

ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE

DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES

RAPPORT D'ACTIVITE 1975

TABLE DES MATIERES

	page
1. PARTIE GENERALE	
Introduction	1
1.1. Travaux du Département	2
1.2. Retraite du Prof. Blanc	2
1.3. Personnel	3
1.4. Commissions d'Ecole - Conseil général	3
1.5. Locaux - Equipement	4
1.6. Rapport de la Bibliothèque	4
1.7. Finances	5
 2. ENSEIGNEMENT	
2.1. Charge d'enseignement	6
2.2. Cours multicotiés	6
2.3. Nombre d'étudiants - Conseillers de classe	6
2.4. Diplômes	6
2.5. Voyages d'études	7
2.6. Test d'entrée	7
 3. TROISIEME CYCLE, VISITEURS ET PROFESSEURS INVITES, SEMINAIRES ET CONFERENCES, THESES	
3.1. Programme 3ème cycle du DMA	8
3.2. Professeurs invités	9
3.3. Séminaires - Conférences	9
3.4. Fréquentation et certificats 3ème cycle	10
3.5. Thèses	10
 4. RECHERCHE	
4.1. Domaines de Recherche	12
4.2. Abstracts	15
4.3. Publications scientifiques et publications internes	15

		page
5.	SERVICES	
5.1.	Bibliothèque de programmes et service conseil en analyse numérique	16
5.2.	Service en géométrie appliquée	16
5.3.	Statistique	17
5.4.	Autres services	17

ANNEXES

Liste des cours 1er cycle été 1975
 Liste des cours 2ème cycle été 1975
 Liste des cours 3ème cycle été 1975

Liste des cours 1er cycle hiver 1975/1976
 Liste des cours 2ème cycle hiver 1975/1976
 Liste des cours 3ème cycle, spéciaux et
 divers hiver 1975/1976

Abstracts

Liste des publications scientifiques

Liste des publications internes (cours)

Ce rapport se compose de cinq parties:

1. PARTIE GENERALE
2. ENSEIGNEMENT
3. TROISIEME CYCLE, VISITEURS ET PROFESSEURS INVITES,
SEMINAIRES ET CONFERENCES, THESES
4. RECHERCHE
5. SERVICES

La première partie donne un résumé de la situation du Département et de sa gestion; elle rend hommage à M. le Prof. Blanc, qui a pris sa retraite.

Les parties deux, quatre et cinq rendent compte, dans l'ordre de leur importance (postes occupés, temps consacré) de l'enseignement, de la recherche et des services, c'est-à-dire des trois activités qui font l'essentiel de notre mission.

Entre l'enseignement et la recherche, nous avons intercalé une partie regroupant toute une gamme d'activités qui jouent un rôle important dans la vie du Département, parce qu'elles doivent faire le pont entre l'enseignement et la recherche; elles devraient créer un climat favorable à un travail scientifique fructueux.

1. PARTIE GENERALE

- 1.1. Les affaires du Département de Mathématiques ont été traitées dans 14 séances du CONSEIL (composition actuelle: 13 professeurs ordinaires et extraordinaires, 8 assistants, 4 étudiants, 2 représentants du personnel administratif et technique) et dans 10 séances du COLLEGE (composition: les 13 professeurs ordinaires et extraordinaires.

A part des affaires courantes, le Conseil s'est occupé surtout de la modification du plan d'études (2ème cycle). Si ces travaux n'ont pas encore abouti à des résultats concrets, on peut néanmoins constater que certaines tendances se dégagent. Un premier aménagement (du plan d'études actuel) pourra très probablement être décidé prochainement et entrer en vigueur en automne 1976.

- 1.2. L'événement marquant de l'année écoulée est la retraite de M. le Prof. Charles Blanc. M. Blanc était d'abord professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne dont il a assumé la charge de doyen. Il a continué sa carrière au sein de l'EPUL comme fondateur et directeur de l'Institut de Mathématiques Appliquées. Suite à la fédéralisation de notre Ecole, cet institut a été absorbé par le Département de Mathématiques actuel, dont il était le premier chef.

Par ses fonctions, mais surtout par son esprit, M. Blanc a eu une grande influence sur le développement des Mathématiques à Lausanne et en Suisse. Son enseignement, toujours exemplaire, a marqué des générations de scientifiques et d'ingénieurs. Sa clairvoyance et son esprit de pionnier ont abouti à quelques décisions importantes qui portent leurs fruits aujourd'hui: la création du Centre de Calcul, l'introduction - dans la recherche et ensuite dans l'enseignement - de nouvelles branches, la recherche opérationnelle et l'informatique.

M. Blanc a eu de nombreux élèves, qu'il a initiés à la recherche. Beaucoup d'entre eux maintiennent par reconnaissance et amitié des bonnes relations avec leur directeur de thèse.

De ses publications, mentionnons en deux à titre d'exemple. Le livre "Les Equations Différentielles de la Technique" traduit parfaitement l'esprit dans lequel M. Blanc a conçu et réalisé son enseignement. Cet ouvrage montre aussi l'effort de l'auteur, combien important, de renforcer les liens entre la théorie et les applications. Les articles sur "L'Evaluation Stochastique d'Erreurs" s'adressent à des spécialistes. L'évolution rapide des ordinateurs consacre l'actualité et l'importance de ces contributions.

L'Ecole a rendu hommage à M. Blanc dans une leçon d'adieu et par des publications dans FLASH et POLYRAMA.

Le Département tient à remercier M. Blanc de tout ce qu'il a fait pour le Département et pour notre science. Nos meilleurs vœux l'accompagnent pour sa retraite certainement bien occupée.

Le successeur de M. Blanc a été désigné en la personne de M. Charles Stuart de l'Université d'Aberdeen. Il entrera en fonction en septembre 1976.

