

Lecture Notes in Mathematics

For information about Vols. 1–461, please contact your bookseller or Springer-Verlag.

Vol. 462: P. Gérardin, Construction de Séries Discrètes p -adiques. «Sur les séries discrètes non ramifiées des groupes réductifs déployés p -adiques». III, 180 pages. 1975.

Vol. 463: H.-H. Kuo, Gaussian Measures in Banach Spaces. VI, 224 pages. 1975.

Vol. 464: C. Rockland, Hypocoellipticity and Eigenvalue Asymptotics. III, 171 pages. 1975.

Vol. 465: Séminaire de Probabilités IX. Proceedings 1973/74. Edité par P. A. Meyer. IV, 589 pages. 1975.

Vol. 466: Non-Commutative Harmonic Analysis. Proceedings 1974. Edited by J. Carmona, J. Dixmier and M. Vergne. VI, 231 pages. 1975.

Vol. 467: M. R. Essén, The Cos $\pi\lambda$ Theorem. With a paper by Christer Borell. VII, 112 pages. 1975.

Vol. 468: Dynamical Systems – Warwick 1974. Proceedings 1973/74. Edited by A. Manning. X, 405 pages. 1975.

Vol. 469: E. Binz, Continuous Convergence on $C(X)$. IX, 140 pages. 1975.

Vol. 470: R. Bowen, Equilibrium States and the Ergodic Theory of Anosov Diffeomorphisms. III, 108 pages. 1975.

Vol. 471: R. S. Hamilton, Harmonic Maps of Manifolds with Boundary. III, 168 pages. 1975.

Vol. 472: Probability-Winter School. Proceedings 1975. Edited by Z. Ciesielski, K. Urbanik, and W. A. Woyczyński. VI, 283 pages. 1975.

Vol. 473: D. Burghelera, R. Lashof, and M. Rothenberg, Groups of Automorphisms of Manifolds. (with an appendix by E. Pedersen) VII, 156 pages. 1975.

Vol. 474: Séminaire Pierre Lelong (Analyse) Année 1973/74. Edité par P. Lelong. VI, 182 pages. 1975.

Vol. 475: Répartition Modulo 1. Actes du Colloque de Marseille-Luminy, 4 au 7 Juin 1974. Edité par G. Rauzy. V, 258 pages. 1975. 1975.

Vol. 476: Modular Functions of One Variable IV. Proceedings 1972. Edited by B. J. Birch and W. Kuyk. V, 151 pages. 1975.

Vol. 477: Optimization and Optimal Control. Proceedings 1974. Edited by R. Bulirsch, W. Oettli, and J. Stoer. VII, 294 pages. 1975.

Vol. 478: G. Schober, Univalent Functions – Selected Topics. V, 200 pages. 1975.

Vol. 479: S. D. Fisher and J. W. Jerome, Minimum Norm Extremals in Function Spaces. With Applications to Classical and Modern Analysis. VIII, 209 pages. 1975.

Vol. 480: X. M. Fernique, J. P. Conze et J. Gani, Ecole d'Eté de Probabilités de Saint-Flour IV–1974. Edité par P.-L. Hennequin. XI, 293 pages. 1975.

Vol. 481: M. de Guzmán, Differentiation of Integrals in \mathbb{R}^n . XII, 226 pages. 1975.

Vol. 482: Fonctions de Plusieurs Variables Complexes II. Séminaire François Norguet 1974–1975. IX, 367 pages. 1975.

Vol. 483: R. D. M. Accola, Riemann Surfaces, Theta Functions, and Abelian Automorphisms Groups. III, 105 pages. 1975.

Vol. 484: Differential Topology and Geometry. Proceedings 1974. Edited by G. P. Joubert, R. P. Moussu, and R. H. Roussarie. IX, 287 pages. 1975.

Vol. 485: J. Diestel, Geometry of Banach Spaces – Selected Topics. XI, 282 pages. 1975.

