

LE MANUEL DE  
RÉFÉRENCE

**PCEM**  
PCEP/LICENCE

# Biophysique

*pour les sciences  
de la vie et de la santé*

Sous la direction de  
**Xavier Marchandise**

**Laurence Bordenave  
Jacques de Certaines  
Yvon Grall  
Ilana Idy-Peretti**

sous l'égide du Collège  
national des enseignants  
des facultés de médecine

Préfaces de  
**Dominique Ducassou  
Maurice Tubiana**

omni*i*science

**PCEM**  
PCEP/LICENCE

# Biophysique

*pour les sciences de la vie et de la santé*

Cet ouvrage est le fruit de l'expérience pédagogique de plus d'une cinquantaine d'enseignants, notamment en première et deuxième années du premier cycle des études médicales.

En 27 chapitres, il couvre les principaux champs de la biophysique, et pose les bases essentielles de cette discipline en s'appuyant sur un texte précis et sur plus de 700 illustrations pertinentes et explicites. En outre, de nombreux encadrés applicatifs (exemples de diagnostics ou de thérapies, interprétations physiopathologiques, approches historiques, anecdotes, etc.) proposent en permanence, au fil des pages, un lien direct avec la réalité du futur praticien.

Pres de 400 QCM et QROC, rédigés dans l'esprit des examens du premier cycle, permettent également au lecteur de s'entraîner et d'évaluer sa compréhension du cours. Toutes les réponses à ces questions et des tests interactifs sont disponibles sur [www.omniscience.fr](http://www.omniscience.fr).

Le manuel de référence pour préparer ses concours et examens !

## Les auteurs

Ce manuel a été dirigé par Xavier Marchandise, professeur de biophysique à la faculté de médecine de Lille et président du Collège national des enseignants de biophysique des facultés de médecine. Les professeurs Laurence Bordenave, Jacques de Certaines, Yvon Grall et Ilana Idy-Peretti ont chacun coordonné la rédaction de l'une des grandes parties du livre.

Comité de rédaction : Paul Avan, Bernard Basse-Cathalinat, Soraya Benderbous, Marcelle Berdugo, Catherine Bergot, Michel Boynard, Sabine Castano, Bernard Desbat, Jean-Yves Devaux, Francis Dubois, Jean-Michel Franconi, Yvonne Fulla, Pierre Guenot, Isabelle Ingster-Moati, François Langevin, Jean-François Le Gargasson, Laurence Le Moyec, Carole Marbeuf-Gueye, Denis Mariano-Goulart, Serge Mordon, Olivier Peyret, Jean-François Pilard, Florence Rigaudière, Jean Rousseau, Jean-Claude Talbot, Jean-Noël Talbot, Maximilien Vermandel, Éric Vicaut, Françoise Viénot, Fabrice Wendling, Michel Zanca.

Comité de lecture : Hervé Azaloux, Philippe Chaumet-Riffaud, Olivier Couturier, Emmanuel Durand, Patrick Faurous, Michèle d'Herbomez, Elif Hindie, Joseph Le Cloirec, Frédérique Moati, Olivier Mundler, Amar Naoun, Frédéric Paycha, Alain Pégent, François Roux, Marc Steinling, François Tranquart, Georges Travert, Berre Weinmann.

- ⇒ 1 088 pages – 49 €
- ⇒ compléments sur le Web

[www.omniscience.fr](http://www.omniscience.fr)

ISBN : 2-916097-06-6



**omni/science**

BL 343 / 3

**PCEM**  
PCEP/LICENCE

34208  
(5)