1.3. Personnel

Au 31 décembre 1975, l'effectif du Département était le suivant:

	postes	nombre de personnes
Professeurs ordinaires et extraordinaires	13	13
Professeur titulaire	1	1
Assistants	42 1/4	44
Secrétaires et 1 Bibliothécaire	5 1/2	9
Total	61 3/4	67

L'année académique s'avère difficile car l'effectif a subi une légère diminution, M. Stuart ne pourra entrer en fonction qu'en automne 1976 et la charge d'enseignement a été augmentée (voir 2).

1.4. Commissions d'Ecole - Conseil général

Participation des membres du Département :

COMMISSIONS D'ECOLE

- Conseil du Centre de Calcul	Prof. Coray et Zwahlen
- Moyens audio-visuels	Prof. Nüesch
- Informatique	Prof. Coray
- Planification	Prof. Rüegg
- Prospective	Prof. Nüesch
- Admission	Prof. de Siebenthal
- Sciences Humaines	Prof. de Siebenthal
- Inventaire des équipements mobiliers	Mme Gottofrey

CONSEIL GENERAL

Professeurs	Prof. Coray et Rüegg
Assistants	M. Brélaz
Etudiants	Vacat
Personnel administratif et technique	Mme Gottofrey

Signalons encore que plusieurs membres du Département fonctionnent dans des commissions scientifiques et d'enseignement nationales et internationales.

1.5. Locaux - équipement

Les 17 et 18 mars 1975, une partie de notre Département (le chef du Département et son secrétariat, 2 professeurs, 2 assistants et 2 secrétaires) a quitté les locaux de l'avenue de Cour 26 (Union des Assurances de Paris) pour aménager dans ceux laissés libres par l'Institut du Génie de l'Environnement au 3ème étage de l'avenue de Cour 61 (Tour Bonnard & Gardel). La salle des machines y a également été transférée.

Bibliothèque (voir 1.6).

Salle des terminaux (voir 5.4).

Implantation à Dorigny

Dans le courant de l'été, les travaux préparatoires en vue de l'implantation du Département de Mathématiques à Ecublens ont repris. Le bâtiment des Mathématiques fera partie d'une deuxième tranche de la première étape des constructions.

Le Conseil du Département a discuté et approuvé la liste des locaux présentée par le Bureau de Planification.

1.6. Rapport de la Bibliothèque

Etat

Etat à fin 1975	Livres	6749 volumes
	Périodiques	157 abonnements
Acquisitions	Livres	1072 volumes
	Périodiques	15 abonnements
	Anciens volumes de périodiques: voir Dépenses	
Reliure	468 volumes	

Dépenses

Livres	Fr.	40'393.--
Périodiques (abonnements) pour 1975		8'640.--
Périodiques (abonnements) pour 1976		33'003.80
Anciens volumes de périodiques		30'790.--
		<hr/>
Total	Fr.	112'826.80
		<hr/>

M. le Prof. Blanc nous a fait un don important de livres dont nous le remercions très vivement.

Locaux, machines, équipement

Locaux	5 (pas de modification)
Machines	pas de modification
Équipement	Acquisition de 7 étagères simples et 14 étagères doubles. En même temps, nous avons eu l'occasion d'aménager la bibliothèque afin de mieux utiliser la place disponible.

Personnel

Bibliothécaire	Mlle I. Kaht	(pas de modification)
Assistant	M. G. Iffland	

Utilisation

Les utilisateurs ayant libre accès, nous n'établissons pas de statistique de fréquentation.

1.7. Finances

<u>Crédit</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>
Ordinaire	117'700.--	80'000.--
Extraordinaire	100'000.--	105'000.--
	<hr/>	<hr/>
Total	217'700.--	185'000.--
	<hr/>	<hr/>

Par rapport à l'année 1974, les crédits du Département ont donc subi une réduction de Fr. 32'700.--

En ce qui concerne les voyages à l'étranger, ils ont été couverts par un crédit central.

2. ENSEIGNEMENT

2.1. La charge d'enseignement est devenue plus lourde.

A la suite d'une convention passée entre notre Ecole et les Ecoles Techniques Supérieures Suisses sur le passage des ingénieurs ETS à notre Ecole, nous avons introduit deux nouveaux cours destinés à ces étudiants. Il est vrai que l'application progressive du nouveau plan d'études des Architectes a légèrement diminué notre charge dans cette année transitoire, mais cette diminution ne compense pas l'augmentation causée par les cours pour techniciens ETS.

On trouvera en annexe des listes complètes de nos enseignements au semestre d'été 1975 et au semestre d'hiver 1975/76. Ces listes contiennent également nos enseignements de 3ème cycle auprès d'autres départements.

2.2. Plusieurs cours ont été rédigés et mult copiés. Ils sont à la disposition des étudiants. Voir liste des publications internes.

2.3. Nombre d'étudiants par volées et leurs conseillers de classe:

	Hiver 75/76	(Hiver 74/75)	Conseillers de classe
1ère année	20 étudiants	(16)	Prof. Rapin
2ème année	13 étudiants	(16)	Prof. Coray
3ème année	10 étudiants	(23)	Prof. de Werra
4ème année	23 étudiants	(16)	Prof. Chatterji
	<hr/>		
	66 étudiants	(71)	
Diplômants	16	(13)	

2.4. Diplômes

Le nombre de diplômes délivrés en janvier 1975 était de 13.

Examens de diplôme (octobre 1975): 16 (aucun échec). Les 16 candidats ayant passé avec succès leurs examens théoriques sont en train de terminer leurs travaux de spécialité dans les branches suivantes:

Informatique théorique	(Prof. Coray)	1
Recherche opérationnelle	(Prof. de Werra)	5
Informatique appliquée	(Prof. Rapin)	3
Analyse	(Prof. Zwahlen)	3
Statistique	(Prof. Nüesch)	4

Plusieurs professeurs fonctionnent comme directeur ou expert à des travaux de spécialité d'étudiants d'autres sections.