Vol. 486: S. Stratila and D. Voiculescu, Representations of AF-Algebras and of the Group $U(\infty)$. IX, 169 pages. 1975.

Vol. 487: H. M. Reimann und T. Rychener, Funktionen beschränkter mittlerer Oszillation. VI, 141 Seiten. 1975.

Vol. 488: Representations of Algebras, Ottawa 1974. Proceedings 1974. Edited by V. Dlab and P. Gabriel. XII, 378 pages. 1975.

Vol. 489: J. Bair and R. Fourneau, Etude Géométrique des Espaces Vectoriels. Une Introduction. VII, 185 pages. 1975.

Vol. 490: The Geometry of Metric and Linear Spaces. Proceedings 1974. Edited by L. M. Kelly. X, 244 pages. 1975.

Vol. 491: K. A. Broughan, Invariants for Real-Generated Uniform Topological and Algebraic Categories. X, 197 pages. 1975.

Vol. 492: Infinitary Logic: In Memoriam Carol Karp. Edited by D. W. Kueker. VI, 206 pages. 1975.

Vol. 493: F. W. Kamber and P. Tondeur, Foliated Bundles and Characteristic Classes. XIII, 208 pages. 1975.

Vol. 494: A. Cornea and G. Licea, Order and Potential Resolvent Families of Kernels. IV, 154 pages. 1975.

Vol. 495: A. Kerber, Representations of Permutation Groups II. V, 175 pages. 1975.

Vol. 496: L. H. Hodgkin and V. P. Snaith, Topics in K -Theory. Two Independent Contributions. III, 294 pages. 1975.

Vol. 497: Analyse Harmonique sur les Groupes de Lie. Proceedings 1973–75. Edité par P. Eymard et al. VI, 710 pages. 1975.

Vol. 498: Model Theory and Algebra. A Memorial Tribute to Abraham Robinson. Edited by D. H. Saracino and V. B. Weispfenning. X, 483 pages. 1975.

Vol. 499: Logic Conference, Kiel 1974. Proceedings. Edited by G. H. Müller, A. Oberschelp, and K. Potthoff. V, 651 pages. 1975.

Vol. 500: Proof Theory Symposium, Kiel 1974. Proceedings. Edited by J. Diller and G. H. Müller. VIII, 383 pages. 1975.

Vol. 501: Spline Functions, Karlsruhe 1975. Proceedings. Edited by K. Böhmer, G. Meinardus, and W. Schempp. VI, 421 pages. 1976.

Vol. 502: János Galambos, Representations of Real Numbers by Infinite Series. VI, 146 pages. 1976.

Vol. 503: Applications of Methods of Functional Analysis to Problems in Mechanics. Proceedings 1975. Edited by P. Germain and B. Nayroles. XIX, 531 pages. 1976.

Vol. 504: S. Lang and H. F. Trotter, Frobenius Distributions in GL_2 -Extensions. III, 274 pages. 1976.

Vol. 505: Advances in Complex Function Theory. Proceedings 1973/74. Edited by W. E. Kirwan and L. Zalcman. VIII, 203 pages. 1976.

Vol. 506: Numerical Analysis, Dundee 1975. Proceedings. Edited by G. A. Watson. X, 201 pages. 1976.

Vol. 507: M. C. Reed, Abstract Non-Linear Wave Equations. VI, 128 pages. 1976.

Vol. 508: E. Seneta, Regularly Varying Functions. V, 112 pages. 1976.

Vol. 509: D. E. Blair, Contact Manifolds in Riemannian Geometry. VI, 146 pages. 1976.

Vol. 510: V. Poénaru, Singularités C^∞ en Présence de Symétrie. V, 174 pages. 1976.

Vol. 511: Séminaire de Probabilités X. Proceedings 1974/75. Edité par P. A. Meyer. VI, 593 pages. 1976.

Vol. 512: Spaces of Analytic Functions, Kristiansand, Norway 1975. Proceedings. Edited by O. B. Bekken, B. K. Øksendal, and A. Stray. VIII, 204 pages. 1976.

