



Table des matières

Table des Estimations	11
Préface du traducteur	13
Lexique et notations	15
Préface	19
Remerciements	25
Introduction : vers l'intuition numérique en biologie	29
Pourquoi nous devrions nous intéresser aux nombres ?	29
La base de données <i>BioNumbers</i>	32
Comment effectuer des calculs de coin de table	33
Boîte à outils des ordres de grandeur pour la biologie	35
Règles rigoureuses pour des calculs approximatifs	38
La géographie de la cellule	42
Chapitre 1 • La taille et la forme	49
Les cellules et les virus	51
Quelle taille font les virus ?	51
Quelle taille fait une cellule d' <i>E. coli</i> et combien pèse-t-elle ?	56
Quelle taille fait la levure à bourgeon ?	59
Quelle taille fait une cellule humaine ?	62

Quelle taille fait un photorécepteur ?	65
Quelle est la gamme des tailles et des formes de cellules ?	69
Quelle taille font les noyaux des cellules ?	72
Quelle taille fait le réticulum endoplasmique ?	75
Quelle taille font les mitochondries ?	79
Quelle taille font les chloroplastes ?	82
Quelle taille fait une synapse ?	84
Les briques qui composent la cellule	88
Quelle taille font les rouages biochimiques de la cellule ?	88
Entre l'ARNm et la protéine, quelle molécule est la plus grande ?	91
Quelle taille fait la protéine moyenne ?	93
Quelle taille font les machines moléculaires impliquées dans le dogme central ?	99
Quelle est l'épaisseur de la membrane cellulaire ?	102
Quelle taille font les filaments intracellulaires ?	106
Chapitre 2 • Concentrations et nombres absolus	113
Comment fabriquer une cellule	116
De quels éléments se compose la cellule ?	116
Quelle est la densité de la cellule ?	119
Quelles sont les concentrations ambiantes en O ₂ et en CO ₂ ?	122
Combien de nutriments faut-il fournir dans un milieu de culture ?	128
Quelle est la concentration de cellules bactériennes dans une culture saturée ?	132
Le recensement cellulaire	135
Quel est le pH à l'intérieur de la cellule ?	135
Quelles sont les concentrations des différents ions dans la cellule ?	139
Quelles sont les concentrations des métabolites libres dans la cellule ?	142
Quels sont les lipides les plus abondants dans les membranes ?	147
Combien de protéines y a-t-il dans une cellule ?	152
Quelles sont les protéines les plus abondantes dans une cellule ?	156
Dans quelle mesure l'expression protéique varie-t-elle entre les cellules ?	160
Quelles sont les concentrations des molécules du cytosquelette ?	164
Combien d'ARNm y a-t-il dans une cellule ?	168
Quelle est la proportion relative de protéine et d'ARNm ?	172
Quelle est la composition macromoléculaire de la cellule ?	177
Machines et signaux	181
Quel est l'effectif des facteurs de transcription ?	181
Combien y a-t-il de protéines de signalisation ?	184
Combien de molécules de rhodopsine y a-t-il dans un bâtonnet ?	191
Combien de ribosomes y a-t-il dans une cellule ?	196

Chapitre 3 • Forces et énergies	201
La biologie rencontre la physique	203
Quelle est l'échelle d'énergie thermique et quelle est sa pertinence en biologie ?	203
Quelle est l'échelle d'énergie d'une liaison hydrogène ?	207
Quelle est l'échelle d'énergie associée à l'effet hydrophobe ?	211
Combien d'énergie apportent les photons lors de la photosynthèse ?	213
Comment varie l'entropie lorsque deux molécules forment un complexe ?	216
Quelle force exercent les filaments du cytosquelette ?	219
Quelles sont les limites physiques à la détection par les cellules ?	222
Monnaie et budget énergétiques	228
Combien d'énergie libère l'hydrolyse de l'ATP ?	228
Quelle est l'énergie associée au transfert d'un groupe phosphate ?	232
Combien d'enthalpie libre dégage la combustion du sucre ?	235
Quel est le potentiel redox d'une cellule ?	236
Quelle est la différence de potentiel électrique à travers les membranes ?	243
Quelle est la puissance consommée par la cellule ?	246
Quelle est la relation entre l'activité métabolique et la taille d'une cellule ?	251
Chapitre 4 • Temps et vitesse	255
Les échelles de temps pour les petites molécules	257
Quelles sont les échelles de temps de la diffusion à l'intérieur d'une cellule ?	257
Combien de réactions les enzymes effectuent-elles chaque seconde ?	262
Quel est l'effet de la température sur les vitesses de réaction ?	267
À quelle vitesse fonctionnent les transporteurs membranaires ?	270
Combien d'ions traversent un canal ionique par seconde ?	272
Quel est le temps de renouvellement des métabolites ?	275
Les processus du dogme central	278
Laquelle est la plus rapide, la transcription ou la traduction ?	278
Quel est le temps de maturation des protéines fluorescentes ?	284
À quelle vitesse le protéasome dégrade-t-il les protéines ?	288
À quelle vitesse les molécules d'ARN et les protéines se dégradent-elles ?	291
La dynamique cellulaire	296
À quelle vitesse se propagent les signaux électriques dans les cellules ?	296
Quelle est la vitesse des moteurs moléculaires rotatifs ?	301
Quelles sont les vitesses d'assemblage et de désassemblage du cytosquelette ?	305

À quelle vitesse les moteurs moléculaires se déplacent-ils le long d'un filament ?	310
À quelle vitesse les cellules se déplacent-elles ?	315
Le cycle cellulaire	318
Combien de temps une cellule prend-elle pour copier son génome ?	318
Combien de temps durent les différentes étapes du cycle cellulaire ?	322
À quelle vitesse les différentes cellules du corps se renouvellent-elles ?	325
Chapitre 5 • L'information et les erreurs	329
Le génome	331
Quelle est la taille des génomes ?	331
Combien de chromosomes les différents organismes possèdent-ils ?	334
Combien de gènes y a-t-il dans un génome ?	339
À quel point deux personnes sont-elles génétiquement semblables ?	342
Les mutations et les erreurs	345
Quel est le taux de mutation au cours de la réplication du génome ?	345
Quel est le taux d'erreur de la transcription et de la traduction ?	352
Quel est le taux de recombinaison ?	354
Chapitre 6 • Un cabinet de curiosités quantitatif	359
Combien de cellules y a-t-il dans un organisme ?	360
Combien de fois les chromosomes se répliquent-ils à chaque génération ?	365
Combien de copies d'un gène d'ARN ribosomal y a-t-il dans le génome ?	369
Quelle est la perméabilité de la membrane cellulaire ?	372
Combien de photons faut-il pour fabriquer une cyanobactérie ?	376
Combien de virions sont produits lors d'une infection virale ?	378
Épilogue	381
Références	385
Index	407