2.5. Voyages d'études

Un voyage d'études pour les étudiants de 2ème cycle de notre section n'a lieu que tous les deux ans.

2.6. Test d'entrée

Un test d'entrée, conçu d'après une nouvelle formule (choix multiple) s'est déroulé le premier jour du semestre d'hiver. Tous les étudiants de 1ère année, à l'exception des chimistes, l'ont subi. Il en résulte des indications intéressantes et qui font l'objet d'un rapport détaillé. Pour en tirer des conclusions, il faudra cependant connaître les résultats de plusieurs années consécutives. Le Département a l'intention de poursuivre cette expérience.

L'organisation du test a été assumée par la Chaire de Statistique.

3. TROISIEME CYCLE, VISITEURS ET PROFESSEURS INVITES, SEMINAIRES ET CONFERENCES, THESES

Pour les raisons déjà précisées dans l'introduction, les activités décrites dans cette partie jouent un rôle important dans la vie du Département. En effet, sans être de la recherche proprement dite, elles permettent aux assistants de s'initier à la recherche et aux spécialistes de maintenir le contact avec le monde mathématique.

3.1. Programme 3ème cycle du Département

Année académique 1974/1975

Analyse	février-juin 1975	Nassif, prof. invité
Algèbre	semestre d'hiver	Jozefiak, prof. invité
Probabilité	année académique	Heyer, prof. invité
Processus Gaussiens	année académique	Mandrekar, prof. invité
Statistique	année académique	Seal, prof. invité
Informatique	année académique	Besson, chargé de cours
Recherche opérationnelle	année académique	Bonzon, professeur à l'Université de Lausanne

Année académique 1975/1976

Analyse	semestre d'hiver semestre d'été (3 mois)	Séminaire Zwahlen/Descoux Gustafson, prof. invité
Algèbre	semestre d'hiver semestre d'été (2 mois)	Séminaire André Valabrega, prof. invité
Statistique	année académique	Seal, prof. invité
Informatique	semestre d'hiver semestre d'été	Thalmann, chargé de cours Lecarme, prof. invité
Recherche opérationnelle	année académique	Probst, professeur à l'Ecole des HEC

De plus, le Département participe aux 3ème cycles Romands de Mathématiques et d'Informatique.

3.2. Professeurs invités - année académique 1975/76

Karl Gustafson, University of Colorado, Boulder (USA).
Analyse; 20.4. - 20.7.1976

Olivier Lecarme, Université de Nice (France).
Informatique; 20.4. - 20.7.1976.

Paolo Valabrega, Université de Turin (Italie).
Algèbre; 1.5. - 30.6.1976.

Le titre de Professeur invité a été octroyé à Messieurs

André Probst, Ecole des HEC Lausanne et IBM-Zurich;
Recherche opérationnelle; 15.10.1975 - 15.7.1976.

Hilary L. Seal, anciennement Yale University (USA);
Statistique; années acad. 1972/73, 1973/74, 1974/75, 1975/76

qui assument une charge de cours dans le cadre de notre 3ème cycle.

3.3. Séminaires, conférences

Plusieurs séminaires se sont déroulés. Au cours de séances régulières, des membres du Département et de nombreux conférenciers invités ont présenté de nouveaux résultats de recherche et ont exposé des sujets généraux.

Séminaires :	Organisés par :
- d'Algèbre	Prof. André
- d'Analyse	Prof. Zwahlen
- d'Analyse numérique	Prof. Descloux
- de Probabilité	Prof. Cairoli, Chatterji, Rüegg
- de Statistique	Prof. Nüesch, Seal
- d'Informatique	Prof. Coray, Rapin
- de Recherche opérationnelle	Prof. de Werra

La majorité des professeurs et plusieurs assistants ont été invités à donner des conférences auprès d'universités suisses ou étrangères ou à participer, en tant qu'enseignant, à des écoles d'été, des cours de perfectionnement, etc.

3.4. Fréquentation et certificats de 3ème cycle

Année académique 1974/75

Nombre de personnes inscrites : 28

Celles-ci ont suivi : 18 : 1 cours de 3ème cycle
8 : 2 cours de 3ème cycle
1 : 3 cours de 3ème cycle

Il y a lieu d'ajouter les personnes qui ont suivi des cours sans être inscrites (professeurs du Département et des universités romandes, assistants qui ont déjà obtenu un certificat de 3ème cycle ou qui ne sont pas intéressés d'en obtenir un). Pour cette catégorie d'auditeurs, nous n'avons pas de chiffres.

En vue de l'obtention d'un certificat, 6 personnes inscrites ont suivi un cours dans le cadre des 3ème cycles romands de mathématiques et d'informatique; 8 ont suivi un cours de notre 2ème cycle.

Semestre d'hiver 1975/76

Nombre de personnes inscrites : 23

Ces personnes suivent : 17 : 1 cours de 3ème cycle
2 : 2 cours de 3ème cycle
3 : 3 cours de 3ème cycle

De plus, 5 personnes suivent des cours du 3ème cycle romand, 4 ont choisi un enseignement de notre 2ème cycle et des professeurs et assistants non-inscrits participent aux cours de 3ème cycle.

Certificats

A la fin de l'année académique 1974/75, 8 certificats de 3ème cycle ont été délivrés.

3.5. Thèses

Hubert FROIDEVAUX - Titre de la thèse: THEORIE ET SOLUTION DES EQUATIONS EN MECANIQUE DES FLUIDES PARFAITS A ECOULEMENT PSEUDO-TRIDIMENSIONNEL.

