

À LA CLINIQUE

DE LA BIOLOGIE

BIOSTATISTIQUE

Alain-Jacques Valleron



Médecine-Sciences
Flammarion

À LA CLINIQUE

DE LA BIOLOGIE

BIOSTATISTIQUE

Alain-Jacques Valleron

La biostatistique occupe une place cruciale dans les sciences de la vie et de la santé. D'où l'importance de cet ouvrage qui fournit aux biologistes et aux médecins, maintenant décomplexés par rapport aux mathématiques, un panorama des principes et des méthodes biostatistiques les plus usuels et, aux mathématiciens de formation, un aperçu de la façon avec laquelle est formulée la demande.

L'auteur a voulu ici atteindre quatre objectifs : le premier est de fournir au lecteur des éléments essentiels de calcul des probabilités, indispensables à l'appréhension des méthodes statistiques ; le second est d'insister sur le raisonnement statistique, notamment sur la démarche du test d'hypothèses ; le troisième objectif est de fournir au lecteur la plupart des techniques usuelles actuelles en statistique ; le dernier objectif, plutôt à l'intention des lecteurs d'origine mathématique, est de présenter trois domaines prioritaires de l'épidémiologie pour lesquels la biostatistique est l'outil de référence.

L'ouvrage est rédigé de façon claire et accessible pour tous : chaque chapitre débute par un encadré intitulé « guide de lecture » qui en souligne les principaux points, puis comporte de nombreux autres encadrés de définitions et/ou de formules importantes ; de même, les nombreux exercices avec leurs solutions, font partie intégrante de l'exposé.

Au total, c'est un ouvrage clair, didactique, indispensable.

L'auteur, **Alain-Jacques Valleron** est membre de l'Académie des Sciences et professeur à la faculté de médecine Pierre-et-Marie-Curie à Paris, où il enseigne notamment la biostatistique et dirige l'École doctorale « Santé Publique : Épidémiologie et Sciences de l'Information Biomédicale ».

L'ouvrage s'adresse à un large public : étudiants en médecine, biologie, pharmacie, médecins biologistes, mathématiciens et tous les lecteurs désireux de s'initier à la biostatistique.

Prix France : 39 €
ISBN : 978-2-2571-1072-5



9 782257 110725

www.medicine.flammarion.com

Médecine-Sciences
Flammarion

043944 (1) BL370
Collection de la biologie à la clinique

Alain-Jacques VALLERON

Professeur à l'université Pierre-et-Marie-Curie,
unité de Santé publique
(Inserm UMRS 707 et hôpital Saint-Antoine)



Biostatistique

Médecine-Sciences
Flammarion

87, quai Panhard et Levassor, 75013 Paris

<http://www.medecine.flammarion.com>

Sommaire

Avant-propos	IX
Chapitre 1. Probabilités : définitions et axiomes	1
Variabilité, probabilités, modèles, Statistique et statistiques	1
Épreuve, événements élémentaires	3
Rappels de combinatoire	7
Cas fini équiprobable	8
Axiomes et formules de base du calcul des probabilités	10
Chapitre 2. Probabilités conditionnelles et théorème de Bayes	14
Probabilités conditionnelles et indépendance	14
Théorème de Bayes	16
Épreuve aléatoire résultant d'épreuves aléatoires indépendantes	17
Théorème de Bayes et évaluation d'un test diagnostique	18
Chaînes de Markov	21
Chapitre 3. Variables aléatoires	24
Variables aléatoires : définitions et notations	24
Distribution de masse d'un solide	25
Loi de probabilité d'une variable aléatoire discrète	26
Loi de probabilité d'une variable continue	27
Variables aléatoires à plusieurs dimensions	31
Fonction d'une variable aléatoire	31
Addition de variables aléatoires	33
Fonction caractéristique, fonction génératrice des moments, processus de branchement	35
Chapitre 4. Loïs de probabilité usuelles	38
Principales lois de probabilité discrètes	38
Principales lois de probabilité absolument continues	45
Chapitre 5. Échantillons et estimation	50
Échantillons	51
Échantillon d'une loi de probabilité	53
Loi de la moyenne des valeurs d'un échantillon et théorème central limite	54
Prévisions relatives aux moyennes et proportions observées : l'intervalle de pari	57
Éléments de théorie de l'estimation statistique	59
Estimations ponctuelles de la moyenne et de la variance d'une distribution et intervalles de confiance (grands échantillons)	62