Vol. 513: R. B. Warfield, Jr. Nilpotent Groups. VIII, 115 pages. 1976.

Vol. 514: Séminaire Bourbaki vol. 1974/75. Exposés 453 – 470. IV, 276 pages. 1976.

Vol. 515: Bäcklund Transformations. Nashville, Tennessee 1974. Proceedings. Edited by R. M. Miura. VIII, 295 pages. 1976.

Vol. 516: M. L. Silverstein, Boundary Theory for Symmetric Markov Processes. XVI, 314 pages. 1976.

Vol. 517: S. Glasner, Proximal Flows. VIII, 153 pages. 1976.

Vol. 518: Séminaire de Théorie du Potentiel, Proceedings Paris 1972–1974. Edité par F. Hirsch et G. Mokobodzki. VI, 275 pages. 1976.

Vol. 519: J. Schmets, Espaces de Fonctions Continues. XII, 150 pages. 1976.

Vol. 520: R. H. Farrell, Techniques of Multivariate Calculation. X, 337 pages. 1976.

Lecture Notes in Mathematics

Edited by A. Dold and B. Eckmann

678

D. Dacunha-Castelle
H. Heyer
B. Roynette

Ecole d'Eté de Probabilités
de Saint-Flour VII-1977

Edité par P. L. Hennequin



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York 1978

Auteurs

D. Dacunha-Castelle
Université de Paris-Sud
Centre d'Orsay
F-91405 Orsay Cédex/France

H. Heyer

Universität Tübingen
Mathematisches Institut
Auf der Morgenstelle 10
D-7400 Tübingen/R.F.A.

Editeur

P. L. Hennequin
Université de Clermont II
Complexe Scientifique des
Cézeaux
Département de Mathématiques
Appliquées
B.P. 45
F-63170 Aubière/France

B. Roynette

Université de Nancy I
Unité d'Enseignement et de
Recherche
Sciences Mathématiques
Case Officielle 140
F-54037 Nancy Cédex/France

Library of Congress Cataloging in Publication Data

Dacunha-Castelle, D
Ecole d'été de probabilités de Saint-Flour VII-
1977.

(Lecture notes in mathematics ; 678)

Bibliography: p.

I. Probabilities--Addresses, essays, lectures.

I. Heyer, Herbert, joint author. II. Roynette,
B., joint author. III. Ecole d'été de probabilités
de Saint-Flour, 7th, 1977. IV. Series: Lecture
notes in mathematics (Berlin) ; 678.

QA3.L28 no. 678 [QA273.18] 510'.8s [519.2] 78-14046

AMS Subject Classifications (1970): 60-02, 60B15, 60J15, 62-02, 62E20,
62F10, 62G05

ISBN 3-540-08938-1 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

ISBN 0-387-08938-1 Springer-Verlag New York Heidelberg Berlin

This work is subject to copyright. All rights are reserved, whether the whole or part of the material is concerned, specifically those of translation, re-printing, re-use of illustrations, broadcasting, reproduction by photocopying machine or similar means, and storage in data banks. Under § 54 of the German Copyright Law where copies are made for other than private use, a fee is payable to the publisher, the amount of the fee to be determined by agreement with the publisher.

© by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1978

Printed in Germany

Printing and binding: Beltz Offsetdruck, Hemsbach/Bergstr.

2141/3140-543210

D. Dacunha-Castelle

Vitesse de Convergence pour certains Problèmes statistiques

H. Heyer

Semi-Groupes de Convolution sur un Groupe localement compact et Applications à la Théorie des Probabilités

B. Roynette

Marches aléatoires sur les Groupes de Lie

INTRODUCTION

La septième Ecole d'Eté de Calcul des Probabilités de Saint-Flour s'est tenue du 21 Août au 7 Septembre 1977 et a rassemblé, outre les conférenciers, une trentaine de participants.

Les trois conférenciers, Messieurs Dacunha-Castelle, Heyer et Roynette, ont tenu à remanier entièrement la rédaction de leurs cours qui complète souvent les exposés faits à l'école, ce qui fera de ces cours des textes de références.

