

le point sur...

Collection dirigée par  
JL. Vincent et C. Martin

— Carole Ichai, Hervé Quintard, Jean-Christophe Orban

— Désordres métaboliques  
— et réanimation :  
— de la physiopathologie au traitement

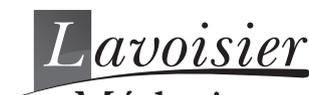
**L**avoisier  
Médecine  
SCIENCES

# **Désordres métaboliques et réanimation**

Carole Ichai  
Hervé Quintard  
Jean-Christophe Orban

# Désordres métaboliques et réanimation :

## de la physiopathologie au traitement

  
Médecine  
SCIENCES

[editions.lavoisier.fr](http://editions.lavoisier.fr)

## Carole Ichai

Service de réanimation médico-chirurgicale  
Hôpital Saint-Roch  
CHU de Nice  
5, rue Pierre-Dévoluy  
06006 Nice Cedex 1

## Hervé Quintard

Service de réanimation médico-chirurgicale  
Hôpital Saint-Roch  
CHU de Nice  
5, rue Pierre-Dévoluy  
06006 Nice Cedex 1

## Jean-Christophe Orban

Service de réanimation médico-chirurgicale  
Hôpital Saint-Roch  
CHU de Nice  
5, rue Pierre-Dévoluy  
06006 Nice Cedex 1

ISBN : 978-2-257-20732-6

Réimpression de l'ouvrage Springer (ISBN : 978-2-287-99026-7)

Cet ouvrage est soumis au copyright. Tous droits réservés, notamment la reproduction et la représentation, la traduction, la réimpression, l'exposé, la reproduction des illustrations et des tableaux, la transmission par voie d'enregistrement sonore ou visuel, la reproduction par microfilm ou tout autre moyen ainsi que la conservation des banques de données. La loi française sur le copyright du 9 septembre 1965 dans la version en vigueur n'autorise une reproduction intégrale ou partielle que dans certains cas, et en principe moyennant les paiements des droits. Toute représentation, reproduction, contrefaçon ou conservation dans une banque de données par quelque procédé que ce soit est sanctionnée par la loi pénale sur le copyright.

L'utilisation dans cet ouvrage de désignations, dénominations commerciales, marques de fabrique, etc., même sans spécification ne signifie pas que ces termes soient libres de la législation sur les marques de fabrique et la protection des marques et qu'ils puissent être utilisés par chacun. La maison d'édition décline toute responsabilité quant à l'exactitude des indications de dosage et des modes d'emplois. Dans chaque cas il incombe à l'utilisateur de vérifier les informations données par comparaison à la littérature existante.

*Maquette de couverture* : Nadia Ouddane

*Mise en page* : S-PAO Service, Caroline Trabouyer – Saint-Galmier (42)

# Liste des auteurs

## **Karim Asehnoune**

Service d'anesthésie réanimation  
CHU de Nantes  
Hôpital Hôtel-Dieu  
1, place Alexis-Ricordeau  
44093 Nantes Cedex 1

## **Emmanuel Barbier**

Inserm, U836, 38043 Grenoble  
Université Joseph Fourier  
Grenoble  
Institut des Neurosciences  
UMR-S 836, 38043 Grenoble

## **Aurélien Bataille**

Département d'anesthésie-réanimation  
Hôpital Saint-Louis  
1, avenue Claude-Vellefaux  
75015 Paris

## **Valéry Blasco**

Service d'anesthésie et de réanimation,  
Hôpital Nord  
AP-HM, Université de la Méditerranée  
Chemin des Bourrely  
13915 Marseille Cedex 20

## **Pierre Bouzat**

Pôle anesthésie-réanimation  
Hôpital Michallon  
38043 Grenoble  
Inserm, U836, 38043 Grenoble  
Université Joseph Fourier  
Grenoble  
Institut des Neurosciences  
UMR-S 836, 38043 Grenobl

## **Nicolas Bruder**

Pole d'anesthésie-réanimation  
CHU Timone  
264, rue Saint-Pierre  
13385 Marseille Cedex