Composition du jury:

Prof. B. Zwahlen, EPFL; président.

Prof. J. Descloux, EPFL; rapporteur.

Prof. L. Borel, EPFL; corapporteur.

Prof. G. Duvaut, Université de Paris VI;
corapporteur extérieur.

Date de la soutenance publique: 16.10.1975.

Jean-Pierre GABRIEL - Titre de la thèse: LOI DES GRANDS NOMBRES,
SERIES ET MARTINGALES INDEXEES PAR UN EN-
SEMBLE FILTRANT.

Composition du jury:

Prof. B. Zwahlen, EPFL; président.

Prof. R. Cairoli, EPFL; rapporteur.

Prof. S.D. Chatterji, EPFL; corapporteur.

Prof. H. Carnal, Université de Berne; co-
rapporteur extérieur.

Date de la soutenance publique: 27.10.1975.

Urs GRAF

- Titre de la thèse: DIE ANWENDUNG ASYMPTO-
TISCHER DARSTELLUNGEN VON PARAMETERINTEGRALEN
AUF EINE KLASSE VON NICHTLINEAREN SCHWINGUNGS-
PROBLEMEN.

Composition du jury:

Prof. B. Zwahlen, EPFL; président.

Prof. K. Arbenz, EPFL; rapporteur.

Prof. Ch. Burckhardt, EPFL; corapporteur.

Prof. H. Brauchli, Institut für Mechanik
ETHZ; corapporteur extérieur.

Date de la soutenance publique: 28.1.1976.

4. RECHERCHE

Lorsqu'on regarde le paragraphe 4.1. "Description sommaire des domaines de recherche", on constate une grande diversité de la recherche du Département. Ce fait s'explique essentiellement par deux facteurs:

- Le Département de Mathématiques doit dans la mesure du possible répondre aux besoins en mathématiques d'une Ecole polytechnique. C'est pourquoi, il faut des spécialistes en Algèbre, Géométrie, Analyse, Probabilité, Statistique, Informatique, Recherche opérationnelle.
- La recherche en mathématiques se fait individuellement ou en petits groupes.

Le travail individuel ou en petits groupes garantit une très grande souplesse: les objectifs peuvent être et sont en effet continuellement adaptés à l'évolution des domaines de recherche.

Quant à l'équipement de recherche propre au Département, il consiste en une bonne bibliothèque et le laboratoire d'informatique. Il s'y ajoute l'utilisation du Centre de Calcul. Nous insistons que les activités décrites dans la partie 3 (3ème cycle, visiteurs et professeurs invités, séminaires et conférences, thèses) sont d'une extrême importance.

Financement de la recherche: Moyens à disposition du Département (voir 1.7). Ces moyens sont essentiellement utilisés pour la bibliothèque (crédit extraordinaire) et les activités décrites sous 3.

Le paragraphe suivant est subdivisé selon les domaines de recherche et, à l'intérieur de ces domaines, par unités (en général un professeur et ses assistants et collaborateurs).

4.1. Description sommaire des domaines de recherche

- ALGEBRE (Prof. André) :

Applications de l'algèbre homologique à l'algèbre commutative.

Voir liste des publications.

- GEOMETRIE (Prof. de Siebenthal) :

Etude des algèbres de LIE semi-simples et leurs représentations.

- ANALYSE

• Analyse numérique (Prof. Descloux) :

Régularité L^∞ de solutions approchées d'équations elliptiques par éléments finis.

Equations paraboliques dégénérées.

Intégration numérique d'équations aux dérivées partielles hyperboliques.

Calcul numérique du spectre d'opérateurs non compacts (en collaboration avec le Laboratoire de Recherche sur la Physique des Plasmas).

Ecoulements de fluides compressibles pseudo-tridimensionnels (en collaboration avec l'Institut de Thermodynamique).

Voir liste des publications.

• Contrôle optimal et équations différentielles (Prof. Arbenz) :

Filtrage statistique; commande optimale des processus différentiels déterministiques et stochastiques; commande optimale des systèmes gouvernés par des équations aux dérivées partielles; problèmes de stabilité des oscillateurs non-linéaires couplés.

Voir 4.2 et liste des publications.

• Théorie de la mesure et de l'intégration (Prof. Chatterji) :

Voir sous "Probabilité".

• Analyse fonctionnelle (Prof. Zwahlen) :

Opérateurs linéaires. Etudes d'équations non-linéaires dépendant d'un paramètre. Applications à des problèmes émanant de la mécanique statistique et de la mécanique quantique.

Voir 4.2 et liste des publications.

- PROBABILITE (Prof. Chatterji)

Théorie de la mesure et de l'intégration, processus stochastiques.

Voir 4.2 et liste des publications.

- STATISTIQUE APPLIQUEE (Prof. Nüesch) :

Voir 4.2 et liste des publications.

- INFORMATIQUE

• Informatique appliquée (Prof. Rapin) :

Implantation expérimentale du langage PASCAL sur l'ordinateur PDP-11 du Département.

Définition de langages généraux permettant l'accès à toutes les facilités de l'ordinateur et l'emploi de structures de données avancées.

Définitions de langages généraux permettant une formulation plus naturelle des algorithmes.

Implantation de tels langages sur le CDC-Cyber-7326 et le PDP-11-40.

• Informatique théorique (Prof. Coray) :

Sémantique des Langages de Programmation, avec D. Gurtner, doctorant ($\frac{1}{2}$ poste financé par le Fonds National).

Natural Language Understanding Systems, avec Philip Hayes, doctorant. Etude des méthodes de résolution des ambiguïtés des langues naturelles notamment pour le cas des références pronomiales.

