

Échanges, interactions et communications

Léonard de Vinci, William Harvey, René Descartes, Isaac Newton, Hermann von Helmholtz, Pierre et Marie Curie, pour ne citer que quelques illustres noms, ont été à un moment ou à un autre de leur vie des biophysiciens alors même que ce terme n'existait pas encore. Ils se sont tous, et bien d'autres avec eux, intéressés aux effets de divers agents physiques sur nos cellules, nos tissus ou nos organes, ainsi qu'au retentissement que cela entraîne sur notre comportement.

En effet, la biophysique est une discipline carrefour, qui fait communiquer entre elles la physique, la chimie, la physiologie et la biologie. Elle tente d'expliquer, dans l'étude des fonctions vitales de l'être humain, le rôle des données liées à la physique. Tous les phénomènes physiques se produisant à l'intérieur du corps humain contribuent à la variété des échanges et des interactions qui sont à la base même de la vie. Une meilleure appréhension de ces processus aboutit tout naturellement à l'exploitation des connaissances acquises comme base de méthodes d'exploration, iconographiques ou fonctionnelles, et de techniques thérapeutiques. Inversement, de nombreux savants issus des sciences biologiques ont enrichi la physique, la chimie et d'autres sciences fondamentales de découvertes de base essentielles.

Cet ouvrage débute par quelques rappels indispensables concernant l'énergie, la réalité physique ainsi que les modèles qui permettent d'avoir une certaine approximation de phénomènes souvent complexes (chapitre 1). Jusqu'à quel point pouvons-nous approcher cette réalité ? Rappelons simplement qu'un modèle, même imparfait, peut être riche d'enseignement et que si la recherche le remet en question, c'est pour mieux en éprouver la robustesse et si possible l'améliorer.

Sont ensuite abordés les rapports entre matière inerte et molécules du vivant dans la première partie « Matière et flux » (chapitres 2 à 6). C'est ici qu'apparaît pour la première fois la notion fondamentale d'échanges, d'interactions et de communications qui va nous guider tout au long de ce livre. Comment, à partir des constituants de base de la matière, solides, liquides et gaz, ainsi que de leurs états intermédiaires, peut-on parvenir progressivement aux lois qui régissent les échanges cellulaires et tissulaires du vivant ? Le lecteur sera conduit depuis la simple classification des états de la matière jusqu'aux transferts survenant entre les organes du corps humain, en passant par les régulations initiées par les biocapteurs. Sans échanges permanents, aucune vie n'est possible, ce que nous montre l'étude de grandes fonctions comme la circulation et la respiration.

La deuxième partie « Échanges et communications » (chapitres 7 à 12) explique d'abord les interactions qui prennent naissance dans le système neuronal et contribuent puissamment à l'équilibre général de l'organisme. Puis sont étudiés les échanges entre l'être humain et son environnement, gérés par les neurones spécialisés des grands systèmes

sensoriels. Nous avons choisi de nous limiter à l'étude de l'audition, de la vision et de l'olfaction. Les derniers acquis concernant la fonction auditive et la neurophysiologie visuelle sont présentés en détail. Quant à l'olfaction, qui est sans aucun doute un sens moins développé chez l'être humain, des travaux récents, couronnés par un prix Nobel en 2004, en font un exemple particulièrement démonstratif de la variété considérable des aptitudes sensorielles de l'homme.

Après les différentes étapes qui mènent de la matière inerte à la prise de conscience de notre environnement, vient l'étude des propriétés des agents physiques utilisés en diagnostic comme en thérapeutique. Toute technique, quel qu'en soit le but, est basée sur une « chaîne » d'évènements qu'il faut maîtriser individuellement pour parvenir au résultat souhaité. À l'origine d'un examen ou d'un traitement, nous trouvons toujours une interaction entre un agent physique et tout ou partie du corps humain. Cette interaction aboutit à une modification du signal d'entrée transmis, réfléchi, émis voire réémis et ensuite détecté, ainsi que, parfois, à des réactions survenant au sein de l'organe récepteur. En exploration fonctionnelle, le signal transformé, porteur d'information, est capté, plus ou moins aisément, généralement numérisé, traité par divers algorithmes de calcul (filtration, compression de données, rétro-projection, etc.) puis transcrit sur un support particulier (écran, papier, négatif transparent, etc.) après un codage spécifiquement destiné à transformer une liste de valeurs numériques en un tracé ou une image directement accessible à nos sens. Enfin, l'interprétation des données finales est réalisée par un cerveau humain qui agit en fonction de ses capacités propres comme des connaissances acquises.