## **Emmanuel Cantais**

Pole d'anesthésie-réanimation  
CHU Timone  
264, rue Saint-Pierre  
13385 Marseille Cedex

## **Alain Cariou**

Service de réanimation médicale  
Hôpital Cochin (AP-HP)  
27, rue du Faubourg Saint-Jacques  
75679 Paris Cedex 14  
Université Paris Descartes

## **Pascal Chiari**

U886 Université Claude-Bernard Lyon 1  
Service d'anesthésie-réanimation  
Hôpital Louis Pradel, Hospices Civils  
de Lyon  
69395 Bron

## **Vibol Chhor**

Service d'anesthésie-réanimation  
Hôpital Européen George Pompidou  
20, rue Leblanc  
75015 Paris

## **Daniel De Backer**

Service des soins intensifs  
médico-chirurgicaux  
Hôpital universitaire Érasme  
808, route de Lennik  
1070 Bruxelles, Belgique

## **François Durand**

Pôle des maladies de l'appareil digestif  
Service d'hépatologie  
Unité de réanimation hépato-digestive  
Hôpital Beaujon  
100, boulevard du Général-Leclerc  
92110 Clichy

**Raphaël Favory**

Service des soins intensifs  
médico-chirurgicaux  
Hôpital universitaire Érasme  
808, route de Lennik  
1070 Bruxelles, Belgique

**Guillaume Favre**

Unité INSERM U907  
Service de néphrologie  
Hôpital Pasteur  
CHU de Nice  
30, voie Romaine  
06006 Nice Cedex 1

**Eric Fontaine**

Inserm U1055  
Université Joseph Fourier  
38043 Grenoble

**Gilles Francony**

Pôle anesthésie-réanimation  
Hôpital Michallon  
38043 Grenoble  
Inserm, U836, 38043 Grenoble  
Université Joseph Fourier  
Grenoble  
Institut des Neurosciences  
UMR-S 836, 38043 Grenoble

**Claire Francoz**

Pôle des maladies de l'appareil digestif  
Service d'hépatologie  
Unité de réanimation hépato-digestive  
Hôpital Beaujon  
100, boulevard du Général-Leclerc  
92110 Clichy

**Dominique Grimaud**

Service de réanimation  
médico-chirurgicale  
CHU de Nice  
Hôpital Saint-Roch  
5, rue Pierre-Dévoluy  
06006 Nice Cedex 1

**Xavier Hébuterne**

Unité de support nutritionnel  
Pôle digestif  
CHU Hôpital de l'Archet  
BP 3079  
06202 Nice Cedex 3

**Carole Ichai**

Service de réanimation  
médico-chirurgicale  
Hôpital Saint-Roch  
CHU de Nice  
5, rue Pierre-Dévoluy  
06006 Nice Cedex 1

**Laurent Jacob**

Département d'anesthésie-réanimation  
Hôpital Saint-Louis  
1, avenue Claude-Vellefaux  
75015 Paris

**Didier Journois**

Service d'anesthésie-réanimation  
Hôpital Européen Georges Pompidou  
20, rue Leblanc  
75015 Paris

**Diane Lena**

Service de réanimation  
médico-chirurgicale  
Hôpital Saint-Roch  
CHU de Nice  
5, rue Pierre-Dévoluy  
06006 Nice Cedex 1

**Marc Leone**

Service d'anesthésie et de réanimation  
Hôpital Nord – AP-HM  
Chemin des Bourrely  
13915 Marseille Cedex 20

**Xavier Leverve†**

Laboratoire de Bioénergétique  
Fondamentale et Appliquée – Inserm U1055  
Université Joseph Fourier  
2280, rue de la Piscine  
BP 53X, 38041 Grenoble

**Christian Malherbe**

Service de diététique  
Centre Hospitalier Universitaire  
de Liège  
Domaine Universitaire de Sart Tilman  
4000 Liège  
Belgique

**Claude Martin**

Service d'anesthésie et de réanimation,  
Hôpital Nord – AP-HM  
Chemin des Bourrely  
13915 Marseille Cedex 20