Noyau d'un Système de Gestion d'Ordinateur, avec A. Schiper, doctorant. Le système est prévu pour l'ordinateur PDP 11 du Laboratoire et doit présenter des primitives de contrôle (récurrence, parallélisme) typiques des processus de "résolution automatique de problèmes".

Voir liste des publications.

- RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. de Werra) :

Un programme d'élaboration d'horaires scolaires a été mis en exploitation. Ce programme, après une présentation, est déjà utilisé par de nombreux établissements scolaires.

Théorie des graphes: études théoriques et applications à des problèmes d'optimisation.

Programmation combinatoire: études et applications à des problèmes de répartition proportionnelle et des problèmes de distribution.

Voir 4.2 et liste des publications.

- HISTOIRE DES MATHEMATIQUES (Prof. de Siebenthal)

Une étude systématique portant sur les mathématiciens de l'Islam et sur leurs textes disponibles a été entreprise dans le but de constituer un ensemble de traductions intégrales.

4.2. Abstracts

Ces abstracts décrivent des recherches avancées ou achevées et soumises à la publication ou à paraître.

Par contre, les publications déjà parues n'y sont pas résumées (voir liste des publications).

Voir annexe.

4.3. Publications scientifiques et publications internes

Voir annexes.

5. SERVICES

Comme nous l'avons dit dans l'introduction, cette partie contient un résumé de toutes les activités que le Département met à la disposition de l'Ecole. Ces services peuvent être caractérisés de la manière suivante:

Mettre l'infrastructure (par exemple des programmes) et les personnes compétentes à la disposition des scientifiques et des ingénieurs de l'Ecole qui sont amenés, dans la poursuite de leur recherche, à résoudre des problèmes mathématiques. En général, il s'agit d'aider et de conseiller les non-mathématiciens à appliquer efficacement des théories et des résultats existants. On peut donc parler d'une activité interdisciplinaire. A notre point de vue, elle ne fait pas partie de la recherche, mais elle peut contribuer à la recherche d'autres instituts de l'Ecole. Par leur nature et malgré leur importance, ces services ont une existence peu en vue.

5.1. Bibliothèque de programmes et service conseil en analyse numérique

M. Depeursinge (professeur responsable: J. Descloux)

Ce service a amélioré ou remplacé plusieurs paquets de programmes et implanté de nouveaux. Il s'agit de programmes traitant l'intégration d'équations différentielles (DIFEQ), la résolution d'un système d'équations linéaires (SYSLIN) et le calcul des valeurs propres d'une matrice (EISPACK). De plus, M. Depeursinge a été sollicité plus de quarante fois pour des questions d'analyse numérique, notamment moindres carrés non linéaires, intégration numérique, interpolation, lissage.

Grâce à l'effort et l'esprit de collaboration de M. Depeursinge, ce service donne entière satisfaction à ses usagers.

5.2. Service en géométrie appliquée

M. Saillen (professeur responsable: J. de Siebenthal)

Pour l'enseignement, ce service a réalisé

- un film (durée 8 min. 40) sur deux surfaces réglées;
- de nombreux dessins automatiques sur le même sujet.

Le film a été projeté dans une séance publique.

De plus, dans le but de constituer un catalogue aussi complet que possible (étude théorique, classification, historiques) sur

les courbes et surfaces, plusieurs programmes ont été réalisés, notamment un algorithme et un programme correspondant pour le traitement de la visibilité lors de la représentation en perspective d'une surface paramétrée quelconque.

Finalement, M. Saillen a collaboré avec une classe d'étudiants en Architecture ainsi qu'avec l'Institut de Statique (utilisation de l'ordinateur pour la représentation de surfaces et l'études des ombres).

5.3. Statistique

M. Lejeune (professeur responsable: P. Nüesch)

Comme pour l'année dernière, l'activité dans ce domaine a augmenté encore une fois considérablement. On compte une moyenne de 4 à 5 consultations par semaine. Une durée prolongée de notre participation s'est avérée nécessaire pour 8 études statistiques.

L'implantation de la version SPSS (statistical package for the social sciences) a permis à beaucoup d'utilisateurs d'exécuter une analyse statistique sans avoir recours à notre service de conseil.

Mentionnons pour les spécialistes:

- Implantation d'une nouvelle version SPSS (version 6.0).
- Révision de la bibliothèque de programmes statistiques de POLYFTN : élimination de programmes périmés, adaptation et introduction de nouveaux programmes.

Une collaboration avec le Centre de Calcul de l'EPFZ s'est établie pour acquérir les programmes BMDP.

L'état actuel des programmes statistiques est résumé ainsi: SPSS (2ème version 6.0); Polyftn (5 nouveaux programmes); CERN; BMDP (à suivre).

5.4. A part de ces services traditionnels, plusieurs autres unités se sont chargées de tâches spécifiques ou ont été sollicitées par différents instituts de l'Ecole.

C'est ainsi que la Chaire d'Informatique théorique a poursuivi ses travaux pour réaliser la salle de terminaux: L'aménagement du pavillon 5 est presque terminé. Des 16 terminaux prévus, 3 ont été achetés jusqu'ici, tous des modèles différents (après une certaine expérience, l'acquisition définitive est prévue pour 1976).

Installation du "hardware" : Tout l'équipement est maintenant livré et en état de fonctionnement à l'exception des MODEMS. La liaison avec le Centre de Calcul joue.

Réalisation du "software" : Le retard accusé dans la livraison d'une partie de l'équipement a aussi retardé la mise au point du software; cependant, le moniteur est essentiellement terminé. Il reste à réaliser les programmes d'interface, ce qui devrait être fait dans environ trois mois.

