

sciences

128

ELIE BELORIZKY

**PROBABILITÉS
ET
STATISTIQUES**

dans les sciences

expérimentales

NATHAN
UNIVERSITÉ

ELIE BELORIZKY

Professeur à l'université Grenoble-I

M385

PROBABILITÉS

ET

7008

$\frac{1}{2}$

STATISTIQUES

dans les sciences

expérimentales



Ouvrage publié sous la direction de
Madeleine Veysié

NATHAN

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	7
1. NOTION DE PROBABILITÉ. VARIABLES ALÉATOIRES	9
1. Introduction	9
2. Probabilité. Variable aléatoire	10
3. Variable aléatoire discrète	11
3.1 Définition. La loi des grands nombres	11
3.2 Réalisations s'excluant mutuellement. Probabilités totales....	11
3.3 Réalisations indépendantes. Probabilités composées	12
4. Variable aléatoire continue	13
• Exemple	13
5. Valeurs moyennes. Moments	14
5.1 Variable aléatoire discrète.....	14
5.2 Variable aléatoire continue	15
6. La fonction caractéristique	16
• Exemples.....	17
7. Systèmes de plusieurs variables aléatoires	18
7.1 La fonction de distribution	18
7.2 Variables sans corrélation. Indépendance stochastique	19
7.3 Composition de deux variables aléatoires indépendantes	19
2. PRINCIPALES LOIS DE PROBABILITÉ.....	23
X 1. La loi binomiale	23
1.1 Analyse combinatoire élémentaire	23
1.2 La distribution binomiale	24
1.3 Propriétés de la loi binomiale	24
• Maximum de $P_N(m)$	24
• Fonction caractéristique. Moments	25
1.4 Marche aléatoire à une dimension	26
X 2. La distribution de Poisson.....	27
2.1 Loi binomiale et loi de Poisson	27
2.2 Propriétés de la loi de Poisson	28

2.3	Application à une source radioactive	
2.4	Nombre de molécules d'un gaz dans un petit volume	
2.5	Occupation d'une ligne de téléphone	
3.	La distribution normale de Gauss	
3.1	Variable aléatoire gaussienne	
3.2	Approche de la distribution normale à partir de la loi binomiale	
	• Jeu de pile ou face	
	• Les sondages d'opinion	
4.	Le théorème central limite	
4.1	Énoncé et démonstration	
4.2	Exemples d'applications	
	• Jeu de pile ou face	
	• Marche aléatoire à une dimension	
5.	La distribution de Cauchy (ou de Lorentz)	
3.	THÉORIE DE LA MESURE. TRAITEMENT DES INCERTITUDES	
1.	Incertitudes statistiques et systématiques	
2.	Le traitement des incertitudes statistiques	
	• <i>Tableau</i> : Coefficients de Student t_{PN}	
3.	La combinaison des incertitudes	
4.	Incertitudes systématiques (ou d'appareillage). Influence d'un appareil sur une mesure	
5.	Exemple simple	
6.	Combinaison des résultats d'expériences différentes	
	• Exemple	
7.	Comparaison entre théorie et expérience. Méthode des moindres carrés	
7.1	Généralités	
7.2	Ajustement d'une loi linéaire par moindres carrés	
7.3	Le test du χ^2	
7.4	Ajustement par moindres carrés pour d'autres fonctions	
7.5	Mesure d'une grandeur discontinue	
8.	La précision de la théorie et de l'expérience	
	• Mesure de résistances	
	• Influence de petits facteurs	
9.	Résultat d'une expérience. Précision de l'incertitude	