**Jean-Christophe Orban**

Service de réanimation  
médico-chirurgicale  
Hôpital Saint-Roch  
CHU de Nice  
5, rue Pierre-Dévoluy  
06006 Nice Cedex 1

**Catherine Paugam-Burtz**

Service d'anesthésie réanimation  
chirurgicale – AP-HP  
Hôpital Beaujon,  
100, boulevard du Général-Leclerc  
92110 Clichy

**Jean-François Payen**

Pôle anesthésie-réanimation  
Hôpital Michallon  
38043 Grenoble  
Inserm, U836  
38043 Grenoble  
Université Joseph Fourier Grenoble  
Institut des Neurosciences  
UMR-S 836  
38043 Grenoble

**Lionel Pellegrini**

Pôle d'anesthésie-réanimation  
CHU Timone  
264, rue Saint-Pierre  
13385 Marseille Cedex

**Vincent Piriou**

U886 Université Claude Bernard Lyon 1  
Service d'anesthésie-réanimation  
Centre hospitalier Lyon Sud  
Hospices Civils de Lyon  
69495 Pierre-Bénite

**Jean-Charles Preiser**

Service de Soins Intensifs  
médico-chirurgicaux  
Hôpital universitaire Erasme  
808 route de Lennik  
1070 Bruxelles, Belgique

**Hervé Quintard**

Service de réanimation  
médico-chirurgicale  
Hôpital Saint-Roch  
Faculté de médecine  
CHU de Nice  
5, rue Pierre-Dévoluy  
06006 Nice Cedex 1

**Antoine Roquilly**

Service d'anesthésie réanimation  
CHU de Nantes  
Hôpital Hôtel-Dieu  
1, place Alexis-Ricordeau  
44093 Nantes Cedex 1

**Stéphane M. Schneider**

Unité de support nutritionnel  
Pôle digestif  
CHU Hôpital de l'Archet  
BP 3079  
06202 Nice Cedex 3

**Jean-François Soubirou**

Service de réanimation médicale –  
AP-HP  
Hôpital Cochin  
27, rue du Faubourg Saint-Jacques  
75679 Paris Cedex 14

**Julie Sumian**

Service de réanimation médico-  
chirurgicale  
Hôpital Saint-Roch  
CHU de Nice  
5, rue Pierre-Dévoluy  
06006 Nice Cedex 1

**Lionel Velly**

Pôle d'anesthésie-réanimation  
CHU Timone  
264, rue Saint-Pierre  
13385 Marseille Cedex

**Gilbert Zeandain**

Unité de support nutritionnel  
Pôle digestif  
CHU Hôpital de l'Archet  
BP 3079  
06202 Nice Cedex 3

# Sommaire

|   |      |
|---|------|
| Préface<br><i>C. Martin</i> .....   | XIII |
| <b>TROUBLES HYDROÉLECTROLYTIQUES</b>  |      |
| Balance hydrique et sodée<br><i>J. Sumian et D. Grimaud</i> .....   | 3    |
| Dysnatrémies<br><i>J.-C. Orban et C. Ichai</i> .....  | 27   |
| Dyskaliémies<br><i>D. Lena, G. Favre et C. Ichai</i> .....  | 55   |
| Dysphosphorémies<br><i>C. Ichai</i> .....   | 79   |
| <b>TROUBLES ACIDOBASIQUES</b>   |      |
| Interprétation d'un trouble acidobasique<br><i>H. Quintard, J.-C. Orban et C. Ichai</i> .....             | 107  |
| Acidoses : diagnostic et traitement<br><i>H. Quintard, C. Ichai</i> .....                                 | 133  |
| Alcaloses : diagnostic et traitement<br><i>J.-C. Orban et C. Ichai</i> .....                              | 161  |
| Lactate : métabolisme et physiopathologie<br><i>J.-C. Orban, X. Leverve<sup>†</sup> et C. Ichai</i> ..... | 181  |
| <b>RÉANIMATION MÉTABOLIQUE RÉNALE</b>   |      |
| Métabolisme et fonctions rénales<br><i>A. Bataille et L. Jacob</i> .....                                  | 201  |
| Techniques de suppléance de l'insuffisance rénale aiguë<br><i>V. Chhor et D. Journois</i> .....           | 215  |
| Stratégies de prévention de l'insuffisance rénale aiguë<br><i>V. Blasco, C. Martin et M. Leone</i> .....  | 239  |
| <b>RÉANIMATION MÉTABOLIQUE HÉPATIQUE</b>  |      |
| Réanimation métabolique de l'insuffisance hépatique aiguë<br><i>C. Paugam-Burtz</i> .....                 | 259  |

|   |     |
|---|-----|
| Systèmes d'assistance hépatique<br><i>C. Francoz et F. Durand</i> ..... | 271 |
|---|-----|

