



Jean-Luc Weber, *Bases de physiologie humaine à l'usage de l'ingénieur santé*, Paris : Presses des Mines, collection Vademecum, 2013.

© Presses des MINES – TRANSVALOR,  
60, boulevard Saint-Michel – 75272 Paris Cedex 06 – France  
presses@mines-paristech.fr  
www.pressesdesmines.com

Les illustrations appartiennent à l'auteur sauf mention contraire.

ISBN : 978-2-911256-98-1  
Dépôt légal 2013

Achevé d'imprimer en 2013 (Paris)

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et d'exécution réservés pour tous les pays.

# **Bases de physiologie humaine**

À l'usage de l'ingénieur santé

**Collection Vademecum**

Dans la même collection

Faustine Antoine, Thomas Métivier

*Ethique et business*

Isabelle Liotta, Dominique Guiraud-Deville

*Premier job, réussir son premier choix de vie*

Evelyne Moreau

*Les Droits d'auteur*

# **Bases de physiologie humaine**

À l'usage de l'ingénieur santé

**Jean-Luc Weber**



---

# Préface

---

La genèse de cet ouvrage tient à une rencontre, celle qui eut lieu en décembre 2008 entre les étudiants de la nouvelle majeure « Santé & Technologie » de l'ECE Paris, École d'Ingénieurs, et Jean-Luc Weber, médecin, ingénieur et entrepreneur. Les premiers, passionnés par leur sujet, commençaient à explorer les possibilités de l'informatique et de l'électronique en matière d'assistance à la personne et d'évolution du système de soins, tandis que le second venait pour la première fois leur parler d'un univers à découvrir : le corps humain.

Il ressortit des nombreux échanges qui suivirent l'évidence d'un nécessaire rapprochement dans les modes de pensée de deux mondes qui s'ignorent largement : celui des ingénieurs et celui des médecins. De ce rapprochement a émergé progressivement le concept d'Ingénieur Santé, appelé à devenir le partenaire indispensable du médecin, de l'infirmier, du patient et de ses accompagnants dans la recherche de solutions nouvelles aux grandes questions de santé.

Une belle perspective s'ouvre ainsi aux jeunes ingénieurs pour qui l'utilité sociale est la clé d'un engagement sensé. Quoi de plus motivant, en effet, que d'utiliser les avancées foudroyantes de la technologie numérique au service du plus précieux de nos biens communs ? Il restait à construire un langage médical qui leur soit accessible et c'est sur le terrain de la physiologie que le présent ouvrage entend leur donner les premières bases de compréhension de l'extraordinaire machine humaine.

Laurent Hua

Directeur Général de l'ECE Paris





---

# Remerciements

---

Je souhaite remercier Thierry PAGES, Jean-Paul MICALLEFF, Laurent HUA ainsi que les élèves de la Promotion 2012-2013 Majeure Santé & Technologie de l'ECE Paris, École d'Ingénieurs, qui m'ont encouragé et assisté dans la réalisation de cet ouvrage.

Jean-Luc WEBER

Paris, Octobre 2012



---

# Avant-propos

---

L'harmonisation des systèmes d'information et des réseaux de santé, le dossier médical partagé, mais aussi les développements spectaculaires de l'imagerie médicale, de la télémédecine, de la robotique et des microsystèmes biomédicaux nécessitent un rapprochement des ingénieurs et des professionnels de santé, médecins, infirmiers et professions paramédicales. Qu'il s'agisse de chirurgie non invasive, de micro-capteurs pour observer l'intérieur du corps humain et surveiller les fonctions vitales, de membres artificiels ou de régulateurs cardiaques, ou bien encore d'organiser les soins à domicile, d'apporter une aide aux personnes handicapées et de faciliter les communications entre patients, hôpitaux et médecins de ville, les technologies en systèmes d'information, systèmes embarqués, télécommunications et réseaux sont appliquées au domaine le plus important de la vie quotidienne.

L'objectif de cet ouvrage est de donner la possibilité à l'ingénieur d'exploiter ses connaissances et ses compétences naturelles pour découvrir le fonctionnement et les processus qui gèrent les différents organes de l'être humain. Pour cela, la physiologie humaine est abordée sous l'angle des techniques de l'ingénieur afin d'offrir à celui-ci la possibilité d'optimiser l'assimilation de cette science et de disposer d'une base solide de connaissance. La description des fonctions vitales est traitée en termes cartésiens pour permettre à l'ingénieur de mémoriser les mécanismes qui gèrent les organes de notre corps. Une attention particulière a été portée aux dimensionnements physiques et chimiques de ces mécanismes ainsi que pour proposer des schémas de principes simples mais fondamentaux.