Enfin, le groupe de Recherche opérationnelle (Prof. de Werra et ses collaborateurs) a été souvent sollicité par des instituts de l'Ecole et des organismes extérieurs. Ces consultations ont porté sur divers sujets (implantation optimale d'un réseau de distribution d'électricité, programmation linéaire, méthodes multicritères, problèmes d'horaires, ordonnancement, etc.).

Le chef du Département 1975



B. Zwahlen

Lausanne, le 27 janvier 1976
BZ/jg

LISTE DES COURS (cours et exercices) DONNES PAR DES MEMBRES DU DMA AU SEMESTRE D'ETE 1975

Cours	Sections	nombre d'heures cours/exercices	Enseignants
<u>1 e r C Y C L E</u>			
Analyse II	Math.Phys.Fac.	4 + 4	Blanc
Analyse II	El.Méc.MX	4 + 4	Zwahlen
Analyse II	GC.GR & Géom.	4 + 3	Coray
Mathématiques et Géométrie II	Arch.	3 + 3	Rüegg
Algèbre linéaire & Géométrie II	El.Méc.MX	2 + 2	Cairolì
Algèbre linéaire II	GC.GR & Géom.	2 + 2	Nüesch
Géométrie II	Math.Phys.Fac.	4 + 2	de Siebenthal
Géométrie descriptive	GC.GR	2 + 1	Nüesch / Wohlhauser
Programmation	El.	1 + 2	Arbenz
Programmation	Méc.MX	30	Arbenz
Programmation	Chimie	1 + 2	Rapin
Analyse IV	Math.Phys.Fac.	3 + 2	Descloux
Analyse IV	El.Méc.MX	3 + 2	Arbenz
Analyse IV	GC.GR & Géom.	2 + 1	Rapin
Introduction à la théorie des probabilités	Math.Phys.Fac.	3 + 2	de Werra
Probabilité et Statistique	El.Méc.MX	2 + 1	Rüegg
Programmation	GC.GR & Géom.	1 + 1	Coray

Liste des cours été 1975 (suite)

Cours	Sections	nombre d'heures cours/exercices	Enseignants
<u>2 è m e C Y C L E</u>			
Analyse VI	Math.	4 + 2	Chatterji
Algèbre & Géométrie	Math.	4 + 2	André
Histoire des Mathématiques	Math.	2	de Siebenthal
Analyse appliquée	Math.El.Phys.	2 + 1	Blanc
Analyse fonctionnelle et applications	Math.Phys.	2 + 1	Zwahlen
Analyse numérique A	Math.El.Phys.	2 + 1	Descloux
Processus stochastiques	Math.Phys.	2 + 1	Cairolì
Statistique appliquée B	Math.	2 + 1	Nüesch
Algèbres	Math.	2 + 1	André
Méthodes mathématiques de la physique	Math.Phys.	2 + 1	Matzinger
Programmation II & III	Math.El.Phys.	2 + 1	Rapin
Informatique théorique A	Math.El.Phys.	2 + 1	Coray
Optimisation	Math.Phys.	2 + 1	de Werra
Simulation	GC.Méc.Chimie	20	Bobillier
Equations aux dérivées partielles	GC	20	Blanc
Mathématiques	Arch.	4	Matzinger

	Nombre d'heures	Enseignants
3 è m e C Y C L E Département de Mathématiques		
Voir programme en page 8 du présent rapport		
3 è m e C Y C L E Génie de l'Environnement		
Programmation Probabilité et Statistique Recherche opérationnelle Modèles mathématiques Graphes et applications	150 heures au total pour l'année civile	Rapin Lejeune Rochat de Werra
3 è m e C Y C L E Génie-Civil		
Introduction à la Statistique		Nüesch
3 è m e C Y C L E Protection de l'Air		
Programmation		Coray

LISTE DES COURS (cours et exercices) DONNES PAR DES MEMBRES DU DMA AU SEMESTRE D'HIVER 1975/76

Cours	Sections	nombre d'heures cours/exercices	Enseignants
<u>1 e r C Y C L E</u>			
Analyse I	Math.Phys.Fac.	4 + 4	Zwahlen
Analyse I	El.Méc.MX	4 + 4	Matzinger
Analyse I	GC.GR & Géom.	4 + 3	Chatterji
Mathématiques & Géométrie I	Arch.	4 + 2	Rüegg
Algèbre linéaire & Géométrie I	El.Méc.MX	2 + 2	Cairolì
Algèbre linéaire I	GC.GR & Géom.	2 + 2	Nüesch
Géométrie I	Math.Phys.Fac.	4 + 2	de Siebenthal
Géométrie descriptive	GC.GR & Géom.	2 + 2	Nüesch / Wohlhauser
Géométrie descriptive	El.Méc.	2 + 1	Cairolì / Métraux
Géométrie descriptive	Arch.	2 + 2	Rüegg
Programmation (cours concentré)	Méc.MX	30	Coray
Analyse III	Math.Phys.Fac.	3 + 2	Descoux
Analyse III	El.Méc.MX	3 + 2	Arbenz
Analyse III	GC.GR & Géom.	2 + 2	Matzinger / Froidevaux
Analyse numérique et Programmation	Math.Phys.Fac.	3 + 2	de Werra
Groupes et Tenseurs	Phys.	2 + 1	Matzinger
Analyse numérique	El.Méc.	2 + 1	Arbenz
Probabilité et Statistique	El.Méc.MX	1 + 1	Rüegg
Probabilité et Statistique	GC.GR & Géom.	1 + 1	Nüesch

Liste des cours hiver 75/76 (suite)

