60		
Modification des protéines .....	62		

Néoglucogenèse..... 134  
 Métabolisme du glycogène..... 136  
 Régulation du métabolisme glucidique I.. 138  
 Régulation du métabolisme  
 glucidique II..... 140  
 Aspects pathologiques..... 142

**Métabolisme des lipides**

Vue d'ensemble..... 144  
 Dégradation des acides gras :  
 β-oxydation..... 146  
 Dégradation des acides gras :  
 voies secondaires..... 148  
 Biosynthèse des acides gras..... 150  
 Autres réactions du métabolisme  
 des acides gras..... 152  
 Biosynthèse des lipides complexes..... 154  
 Biosynthèse du cholestérol..... 156  
 Aspects pathologiques..... 158

**Métabolisme des protéines**

Vue d'ensemble..... 160  
 Protéolyse..... 162  
 Cheminement de l'azote..... 164  
 Transamination et désamination..... 166  
 Dégradation des acides aminés I..... 168  
 Dégradation des acides aminés II..... 170  
 Cycle de l'urée..... 172  
 Biosynthèse des acides aminés..... 174  
 Aspects pathologiques..... 176

**Métabolisme des nucléotides**

Vue d'ensemble..... 178  
 Dégradation des nucléotides..... 180  
 Biosynthèse des purines  
 et des pyrimidines..... 182  
 Biosynthèse des nucléotides..... 184  
 Aspects pathologiques..... 186

**Métabolisme des porphyrines**

Biosynthèse des groupements hème..... 188  
 Dégradation des porphyrines..... 190

**Organites cellulaires**

193

**Principes de base**

Organisation de la cellule..... 194  
 Composants de la cellule  
 et cytoplasme..... 196

**Cytosquelette**

Composants..... 198  
 Structure et fonctions..... 200  
 Protéines motrices..... 202

**Noyau cellulaire**

Noyau cellulaire..... 204

**Mitochondries**

Structure et fonctions..... 206

**Membranes**

Structure et composants..... 208  
 Processus de transport..... 210  
 Protéines de transport..... 212  
 Endo- et exocytose..... 214

**Réticulum endoplasmique (RE)  
 et appareil de Golgi**

Structure et fonctions..... 216  
 Tri des protéines..... 218  
 Synthèse des protéines au niveau du RER.. 220  
 Maturation des protéines..... 222

**Lysosomes**

Lysosomes..... 224

**Peroxisomes**

Peroxisomes..... 226

**Biologie moléculaire**

229

**Vue d'ensemble**

Vue d'ensemble..... 230

**Génome**

Gènes et génome..... 232

**Chromatine**

Chromatine..... 234  
 Enzymes modifiant les acides nucléiques.. 236  
 Réplication..... 238  
 Transcription..... 240  
 Contrôle de la transcription..... 242  
 Maturation des ARN..... 244

**Code génétique**

Code génétique..... 246  
 Traduction I..... 248  
 Traduction II..... 250  
 Antibiotiques..... 252  
 Mutation et réparation..... 254

**Techniques de génie génétique**

Clonage de l'ADN..... 256  
 Séquençage de l'ADN..... 258  
 PCR..... 260  
 Utilisations médicales des techniques  
 de biologie moléculaire..... 262

**Tissus et organes**

265

**Système digestif**

Vue d'ensemble..... 266  
 Sucs digestifs..... 268  
 Processus de digestion..... 270  
 Absorption I..... 272  
 Absorption II..... 274  
 Aspects pathologiques..... 276

**Sang**

Composition et fonctions.....	278
Protéines plasmatiques.....	280
Lipoprotéines I.....	282
Lipoprotéines II.....	284
Hémoglobine et transport de gaz.....	286
Dérivés réactifs de l'oxygène.....	288
Métabolisme des érythrocytes.....	290
Équilibre acido-basique.....	292
Coagulation sanguine.....	294
Inhibition de la coagulation, fibrinolyse.....	296
Groupes sanguins.....	298
Aspects pathologiques.....	300

**Système immunitaire**

Système immunitaire.....	302
Réponse immunitaire spécifique.....	304
Activation des cellules T.....	306
Système du complément.....	308
Anticorps.....	310
Aspects pathologiques.....	312

**Foie**

Fonctions.....	314
Métabolisme des sucres.....	316
Métabolisme des lipides.....	318
Acides biliaires.....	320
Biotransformations.....	322
Système du cytochrome P450.....	324
Métabolisme de l'éthanol.....	326
Aspects pathologiques.....	328

**Tissu adipeux**

Fonctions.....	330
Aspects pathologiques.....	332

**Reins**

Fonctions.....	334
Excrétion des électrolytes.....	336
Métabolisme.....	338

**Muscles**

Contraction musculaire.....	340
Contrôle de la contraction musculaire ..	342
Métabolisme des muscles.....	344
Aspects pathologiques.....	346