## RÉANIMATION MÉTABOLIQUE CÉRÉBRALE

|   |     |
|---|-----|
| Métabolisme et fonctions cérébrales<br><i>N. Bruder, L. Velly et E. Cantais</i> .....   | 287 |
| Ischémie cérébrale : physiopathologie, diagnostic et traitement<br><i>L. Velly, L. Pellegrini et N. Bruder</i> .....                    | 305 |
| Évaluation du métabolisme et du débit sanguin cérébral en réanimation<br><i>G. Francony, E. Barbier, P. Bouzat et J.-F. Payen</i> ..... | 333 |

## DÉSORDRES ENDOCRINIENS EN RÉANIMATION

|  |     |
|--|-----|
| Complications métaboliques aiguës du diabète<br><i>J.-C. Orban et C. Ichai</i> .....         | 347 |
| Anomalies endocriniennes en réanimation<br><i>A. Roquilly et K. Asehnoune</i> .....          | 361 |
| Hyperglycémie en réanimation<br><i>J.-C. Orban, D. Lena, J.-C. Preiser et C. Ichai</i> ..... | 377 |

## MÉTABOLISME ÉNERGÉTIQUE, NUTRITION

|  |     |
|--|-----|
| Besoins nutritionnels en réanimation<br><i>S.M. Schneider, G. Zeanandin et X. Hébuterne</i> .....                                    | 397 |
| Pharmaconutriments et immunonutrition<br><i>J.-C. Preiser et C. Malherbe</i> .....   | 413 |
| Oxygène, stress oxydant<br><i>J.-C. Orban</i> .....  | 427 |
| Métabolisme énergétique : de l'organisme à la cellule<br><i>H. Quintard, E. Fontaine, C. Ichai et X. Leverve<sup>f</sup></i> .....   | 439 |
| Ischémie-reperfusion, notions de préconditionnement<br>et de post-conditionnement du myocarde<br><i>P. Chiari et V. Piriou</i> ..... | 453 |
| Régulation thermique : implications cliniques et thérapeutiques<br><i>H. Quintard, J.-F. Soubirou et A. Cariou</i> .....             | 467 |
| Dysfonctions métaboliques et sepsis<br><i>R. Favory et D. De Backer</i> .....  | 489 |
| Abréviations .....   | 505 |

*Je dédicace cet ouvrage à mon ami Xavier Leverve*

*Nous avons travaillé ensemble plus de 20 ans, ce qui peut paraître long, mais qui est pour moi beaucoup trop court. Notre complicité scientifique et notre amitié se sont malheureusement arrêtées brutalement, alors que nous avions tant de choses encore à faire. Ton immense curiosité et ta vision futuriste, ont toujours été un exemple pour moi. En travaillant de façon acharnée mais passionnée pendant toute ta carrière sur les problèmes métaboliques rencontrés par les patients, tu es devenu le référent international dans ce domaine. Tu t'es battu tout au long de ta carrière pour détrôner des concepts inculqués souvent sans grandes preuves scientifiques. On peut citer parmi ceux-ci l'impact de l'acidose, le rôle du lactate, etc.*

*C'est ton amour des gens, du partage, de la discussion, de la compréhension et de l'apprentissage aux autres qui t'a permis de transmettre un peu de ton savoir et de ta passion à certains d'entre-nous. Tu étais un homme exceptionnel, courageux, doué d'une intelligence et d'une honnêteté intellectuelle rares, tout en restant humble, simple, modeste et convivial.*

*Xavier, tu nous laisses un grand vide qui est malgré tout rempli par ta mémoire et tout ce tu nous as enseigné. Je te dédie ce livre qui n'aurait jamais vu le jour sans toi et j'espère qu'il nous permettra de te garder longtemps dans nos mémoires.*

*Nice le 31 janvier 2011  
Pr Carole Ichai*

# Préface

L'ouvrage que vous vous apprêtez à lire s'intéresse à des aspects très importants de la pratique de la réanimation. Pourtant une approche rapide pourrait laisser penser que les désordres métaboliques ne sont plus une priorité pour les réanimateurs.