En outre les exposés suivants ont été faits par les participants durant leur séjour à Saint-Flour :

- | | |
|--------------|---|
| P. BALDI | Sur la classification des groupes récurrents |
| P. BOUGEROL | Fonctions de concentration sur les espaces homogènes du groupe des déplacements de \mathbb{R}^d |
| G. COLLOMB | Estimation non paramétrique de la régression par la méthode du noyau : propriété de convergence asymptotiquement normale indépendante |
| L. ELIE | Etude du renouvellement sur le groupe affine de la droite réelle |
| E. FLYTZANIS | Linear operators as measure preserving transformations |
| G. FOURT | Au-delà de l'analyse de la variance ? |
| G. HOGNAS | Marches aléatoires récurrentes sur les demi-groupes localement compacts |
| X. MILHAUD | Structures statistiques asymptotiquement différentiables |
| R. SCHOTT | Marches aléatoires sur les espaces homogènes |

La plupart de ces exposés font l'objet du numéro 65 des Annales Scientifiques de l'Université de Clermont.

La frappe du manuscrit a été assurée par les Départements d'Orsay et de Clermont et nous remercions, pour leur soin, les secrétaires qui se sont chargées de ce travail.

Nous exprimons enfin notre gratitude à la Société Springer Verlag qui permet d'accroître l'audience internationale de notre Ecole en accueillant ces textes dans la collection Lecture Notes in Mathematics.

P.L. HENNEQUIN
Professeur à l'Université de Clermont
B.P. 45
F-63170 AUBIERE

LISTE DES AUDITEURS

Mr. BADRIKIAN A.	Université de Clermont II
Mr. BALOI P.	Faculté des Sciences de Pise (Italie)
Mr. BERNARD P.	Université de Clermont II
Mr. BIRGE L.	Université de Paris VII
Mr. BOUGEROL P.	Université de Paris VII
Mr. CLAVILIER	Université de Clermont II
Mr. COLLOMB	Université de Toulouse III
Mr. DUCHON J.	Université de Grenoble
Mme ELIE L.	Université de Paris VII
Mr. FLYTZANIS E.	Université de Thessaloniki (Grèce)
Mr. FOURT G.	Université de Clermont II
Mr. GOLDBERG J.	Université de Lyon I
Mme GUEGAN D.	Université de Paris Nord
Mr. HENNEQUIN P.L.	Université de Clermont II
Mr. HOGNAS N.G.	Université Abo Akademi (Finlande)
Mr. LAMBERT F.	DIST - Ecole de l'Air, Salon de Provence
Mme MAUREL M.	Université de Paris V
Mr. MILHAUD	Université de Toulouse III
Mr. NUALART RODON D.	Ecole Supérieure Technique d'Architecture Barcelone (Espagne)
Mr. PREVOT D.	Université de Nancy II
Mme SANZ SOLE M.	Ecole Supérieure Technique d'Architecture Barcelone (Espagne)
Mr. SCHOTT R.	Université de Nancy I
Mr. SYLVAIN F.	Ecole Normale Supérieure, rue d'Ulm à Paris
Mr. VALADIER M.	Université de Montpellier II
Mr. VAN DEN BOOGERD J.	Université Technique de Delft (Pays-Bas)
Mr. YU	Université de Corée à Séoul

En outre, ont honoré l'école de leur visite :

Mr. CREPEL	Université de Rennes
Mme HUBER C.	Université de Paris XIII
Mr. MAISONNEUVE B.	Université de Grenoble II
Mr. GEBUHRER	Université de Strasbourg