Intervalle de confiance d'une moyenne et d'une variance (petits échantillons)	63
Estimation d'une proportion et intervalle de confiance	64
Nombre de sujets nécessaire pour obtenir une estimation d'une précision donnée	65
Chapitre 6. Présentation du test d'hypothèses	67
Test d'hypothèses : généralités	67
Principe de la théorie de Neyman-Pearson	69
Démarche du test sur l'exemple de la comparaison de deux moyennes	72
Quel risque y a-t-il de se tromper en faisant un test statistique ?	77
Calcul du nombre de sujets nécessaire	80
Résumé de la démarche globale du test statistique	83
Chapitre 7. Éléments de théorie de l'estimation et des tests	84
Estimation par la méthode du maximum de vraisemblance	84
Approche décisionnelle du test d'hypothèses	88
Théorème de Neyman-Pearson. Construction théorique des tests	92
Chapitre 8. Tests d'adéquation à un modèle	96
Tester si une moyenne diffère d'une valeur hypothétique	96
Tester si une proportion diffère d'une valeur hypothétique	99
Rechercher si la variance d'une distribution normale diffère d'une valeur hypothétique	100
Test d'adéquation du chi-deux (cas d'une variable qualitative à k modalités)	101
Tests d'adéquation à une distribution de probabilité	103
Intervalle de confiance d'un histogramme cumulatif observé	105
Chapitre 9. Tests de comparaison	106
Tests impliquant deux échantillons	106
Tests impliquant plusieurs échantillons	111
Chapitre 10. Analyses de la liaison entre deux variables	120
Y a-t-il une liaison ? Quelle est la liaison ?	120
Analyse de la liaison entre deux variables qualitatives	122
Analyse de la liaison entre une variable qualitative et une variable quantitative	125
Analyse de la liaison entre deux variables quantitatives aléatoires	125
Prévision d'une variable en fonction d'une autre	132
Le kappa pour mesurer la concordance entre deux variables qualitatives	138
Régression multiple et corrélation multiple	140
Chapitre 11. Statistique descriptive et fouille de données	143
Statistique descriptive	143
Fouille de données	150
Chapitre 12. Analyse des données de mortalité	158
Recueil des données	159
Éléments de démographie	162
Évaluation de la survie en épidémiologie clinique	174
Chapitre 13. La mesure du risque en épidémiologie	182
Mesures du risque de maladie en épidémiologie	182
Risques absolu, relatif, attribuable	185
Place de la biostatistique dans la recherche de causalité d'un facteur de risque	188

Chapitre 14. Biostatistique et évaluation thérapeutique	190
Définition et difficultés des méthodes d'évaluation thérapeutique	190
Construction d'un essai thérapeutique	196
Calcul du nombre de sujets nécessaire	198
Planification et analyse des essais thérapeutiques	199
Mesure de l'importance de l'efficacité	204
Principales tables utiles	207
Table 1 : alphabets grec et latin	208
Table 2 : tables de la loi binomiale	209
Table 3 : loi de Poisson	214
Table 4 : loi de Poisson (cumulée)	215
Table 5 : loi géométrique	216
Table 6 : distribution cumulée de la loi normale réduite centrée	218
Table 7 : probabilités des valeurs extrêmes de la loi normale réduite centrée	220
Table 8 : distribution du chi-deux	222
Table 9 : table du t	224
Table 10 : table donnant l'intervalle de confiance de s^2/σ^2	226
Table 11 : table de Kolmogorov-Smirnov	227
Table 12 : table de la variable F de Fisher-Snedecor	228
Table 13 : comparaison de deux proportions : nombre de sujets nécessaire	232
Table 14 : comparaison de deux moyennes : nombre de sujets nécessaire	233
Bibliographie	235
Index	237