# Biophysique

*pour les sciences  
de la vie et de la santé*

Sous la direction de  
**Xavier Marchandise**

**Laurence Bordenave  
Jacques de Certaines  
Yvon Grall**

**Ilana Idy-Peretti**

sous l'égide du Collège  
national des enseignants  
des facultés de médecine

Préfaces de  
**Dominique Ducassou  
Maurice Tubiana**

<b>Avant-propos</b> .....	12
<b>1 La réalité et le modèle</b> .....	15
1-1 Les unités .....	16
1-2 Erreurs, incertitudes et approximations .....	24
1-3 Modèles et modélisation .....	28
1-4 Les avatars de l'énergie .....	38
1-5 Les interactions dans la matière .....	53
QCM et QROC .....	65
<b>I Matière et flux</b> .....	67
<b>2 Les états de la matière</b> .....	69
2-1 La matière condensée non fluide .....	70
2-2 La matière condensée fluide .....	87
2-3 Matière condensée fluide et solutions électrolytiques .....	96
2-4 La matière dispersée .....	120
QCM et QROC .....	130
<b>3 Transitions, mélanges et interfaces</b> .....	133
3-1 Les transitions de phase .....	134
3-2 Les mélanges monophasiques .....	145
3-3 Les mélanges multiphasiques .....	148
QCM et QROC .....	171
<b>4 La physique des membranes</b> .....	175
4-1 La physique des passages transmembranaires .....	176
4-2 Composition et structure des membranes biologiques .....	187
4-3 Les passages transmembranaires spontanés .....	196
4-4 Les passages transmembranaires non spontanés .....	206
QCM et QROC .....	207
<b>5 La physique des biocapteurs</b> .....	211
5-1 Définition et sensibilité d'un capteur .....	212
5-2 Classification des capteurs selon leur principe physique ou biologique .....	216
5-3 Quelques exemples de biocapteurs .....	217
5-4 Les applications des biocapteurs .....	225
QCM et QROC .....	228
<b>6 La biophysique des fluides</b> .....	231
6-1 Éléments de biophysique des écoulements sanguins .....	232
6-2 La biophysique des parois vasculaires .....	237
6-3 La biophysique de la respiration .....	243
QCM et QROC .....	259



<b>II Échanges et communications</b> .....	263
<b>7 Électrophysiologie générale et membranes excitables</b> .....	265
7•1 Cadre général de l'électrophysiologie .....	266
7•2 La membrane des éléments excitables .....	268
7•3 Les protéines transmembranaires des éléments excitables .....	272
7•4 La réponse du neurone à une stimulation .....	278
7•5 Théorie ionique et <i>voltage-clamp</i> .....	282
7•6 Le <i>patch-clamp</i> : étude du potentiel d'équilibre d'un ion .....	283
7•7 Les synapses .....	290
7•8 Le principe des réseaux neuronaux .....	297
7•9 L'enregistrement de l'électrobiogenèse .....	298
QCM et QROC .....	311
<b>8 Enjeux et performances de la perception auditive</b> .....	313
8•1 Les bases de l'acoustique physique .....	314
8•2 De la description du monde sonore à sa perception et à son analyse .....	317
8•3 Les enjeux de l'audition .....	319
8•4 Les performances auditives .....	323
QCM et QROC .....	336
<b>9 Les organes périphériques de la perception auditive</b> .....	337
9•1 Transmission des sons et rôle de l'oreille moyenne .....	338
9•2 Perception et organe de Corti dans la cochlée .....	343
9•3 Les cellules sensorielles .....	349
QCM et QROC .....	358
<b>10 Exploration de l'audition, magnétoencéphalographie et olfaction</b> .....	359
10•1 Les outils de base de l'évaluation de l'audition .....	360
10•2 Évaluer l'audibilité des sons : les mesures de seuil .....	377
10•3 Évaluer le fonctionnement auditif supraliminaire .....	381
10•4 L'exploration de quelques boucles de régulation auditive .....	383
10•5 La magnétoencéphalographie .....	385
10•6 L'olfaction .....	393
QCM et QROC .....	402
<b>11 L'optique médicale</b> .....	405
11•1 Rappels d'optique .....	406
11•2 Quelques considérations optiques sur l'œil humain .....	412
11•3 Les amétropies sphériques .....	422
11•4 Les astigmatismes oculaires .....	426
QCM et QROC .....	434
<b>12 Les bases anatomofonctionnelles de la vision</b> .....	437
12•1 L'architecture fonctionnelle du système visuel .....	438
12•2 Le codage des contrastes lumineux .....	458

12.3	De l'organisation du système visuel à la vision des couleurs .....	470
12.4	Les déficiences de la vision des couleurs .....	474
12.5	L'exploration fonctionnelle de la rétine et des voies visuelles .....	481
	QCM et QROC .....	493
<b>III</b>	<b>Les agents physiques : propriétés et détection .....</b>	<b>495</b>
<b>13</b>	<b>Matière et ondes .....</b>	<b>497</b>
13.1	La structure corpusculaire de l'atome .....	498
13.2	La physique ondulatoire .....	503
13.3	Éléments de mécanique quantique .....	513
	QCM et QROC .....	530
<b>14</b>	<b>Les rayonnements d'intérêt biomédical .....</b>	<b>533</b>
14.1	Les rayonnements corpusculaires (ou particulaires) .....	534
14.2	Les ondes électromagnétiques .....	536
14.3	Les ondes sonores .....	541
	QCM et QROC .....	553
<b>15</b>	<b>Les propriétés physiques des rayonnements ionisants .....</b>	<b>557</b>
15.1	Éléments de radioactivité .....	558
15.2	Les rayonnements de particules .....	570
15.3	Les rayonnements électromagnétiques .....	574
	QCM et QROC .....	585
<b>16</b>	<b>Les détecteurs de rayonnements ionisants .....</b>	<b>589</b>
16.1	Les phénomènes de base .....	590
16.2	La chaîne de mesure des signaux recueillis .....	597
16.3	Les performances des détecteurs .....	599
16.4	Les utilisations biomédicales des détecteurs .....	601
16.5	L'imagerie en recherche médicale .....	611
	QCM et QROC .....	616
<b>17</b>	<b>Les propriétés physiques des rayonnements non ionisants .....</b>	<b>619</b>
17.1	Généralités sur les rayonnements non ionisants .....	620
17.2	Caractéristiques et production des RNI .....	632
17.3	Les aspects physiques des interactions des RNI avec la matière .....	639
	QCM et QROC .....	664
<b>18</b>	<b>Les méthodes d'analyse par spectroscopie optique .....</b>	<b>667</b>
18.1	La spectrométrie d'absorption UV-visible .....	668
18.2	Pouvoir rotatoire et dichroïsme circulaire .....	671
18.3	La spectrométrie de fluorescence .....	676
18.4	La spectroscopie Raman .....	688