C'est par des raisonnements logiques issus des lois de la physique et de la chimie que la physiologie offre à l'ingénieur et au médecin un terrain commun de prospection diagnostique et thérapeutique. La physiologie est très probablement le lien le plus authentique entre l'ingénieur et le médecin dans leur découverte de situations médicales nécessitant une assistance ou un soin. Ce traité offre à l'ingénieur la possibilité de communiquer avec le médecin grâce à un langage commun, la physiologie.



## La physiologie : pont entre le médecin et l'ingénieur

---

### **1. LE MÉDECIN A UNE APPROCHE GLOBALE ET SYNTHÉTIQUE**

La demande spontanée du patient qui vient consulter est principalement le fait d'une souffrance apparue récemment. Ce sont ses signes d'appel (douleur, rougeur, chaleur, tumeur) qui amènent une personne à recourir à la médecine dans le but de ne plus avoir à supporter ces modifications qui la contraignent, voire l'épuisent.

La médecine occidentale s'est structurée à partir de cette demande pour rétablir un état de santé comparable à celui qui préexistait à l'apparition de ces signaux. L'objectif du médecin est de remettre en état de fonctionnement la partie de l'organisme qui présente une défaillance. Cette remise en état doit « normalement » s'accompagner de la disparition des signes d'appel, mais la démarche est essentiellement fonctionnelle.

Les fonctions physiologiques vitales sont au nombre de cinq : la fonction cardiaque, la fonction respiratoire, la fonction rénale, la fonction hépatique et la circulation sanguine.

L'activité médicale s'est construite sur plusieurs millénaires de pratique. Elle est basée très généralement sur l'observation et la description de l'état de la personne. Les moyens pour le médecin d'observer cet état de santé du patient sont les signes cliniques et les signes paracliniques, les signes cliniques étant ceux qui sont constatés par le médecin grâce à ses propres sens.

L'examen clinique se base sur l'inspection, la palpation, la percussion et l'auscultation du patient. Le goût et l'odeur ne sont plus exploités en pratique médicale courante. L'examen paraclinique consiste à capter des informations décrivant l'état de fonctionnement de l'organisme en utilisant d'autres « senseurs » que ceux dont nous disposons naturellement (imagerie médicale, analyse biologique ou histologique par exemple). Il s'agit d'observer et de décrire l'apparence de l'individu dans des situations bien définies, puis de la comparer à celle d'autres personnes, d'identifier les différences et d'en suivre l'évolution en fonction du soin mis en œuvre.

L'objectif est de revenir à la normale. La normalité est établie par l'identification de signes décrivant l'état de la personne. La variabilité inter-individuelle justifie de définir la normalité en termes statistiques. Les descripteurs de la normalité comprennent des paramètres objectifs et subjectifs incluant les signes cliniques. Ces paramètres ont été identifiés pour leur grande sensibilité à une modification de l'équilibre de fonctionnement de l'organisme.

Pour permettre ce retour à la normale, la démarche médicale s'organise autour de quatre étapes : la description du tableau clinique, l'établissement d'un diagnostic médical, la décision d'une stratégie de soin et la prescription thérapeutique.

### **Identifier les déséquilibres fonctionnels : le tableau clinique**

La démarche scientifique médicale contemporaine est basée sur le principe suivant : les mêmes causes entraînent les mêmes effets. La stratégie de prise en charge médicale s'appuie sur une base de données décrivant les différentes situations médicales et leurs évolutions en fonction des soins effectués. Cette base de données extrêmement riche rassemble la description très détaillée, en termes de signes subjectifs et objectifs (les signes cliniques et paracliniques), de situations médicales pathologiques. Le patient présente une diminution, voire une perte, de certaines de ses fonctions physiologiques habituelles entraînant une perte d'autonomie. En conséquence, sa capacité à subvenir à ses propres besoins afin de maintenir la stabilité de son organisme (homéostasie) est fragilisée. Cette instabilité se décrit en termes dynamiques par l'évolution du tableau clinique.