TABLE DES MATIERES

D. DACUNHA-CASTELLE : "VITESSE DE CONVERGENCE POUR CERTAINS PROBLEMES STATISTIQUES"

Introduction		3
Chapitre I	Notions sur l'estimation d'un paramètre	5
Chapitre II	Approximation de la vraisemblance d'un processus gaussien à l'aide de la densité spectrale	29
Chapitre III	Inégalités sur les couples de probabilités	49
Chapitre IV	Vitesse d'estimation pour un paramètre variant dans un espace métrique de dimension finie	66
Chapitre V	Problèmes de dimension métrique infinie : estimation des densités et applications	79
Chapitre VI	Le problème classique - Fonctions de vraisemblance asymptotiquement normales	98
Chapitre VII	Exemples de problèmes à vitesse supérieure à \sqrt{n}	124
Chapitre VIII	Point de vue adaptatif des problèmes d'estimation "non paramétriques"	135
Chapitre IX	Tests de vraisemblance	157

H. HEYER : "SEMI-GROUPES DE CONVOLUTION SUR UN GROUPE LOCALEMENT COMPACT ET APPLICATIONS A LA THEORIE DES PROBABILITES"

Chapitre I - Les éléments		176
§ 1 - Définitions et propriétés générales		176
§ 2 - Représentation de Lévy-Khinchine		180
§ 3 - Semi-groupes de Poisson et de Gauss		191

<u>Chapitre II - Structure des semi-groupes de convolution</u>	195
§ 4 - Le cône des fonctionnelles génératrices	195
§ 5 - L'ordre de subordination	205
§ 6 - Subordination de semi-groupes particuliers	209
<u>Chapitre III - Applications</u>	214
§ 7 - Approximation des semi-groupes	214
§ 8 - Décomposition	217
§ 9 - Problème central-limite	220
Bibliographie	234

B. ROYNETTE : "MARCHES ALEATOIRES SUR LES GROUPES DE LIE"

INTRODUCTION	238
<u>Chapitre I - GENERALITES SUR LES MARCHES ALEATOIRES</u>	239
I.1. Définition d'une marche aléatoire	239
I.2. La propriété de Markov	240
I.3. Le principe du maximum	241
I.4. Invariance à gauche des marches droites	241
I.5. Dualité entre μ et $\check{\mu}$	242
<u>Chapitre II - RECURRENCE ET TRANSIENCE DES ETATS</u>	243
II.1. L'hypothèse d'adaptation	243
II.2. Le théorème de Loynes	243
II.3. Critères de récurrence	245
II.4. L'hypothèse d'étalement	252
<u>Chapitre III - UTILISATION DE LA TRANSFORMEE DE FOURIER</u>	255
III.1. Le cas abélien	255
III.2. Le groupe des isométries de \mathbb{R}	259
III.3. Utilisation de la transformation de Fourier dans une structure non abélienne	262

IX

<u>Chapitre IV - PROPRIETES DES GROUPES RECURRENTS</u>	286
IV.1. Récurrence et fonctions harmoniques	286
IV.2. Récurrence et moyennabilité	288
IV.3. Récurrence et unimodularité	291
<u>Chapitre V - MARCHE SUR UN ESPACE HOMOGENE</u>	295
V.1. La propriété de Markov	295
V.2. Le théorème de Dichotomie	296
<u>Chapitre VI - LA METHODE DE DESINTEGRATION</u>	311
VI.1. Régularisation du support	311
VI.2. Passage au quotient	312
VI.3. Les groupes nilpotents sont transitoires de type I	314
<u>Chapitre VII - UTILISATION DU THEOREME CENTRAL LIMITE</u>	320
<u>Chapitre VIII - LA METHODE DES FONCTIONS BARRIERES</u>	325
<u>Chapitre IX - MARCHES ALEATOIRES SUR UN ESPACE HOMOGENE DU GROUPE DES DEPLACEMENTS</u>	337
<u>Chapitre X - UNE LOI DU LOGARITHME ITERE POUR LE GROUPE D'HEISENBERG</u>	346
X.1. Notations et énoncé	347
X.2. Théorème central limite et vitesse de convergence	348
X.3. Démonstration de la loi du logarithme itéré	357
<u>Chapitre XI - UTILISATION DE LA TRANSFORMEE DE FOURIER (suite)</u>	362
Bibliographie	371