18•5 La spectroscopie infrarouge appliquée à l'étude des molécules biologiques .....	698
QCM et QROC .....	709
<b>19 Les spectrométries d'analyse structurale</b> .....	713
19•1 La spectrométrie RMN .....	714
19•2 La spectrométrie RPE .....	729
19•3 La spectrométrie de masse organique .....	737
QCM et QROC .....	750

#### **IV Les agents physiques : applications diagnostiques** ..... 751

<b>20 Caractérisation des signaux et des images</b> .....	753
20•1 Les signaux .....	754
20•2 Les images .....	762
QCM et QROC .....	778
<b>21 L'imagerie par rayons X</b> .....	779
21•1 Généralités sur le radiodiagnostic .....	780
21•2 La chaîne image radiologique .....	783
21•3 Qualité d'image et dose en radiologie .....	794
21•4 Les domaines d'application .....	802
21•5 L'absorptiométrie .....	808
QCM et QROC .....	814
<b>22 Les explorations par émission</b> .....	817
22•1 La scintigraphie monophotonique .....	818
22•2 La tomographie par émission de positons (TEP) .....	839
22•3 Les autres applications diagnostiques de médecine nucléaire .....	847
22•4 L'imagerie photonique médicale : de l'anatomie à la fonction .....	850
22•5 L'immunoanalyse .....	856
QCM et QROC .....	861
<b>23 Les explorations ultrasonores</b> .....	865
23•1 Introduction .....	866
23•2 L'imagerie ultrasonore .....	867
23•3 Les explorations Doppler .....	888
23•4 Les développements particuliers et futurs .....	895
QCM et QROC .....	899
<b>24 Les explorations par résonance magnétique nucléaire</b> 903	
24•1 Le phénomène de résonance magnétique nucléaire .....	904
24•2 L'imagerie par résonance magnétique : imagerie classique .....	919
24•3 Séquences particulières .....	923
24•4 La réalisation pratique d'un examen par résonance magnétique ...	928
24•5 La spectroscopie par résonance magnétique (SRM) .....	931
QCM et QROC .....	934

**V Les agents physiques : effets** ..... 937

**25 Les effets biologiques des radiations ionisantes** ..... 939

25•1 Rappels sur les effets physiques ; le gray ..... 940

25•2 Les effets biologiques élémentaires ..... 941

25•3 Radioprotection et définition du sievert ..... 950

25•4 Les sources de rayonnements ionisants ..... 956

25•5 Les effets cliniques des rayonnements ionisants ..... 963

25•6 Organismes et réglementation en radioprotection ..... 968

QCM et QROC ..... 973

**26 Les effets déterministes des rayonnements ionisants :  
radiopathologie et radiothérapie** ..... 975

26•1 Les facteurs de la radiosensibilité des cellules ..... 976

26•2 La radiopathologie : effets déterministes ..... 982

26•3 La radiothérapie vectorisée ..... 986

26•4 La curiethérapie ..... 989

26•5 La radiothérapie externe ..... 992

26•6 Les complications de la radiothérapie ..... 1001

QCM et QROC ..... 1003

**27 Les effets des agents physiques autres que ionisants** 1007

27•1 Les applications médicales du rayonnement laser ..... 1008

27•2 Les effets des autres rayonnements  
électromagnétiques non ionisants ..... 1024

27•3 Les effets des courants électriques ..... 1035

27•4 Les effets des champs électriques et des champs magnétiques ..... 1039

27•5 Les effets des ondes mécaniques ..... 1041

QCM et QROC ..... 1044

Annexes ..... 1047

Index ..... 1057

**La biophysique en couleur**

Encart couleur au centre de l'ouvrage, entre les pages 552 et 553

