

TABLE DES MATIÈRES

Préface	v
CÉLINE GRANDMONT — <i>Modélisation mathématique et numérique de la ventilation</i>	1
1. Contexte physiologique.....	3
2. Un modèle d'équation différentielle ordinaire.....	4
3. Un modèle jouet mono-dimensionnel.....	7
4. Généralisation tridimensionnelle.....	19
5. Écoulement de l'air dans les voies aériennes.....	26
6. Applications des modèles couplés arbre-parenchyme.....	39
7. Conclusion.....	43
Références.....	43
EMMANUEL GRENIER & BENJAMIN RIBBA — <i>Modélisation mathématique des gliomes de bas grade</i>	47
1. Introduction.....	47
2. Quelques modèles de dynamique des populations.....	52
3. Un premier modèle d'évolution de gliome.....	57
4. Apparition de résistances.....	66
5. Modèles tri-dimensionnels.....	74
6. Pour aller plus loin.....	78
Références.....	79
JING-REBECCA LI — <i>Modélisation du signal d'IRM de diffusion par une équation aux dérivées partielles</i>	81
1. Introduction.....	81
2. Modèle mathématique.....	83

3. Modèle géométrique.....	88
4. Solution numérique par éléments finis.....	89
5. Simulations numériques.....	101
6. Application à l'imagerie.....	105
Références.....	111

PRÉFACE

Les textes réunis dans ce volume abordent quelques aspects des applications d'outils mathématiques en biologie, plus particulièrement dans le domaine médical. Contrairement à la physique, où les expériences sont reproductibles, le domaine médical n'offre pas la possibilité de tester les modèles dans toutes les situations souhaitables. Aussi les mathématiciens doivent adapter leurs méthodes pour tenir compte de ces difficultés. Néanmoins, des modèles mathématiques simplificateurs, voire simplistes au regard de la complexité du vivant, peuvent s'avérer très utiles pour la compréhension de phénomènes fondamentaux.

Céline Grandmont s'intéresse aux questions liées à la respiration. Son texte considère la question de la ventilation, à savoir le transport de l'air de la bouche aux alvéoles pulmonaires et présente une hiérarchie de modèles mathématiques permettant de la décrire et de la simuler. Les différents modèles peuvent être utilisés pour comprendre les phénomènes physiologiques en jeu, explorer différents scénarios ou encore développer des outils d'aide au diagnostic.

Le texte d'*Emmanuel Grenier* et *Benjamin Ribba* est une introduction à la modélisation mathématique en cancérologie, et en particulier à la modélisation des gliomes, qui sont une forme particulière de tumeurs cérébrales. Les auteurs expliquent comment une modélisation mathématique peut contribuer à répondre à des questions médicales et à mieux comprendre comment traiter des tumeurs cancéreuses.

Jing-Rebecca Li aborde l'analyse de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) pondérée en diffusion, qui repose sur le phénomène physique de résonance magnétique nucléaire. Les équations qui modélisent le phénomène dû à la diffusion sont des équations aux dérivées partielles, dites de Bloch-Torrey, qui ont été produites par des physiciens dans les années 1945–1955, et dont l'application à l'IRM du cerveau n'a abouti que beaucoup plus tard. Ce qui rend difficile la solution numérique de ces équations dans le cadre de l'IRM est la présence d'interfaces complexes entre les cellules cérébrales observées, sur lesquelles la solution est discontinue. Ce texte expose quelques méthodes mathématiques employées pour modéliser la géométrie de ces cellules et analyser le comportement des solutions. Il nous explique aussi ce que les scientifiques espèrent pouvoir apprendre grâce à cette modalité d'imagerie.

Nous tenons à remercier la direction de l'École polytechnique, la Direction des Services de l'Enseignement et le Centre Poly-Média, pour l'aide matérielle importante qu'ils ont apportée à la préparation de ces journées et à la publication de ce volume. Nos remerciements vont aussi au Labex Mathématique Hadamard pour le financement des captations vidéos des exposés, ainsi qu'à Hélios Azzollini pour leur réalisation remarquable, mises en ligne sur la chaîne Youtube de l'École polytechnique : <https://www.youtube.com/playlist?list=PLrRN3yszyHZkR9vyUeOVkcF6yy4FjgkMn>

Nous remercions enfin le secrétariat du Centre de Mathématiques Laurent Schwartz, notamment Carole Juppín, qui assure chaque année le bon déroulement des journées.

Pascale Harinck, Alain Plagne et Claude Sabbah

xups22-01, p. 1-45

**MODÉLISATION MATHÉMATIQUE
ET NUMÉRIQUE DE LA VENTILATION**

Céline Grandmont

Veillez compiler ce fichier séparément et l'insérer ici
Please compile this file separately and insert it here

xups22-02, p. 47–79

**MODÉLISATION MATHÉMATIQUE
DES GLIOMES DE BAS GRADE**

Emmanuel Grenier & Benjamin Ribba

Veuillez compiler ce fichier séparément et l'insérer ici
Please compile this file separately and insert it here

xups22-03, p. 81–112

**MODÉLISATION DU SIGNAL D'IRM
DE DIFFUSION PAR
UNE ÉQUATION AUX DÉRIVÉES PARTIELLES**

Jing-Rebecca Li

Veuillez compiler ce fichier séparément et l'insérer ici
Please compile this file separately and insert it here