**Tissu conjonctif**

Os et dents.....	348
Collagène.....	350
Matrice extracellulaire I.....	352
Matrice extracellulaire II.....	354
Aspects pathologiques.....	356

**Cerveau et organes des sens**

Transmission du signal dans le système nerveux central (SNC).....	358
Potentiel de repos et potentiel d'action.....	360

Neurotransmetteurs.....	362
Récepteurs des neurotransmetteurs.....	364
Métabolisme du SNC.....	366
Vision.....	368
Aspects pathologiques.....	370

**Intégration du métabolisme**

Intégration du métabolisme I.....	372
Intégration du métabolisme II.....	374
Intégration du métabolisme III.....	376
Intégration du métabolisme IV.....	378

**Nutrition****381****Aliments**

Substances organiques.....	382
Minéraux et oligoéléments.....	384
Métabolisme du calcium.....	386
Métabolisme du fer.....	388
Aspects pathologiques.....	390

**Vitamines**

Vitamines I.....	392
Vitamines II.....	394

**Systèmes de signalisation****397****Transduction du signal**

Transduction du signal.....	398
Récepteurs membranaires.....	400
Canaux ioniques.....	402
Protéines liant le GTP.....	404
Seconds messagers I.....	406
Seconds messagers II.....	408
Protéine kinases et phosphatases.....	410
Cascades de signaux.....	412

**Hormones**

Principes de base.....	414
Niveau plasmatique et hiérarchie hormonale.....	416

**Signaux lipophiles**

Mécanismes d'action.....	418
Corticostéroïdes.....	420
Stéroïdes sexuels et cycle menstruel.....	422
Métabolisme des hormones stéroïdes.....	424
Hormones thyroïdiennes.....	426

**Signaux hydrophiles**

Insuline.....	428
Diabète.....	430
Autres hormones.....	432
Catécholamines.....	434
Hormones tissulaires, médiateurs.....	436
Eicosanoïdes.....	438
Cytokines.....	440

**Croissance et développement** 443

**Prolifération cellulaire**  
Cycle cellulaire I..... 444  
Cycle cellulaire II ..... 446  
Apoptose ..... 448  
Oncogènes ..... 450  
Tumeurs..... 452  
Cytostatiques ..... 454  
Virus ..... 456


**Appendice** 459

Abréviations et acronymes..... 460  
Grandeurs et unités..... 464  
Sources ..... 466  
Index ..... 467

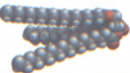


# ATLAS DE POCHE DE BIOCHIMIE HUMAINE

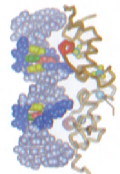
JAN KOOLMAN – KLAUS-HEINRICH RÖHM



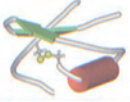
Depuis plus de quinze ans, l'Atlas de poche de biochimie humaine est l'ouvrage indispensable de tout étudiant en médecine et en biologie. Son succès repose en grande partie sur une pédagogie axée sur la représentation graphique.





Concis, pratique et exhaustif, cet Atlas réussit le pari de couvrir l'essentiel de la biochimie appliquée à l'homme en 220 doubles pages. Il est subdivisé en grandes sections : principes de base, molécules biologiques, métabolisme, organites cellulaires, génétique moléculaire, tissus et organes, nutrition, systèmes de signalisation, croissance et développement. Chaque thème est ainsi détaillé en mots et en images.



Cette 4<sup>e</sup> édition a été complètement réactualisée et remaniée. Axée principalement sur la biochimie humaine, elle intègre à présent des données pathobiochimiques. Les relations étroites entre les différentes voies métaboliques sont clairement exposées, avec pour chacune les conséquences pathologiques d'une altération de ces mécanismes (déficit enzymatique inné, maladies mitochondriales, troubles de la digestion des sucres, maladies de carence, etc.). Elle a également été enrichie avec les domaines en constant développement comme la biologie moléculaire ou les mécanismes de transduction des signaux, hormones ou médiateurs contrôlant les interactions cellulaires.



Sa nouvelle présentation, avec ses onglets colorés, facilite l'orientation du lecteur. Les illustrations ont également été revues pour être encore plus claires et concrètes.



**Cet ouvrage s'adresse à un large public. Il représente en particulier un support indispensable aux étudiants de PACES et propose aux enseignants de biochimie une aide pour la préparation de leurs cours. Il intéressera également l'ensemble des médecins et pharmaciens soucieux d'actualiser leurs connaissances.**



9 782257 204103

[www.medecine.lavoisier.fr](http://www.medecine.lavoisier.fr)