Cours	Sections	nombre d'heures cours/exercices	Enseignants
<u>2 è m e C Y C L E</u>			
Analyse V	Math.	4 + 2	Chatterji
Algèbre & Géométrie	Math.	4 + 2	André
Histoire des Mathématiques	Math.	2	de Siebenthal
Recherche opérationnelle	GC	20	Bobillier
Traitement de l'Information	GC	20	Coray
Analyse appliquée	Math.El.Phys.	2 + 1	Arbenz
Analyse numérique B	Math.El.Phys.	2 + 1	Descloux
Théorie des probabilités	Math.	2 + 1	Cairol
Statistique appliquée A	Math.Phys.	2 + 1	Nüesch
Topologie appliquée	Math.	2 + 1	André
Méthodes mathématiques de la physique	Math.Phys.	2 + 1	Matzinger
Structures d'information et fichiers	Math.El.	2 + 1	Rapin
Informatique théorique B	Math.El.	2 + 1	Coray
Graphes et Combinatoire	Math.Phys.	2 + 1	de Werra
Equations aux dérivées partielles	Math.Phys.	2 + 1	Zwahlen
Programmation (fac.)	GC.GR & Géom.	15	Coray
Programmation	Arch.	2	Rapin

Cours	Sections	nombre d'heures cours/exercices	Enseignants
<u>Cours spéciaux pour ingénieurs ETS</u>			
Analyse	Ing. ETS	4 + 4	Rapin
Probabilité et Statistique	Ing. ETS	1	Rüegg / Mohammedi
<u>3ème cycle du Département de Mathématiques</u>			
Voir programme en page 8 du présent rapport			
<u>3ème cycle du Génie-Civil</u>			
Introduction à la Statistique		2	Nüesch
<u>3ème cycle du Génie de l'Environnement (année civile 1976)</u>			
Mêmes cours et enseignants qu'en 1975			
<u>3ème cycle Protection de l'Air</u>			
Structuration des problèmes de traitement de données		6	Coray
<u>Divers</u>			
Cours PASCAL pour collaborateurs, ingénieurs, enseignants		2	Coray

CONTROLE OPTIMAL ET EQUATIONS DIFFERENTIELLES

- K. Arbenz "Deterministische und Stochastische Optimale Steuerung"
rt-Regelungstechnik; Zeitschrift für Steuerung, Regelung
und Prozessdatenverarbeitung.

Soumis pour publication.

Der Autor diskutiert die Annahmen, Problemformulierung und mathematische Lösung der linearisierten stochastischen optimalen Steuerung eines nichtlinearen Prozesses mit weissem normalverteiltem Rauschen in der Umgebung einer optimalen Trajektorie des deterministischen Problems.

Es wird gezeigt, wie man mit Hilfe der linearen Störungstheorie, stochastischer Parameterschätzung und der Theorie der optimalen Steuerung eines linearen Systems mit quadratischen Gütekriterien einen Regelkreis mit Rückkopplung erhält.

- K. Arbenz "An Application of the z-Transform in Railroad Track Maintenance".

Soumis pour publication dans le Journal of Engineering Mathematics.

Railroad are experiencing a dramatic resurgence in many parts of the world, requiring an ever increasing need for mechanized track maintenance.

As railroad maintenance becomes subject to more rigid government standards, the state of the track and roadbed must be checked more frequently to ensure correct levelling of the track.

This is accomplished by tamping the roadbed ballast with a self-propelled machine, equipped with tamping tools, jacking apparatus, and a measurement base which establishes a perfectly level longitudinal and transverse track reference.

In this paper, the track levelling operation is analysed by means of the z-transform, obtaining a closed-form expression for the reduction of the track deviation from a straight-line reference after one or more passages of the tamping machine.

- J.-C. Martin "Prediction of the Solution of a Class of Parabolic Equation using Spatial Averaging Sensors".

A paraître dans ASME Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control.

Pour déterminer la solution à un instant t d'un système à paramètres distribués du type parabolique, on a en général besoin d'un "grand" nombre de senseurs répartis sur le domaine spatial ou sur la frontière. Dans cet article, on montre que pour certains opérateurs paraboliques on peut déterminer la solution à l'instant t à l'aide d'une seule observation sur un intervalle de temps non nul. On donne une démonstration constructive permettant de résoudre numériquement le problème.

J.-C. Martin "Controllability and Observability of Parabolic Systems".

Soumis pour publication dans le SIAM Journal of Control.

Récemment, Y. SAKAWA a montré que pour contrôler (observer) un système parabolique de multiplicité finie m , il fallait au moins m contrôles (senseurs). Dans cet article, on montre que si on utilise une commande (observation) à balayage discret alors on peut résoudre les problèmes de contrôlabilité et observabilité en n'utilisant qu'un seul contrôle ou senseur.

U. Graf "Die Anwendung Asymptotischer Darstellungen von Parameterintegralen auf eine Klasse von Nichtlinearen Schwingungsproblemen". (Thèse)

Das untersuchte Problem ist aus dem Gebiet der nichtlinearen Schwingungen entnommen, wobei die Anregung dazu vom folgenden Problem aus der Uhrenindustrie ausging: Die Unruhe einer mechanischen Uhr wird mittels kleiner Magnete mit einem zweiten schnelleren Schwinger (z.B. Stimmgabel) gekoppelt, um die Ganggenauigkeit der Uhr zu verbessern.

Die theoretischen Methoden zur Behandlung dieses Problems sind einerseits durch die Störungstheorie von Krylov-Bogoliubov und andererseits durch die Theorie der asymptotischen Entwicklung von Integralen (Methode von Laplace) vorgegeben.