2.3	Application à une source radioactive	
2.4	Nombre de molécules d'un gaz dans un petit volume	
2.5	Occupation d'une ligne de téléphone	
3.	La distribution normale de Gauss	
3.1	Variable aléatoire gaussienne	
3.2	Approche de la distribution normale à partir de la loi binomiale	
	• Jeu de pile ou face	
	• Les sondages d'opinion	
4.	Le théorème central limite	
4.1	Énoncé et démonstration	
4.2	Exemples d'applications	
	• Jeu de pile ou face	
	• Marche aléatoire à une dimension	
5.	La distribution de Cauchy (ou de Lorentz).....	
3.	THÉORIE DE LA MESURE. TRAITEMENT DES INCERTITUDES	
1.	Incertainitudes statistiques et systématiques	
2.	Le traitement des incertitudes statistiques.....	
	• <i>Tableau</i> : Coefficients de Student t_{PN}	
3.	La combinaison des incertitudes.....	
4.	Incertainitudes systématiques (ou d'appareillage). Influence d'un appareil sur une mesure	
5.	Exemple simple.....	
6.	Combinaison des résultats d'expériences différentes	
	• Exemple	
7.	Comparaison entre théorie et expérience. Méthode des moindres carrés	
7.1	Généralités	
7.2	Ajustement d'une loi linéaire par moindres carrés.....	
7.3	Le test du χ^2	
7.4	Ajustement par moindres carrés pour d'autres fonctions.....	
7.5	Mesure d'une grandeur discontinue	
8.	La précision de la théorie et de l'expérience	
	• Mesure de résistances	
	• Influence de petits facteurs	
9.	Résultat d'une expérience. Précision de l'incertitude.....	

10. L'incertitude quantique	75
10.1 Les relations de Heisenberg	75
10.2 La quatrième relation d'incertitude	79
4. PROBABILITÉS ET THERMODYNAMIQUE STATISTIQUE	81
1. Systèmes à grand nombre de constituants	81
2. Limite de validité de la description thermodynamique	82
• Fluctuations de la densité numérique d'un gaz parfait	83
3. Le gaz parfait	85
4. La distribution de Maxwell des vitesses	86
4.1 L'hypothèse ergodique	86
4.2 Distribution des vitesses d'un gaz parfait	87
5. Application à la largeur Doppler des raies d'émission d'un gaz	89
6. La distribution de Boltzmann	91
5. LE MOUVEMENT BROWNIEN ET LA DIFFUSION	95
1. L'équation de Langevin	95
2. L'équation de diffusion	97
• Exemple : diffusion des molécules d'eau pure	101
3. Approche microscopique de la diffusion	102
4. Conduction de la chaleur	102
6. LE CHAOS	105
1. Introduction	105
2. La sensibilité aux conditions initiales	105
3. Espace des phases, points fixes, cycles limites, attracteurs étranges	107
4. La turbulence	113
5. Attracteurs étranges et structures fractales	115
6. Le chaos dans le système solaire	117
ANNEXES	119
1. Calcul de quelques intégrales	119
2. Aspects élémentaires de la transformation de Fourier	119
2.1 Séries de Fourier	119
2.2 Transformation (ou intégrale) de Fourier	120

Sommaire

2.3	Correspondances opératoires	121
2.4	Exemples de transformées de Fourier	122
	• Fonction gaussienne	122
	• Fonction de Lorentz	122
2.5	Produit de convolution	123
2.6	Fonction de Dirac	124
BIBLIOGRAPHIE		125
INDEX		127

collection

128



9 782091 910314

PROBABILITES ET STAT

99/11/01-T16

66012

301199

0001

2
5
U
3

En 128 pages, cette collection, conçue en priorité pour les étudiants du premier cycle universitaire, propose des manuels de synthèse des connaissances et une gamme d'ouvrages de référence et de méthodologie.

Cet ouvrage introduit de manière simple des éléments du calcul des probabilités et les principales fonctions de distribution. Il fait ressortir l'importance du théorème central limite. La théorie de la mesure et le traitement des incertitudes constituent le chapitre principal où les divers types d'incertitudes, y compris l'incertitude quantique, sont analysés. Quelques éléments fondamentaux de thermodynamique, de mécanique statistique à l'équilibre et du mouvement brownien sont ensuite développés, ainsi qu'une approche qualitative de phénomènes caractéristiques du chaos. Ce livre est pluridisciplinaire et s'adresse aux étudiants des 1^{ers} et 2^{es} cycles, aux ingénieurs et expérimentateurs des sciences exactes et des sciences de la vie et de la Terre.

Prix : 49 F


NATHAN



9 782091 910314