Historiquement, assurer la normalité du « milieu intérieur » était d'une importance capitale chez les patients en situation critique. D'ailleurs, pour une grande part, les premiers réanimateurs faisaient porter tous leurs efforts pour corriger les anomalies métaboliques. Le développement vertigineux des techniques de réanimation, du cathétérisme de l'artère pulmonaire à l'assistance circulatoire extra-corporelle pourrait faire croire que les désordres métaboliques passent au second plan, voire ne méritent qu'une attention limitée.

Le professeur Carole Ichai et ses collaborateurs remettent les choses en place. Les désordres métaboliques existent toujours. Ils mettent toujours en péril la vie des patients, ils doivent être pris en compte et traités. Cet ouvrage a le mérite d'apporter aux lecteurs la totalité des éléments nécessaires pour la connaissance de ce domaine de la réanimation. Il utilise également la démarche fondatrice de la pratique de la réanimation : aller de la physiologie au traitement en passant par la physiopathologie et les désordres des systèmes et organes. Une solide connaissance des malades fait le lit des bons traitements et ce n'est pas le moindre, donne aux patients les meilleures chances de survie.

Cet ouvrage sera un outil fiable et complet donnant tous les éléments pour la prise en charge des désordres métaboliques. Les auteurs méritent tous nos remerciements pour le travail effectué et la mise à disposition d'une référence d'excellente qualité qui, nul doute, supportera longtemps l'épreuve du temps.

Claude Martin

Collection dirigée par  
**JL. Vincent et C. Martin**



La collection « Le point sur... » a pour objectif d'apporter la synthèse pratique des connaissances dans le domaine de l'anesthésie et de la réanimation. Qu'il s'agisse de pathologies spécifiques ou transversales, ou de techniques de soins, l'ambition est de fournir les éléments de décision pour une prise en charge optimale des patients. Les aspects les plus récents sont pris en compte afin de limiter, chaque fois que nécessaire, le décalage entre ce qui est publié et la pratique au lit du malade. Écrits par des spécialistes confrontés aux réalités cliniques, les ouvrages de la collection « Le point sur... » sont des outils d'actualisation des connaissances pour les praticiens.

**C. Ichai, H. Quintard, J.-C. Orban**

## Désordres métaboliques et réanimation : de la physiopathologie au traitement

- Les mécanismes physiopathologiques impliqués chez les patients de réanimation accordent une place prépondérante aux modifications métaboliques. Initiée-sau niveau élémentaire cellulaire, ces anomalies prennent tout leur sens dans une vision intégrée élargie d'organe et globale pour l'ensemble de l'organisme. Le diagnostic et le traitement des troubles métaboliques aigus observés chez les patients de réanimation imposent une démarche physiopathologique. Les chapitres abordés dans ce livre incluent la prise en charge des principaux troubles hydro-électrolytiques, de l'équilibre acide-base, ainsi que des anomalies métabolique-simplifiées dans les défaillances rénales, cérébrales et hépatiques. D'autres chapitres sont consacrés aux anomalies endocriniennes aiguës observées en réanimation, qu'il s'agisse de l'insuffisance surrénalienne, de l'hyperglycémie de stress ou des complications métaboliques aiguës du patient diabétique. La dernière partie de l'ouvrage est consacrée aux notions modernes de nutrition en réanimation et aux modifications du métabolisme énergétique qui incluent les dysfonctionnements mitochondriaux, les phénomènes d'ischémie-reperfusion et le stress oxydant ouvrant la voie à de nouveaux espoirs thérapeutiques.