Les échanges et les communications qui s'établissent obligatoirement entre les divers maillons de cette chaîne ont nécessairement leurs propres caractéristiques, voire leurs insuffisances ou même leurs incompatibilités. D'où la nécessité de bien connaître et de maîtriser toutes les étapes, de la prise de données jusqu'au compte rendu final, pour tendre vers l'efficacité maximale de l'exploration fonctionnelle biophysique.

Dans ce but, la troisième partie « Les agents physiques : propriétés et détection » (chapitres 13 à 19) examine les caractéristiques de l'utilisation des divers rayonnements, ondulatoires ou corpusculaires, utilisés en médecine, tandis que la quatrième partie « Les agents physiques : applications diagnostiques » (chapitres 20 à 24) étudie les principales techniques de l'imagerie médicale. Enfin, la cinquième et dernière partie « Les agents physiques : effets » (chapitres 25 à 27) décrit les conséquences, souhaitables ou non, de l'impact des ondes (champs électrique et magnétique) ainsi que des divers rayonnements sur le corps humain. C'est ainsi qu'on a abouti à la radiothérapie comme aux utilisations médicales du laser, mais aussi aux règles strictes de la radioprotection comme à la prévention des dangers représentés par l'usage du courant électrique.

Toutes les techniques citées plus haut sont actuellement d'utilisation pratique de plus en plus aisée, mais seule une connaissance approfon-

die des phénomènes de base comme des mécanismes mis en jeu permet d'optimiser les résultats et de veiller à maintenir la qualité de l'information obtenue, d'autant plus que la technologie et l'informatique associée sont en constante évolution.

Cet ouvrage souhaite donc mettre en évidence l'importance croissante en médecine des techniques diagnostiques et thérapeutiques fondées sur les phénomènes physiques. De la structure de l'atome aux dernières méthodes d'investigation, le panorama est vaste mais son étude passionnante. Échanges et communications sont à la base de la quasi-totalité des phénomènes vitaux et les agents physiques y sont présents et actifs en permanence : c'est ce que nous souhaitons vous montrer dans les pages qui suivent.

Ce livre ne se veut pas un manuel minimaliste et ne prétend pas se substituer au polycopié diffusé par l'enseignant qui est adapté à son propre cours. Au contraire, il le complète largement et offre le contenu souhaité par tous ceux qui veulent maîtriser et approfondir la discipline. Le besoin d'un ouvrage de référence se faisait sentir ; or, dans le domaine, il n'en a plus été édité depuis des décennies. Quant aux données trouvées sur Internet, elles sont de fiabilité variable.

Il a en outre fallu borner le propos, et dans ces choix, la subjectivité des auteurs tient nécessairement une place importante.

De plus, afin que le lecteur puisse recroiser les données dispersées communes à plusieurs aspects de la biophysique, nous avons eu recours à deux aides : un index volontairement très étoffé, et de nombreux renvois d'un paragraphe à l'autre qui apparaissent en marge du texte.

Enfin, l'association à un site Internet spécifique doit permettre de faire vivre ce livre, et en particulier de recueillir l'avis de ses lecteurs.

Les coordonnateurs

Pr Xavier Marchandise

*Président du Collège national
des enseignants de biophysique
et de médecine nucléaire
Faculté de médecine de Lille*

Pr Laurence Bordenave

*Faculté de médecine
de Bordeaux*

Dr Jacques de Certaines

*Faculté de médecine
de Rennes*

Pr Yvon Grall

*Faculté de médecine
de Paris 7*

Pr Ilana Idy-Peretti

*Faculté de médecine
de Paris 7*