Leider verunmöglicht aber die starke nichtlineare Charakteristik der magnetischen Kopplung eine schablonenmäßige Anwendung der Störungstheorie, da sich die auftretenden Zentrierungsintegrale nicht in geschlossener Form darstellen lassen. Dieses in der Literatur nicht behandelte Problem kann jedoch dadurch gelöst werden, dass die auftretenden Integrale asymptotisch bestimmt werden, was gerade dank der starken nichtlinearen Charakteristik der Kopplung erleichtert wird. Das Verfahren zur Bestimmung der asymptotischen Integrale wird in der Arbeit ausgebaut, was dann ermöglicht, das gemittelte System der ursprünglichen Differentialgleichung zu bestimmen. Alle weiteren Untersuchungen werden dann mittels numerischer Integration effizient durchgeführt.

ANALYSE FONCTIONNELLE

P. Bader "Problèmes variationnels".

Etudes de problèmes variationnels associés aux équations aux dérivées partielles linéaires et non-linéaires, en particulier l'existence et l'unicité de solutions, convergence de suites minimisantes.

J. Emmerth "Sur une Equation Différentielle non-linéaire qui décrit un Système Coulombien à une Composante".

Il s'agit d'une équation à argument retardé qui dépend d'un paramètre T (température). Nous démontrons d'abord la bifurcation d'une branche de solutions non-triviales en fonction de T .

Etude des propriétés de ces solutions et leur comportement asymptotique (c'est-à-dire quand $T \rightarrow 0$). L'étude de cette équation nous a été proposée par M. le Prof. Choquard du Laboratoire de Physique Théorique.

G. Iffland "Itérations Monotones pour des Equations non-linéaires".

Etude d'équations non-linéaires dépendant d'un paramètre dans un espace de Banach partiellement ordonné; le terme non-linéaire est un polynôme homogène.

Démonstration d'existence et approximation d'une solution positive par des itérations monotones. Application aux équations aux dérivées partielles, en particulier des équations du type Hartree de la mécanique quantique.

PROBABILITE

S.D. Chatterji "Vector-valued Martingales and their Applications".

Soumis pour publication dans Lecture Notes, Springer-Verlag.

Le but de cet article est de présenter une vue d'ensemble de la théorie des martingales vectorielles et présenter un certain nombre d'applications de cette dernière théorie aux questions concernant des processus stochastiques scalaires à paramètres multi-dimensionnelles. Après avoir rappelé les définitions fondamentales, on donne les théorèmes principaux de convergences des martingales vectorielles. Les applications concernent (1) la représentation de Karhunen-Loève des processus gaussiens; (2) les lois de grands nombres pour les suites de variables aléatoires multi-indexées; (3) la convergence des martingales scalaires à plusieurs paramètres.

S.D. Chatterji "Differentiation of measures".

Soumis pour publication dans Lecture Notes, Springer-Verlag.

Dans cet article, on généralise au cas vectoriel les théorèmes démontrés par l'auteur, dans le cas des mesures réelles, dans un travail antérieur (Manuscripta Math. 4, 213-224 (1971)). Ces généralisations mettent en relief la propriété dite de Radon-Nikodym (RNP) des espaces de Banach. Cette dernière propriété, introduite par l'auteur (Math. Scand. 22, 21-41, 1968) joue un rôle important dans l'étude des propriétés géométriques des espaces de Banach. Diverses applications à la théorie de différentiation dans \mathbb{R}^n et une conjecture concernant cette théorie dans les groupes localement euclidiens complètent le travail.

STATISTIQUE

M. Lejeune "A Maximum Likelihood Approach to Prediction".

Soumis pour publication au Journal of American Statistical Association.

Une nouvelle approche est présentée pour le problème de la prévision d'un résultat d'échantillon à partir d'un échantillon observé, dans une population de paramètre inconnu θ . La prévision se fait sur la base de la "fonction prévisionnelle du maximum de vraisemblance" obtenue en maximisant par rapport à θ la distribution conjointe des échantillons passé et futur. Les propriétés de cette fonction sont étudiées, et des applications simples sont décrites.

P. Nüesch "Une démonstration multivariée du principe d'équivalence".

Soumis pour publication à Annals of Statistics.

Cette démonstration du principe d'équivalence de E.S. Andersen (Mat. Scand. I (1953) 263-285, Mat. Scand. II (1954) 195-223, Des fluctuations des sommes variables aléatoires I, II) repose sur une réduction de la dimensionnalité et l'introduction de certaines structures de corrélation. Cette technique multivariée courante permet d'arriver à une démonstration rapide du principe, mais toutefois avec quelques restrictions sur sa forme générale.

RECHERCHE OPERATIONNELLE

D. de Werra "Some Remarks on Good Colorations".

A paraître dans le Journal of Combinatorial Theory.

If in a hypergraph H where no node belongs to more than p edges, there exists a good k -coloring, then there exists also a good k -coloring S_1, S_2, \dots, S_k such that

$$\max_{i \leq k} |S_i| \leq (p-1) \min_{i \leq k} |S_i| + 1$$

Good k -coloring of edges in multigraphs are examined and a result of Folkman and Fulkerson is extended to the case of equitable colorings.

D. de Werra "An Extension of Bipartite Multigraphs".

A paraître dans Discrete Mathematics.

It is known that bipartite multigraphs have an equitable k -coloring (and hence a good k -coloring for each $k \geq 2$). In this paper we characterize a class of multigraphs which may be considered as a generalization of bipartite multigraphs in the sense that they have a good k -coloring for each $k \geq 2$. A more restrictive class is derived where all multigraphs have an equitable k -coloring for each $k \geq 2$.

D. de Werra "Some Coloring Techniques".

Soumis pour publication à Discrete Mathematics.

By combining several coloring methods (partial recoloring or node splitting for instance) one may easily derive some results on edge coloring in multigraphs (or node coloring in hypergraphs).

D. de Werra "Everything you always wanted to know about S.Ex".

A paraître dans les Proceedings of the DGOR-ASRO Conference - Interlaken, Sept. 1975.

As soon as compactness or non-compactness or unavailability constraints appear in scheduling problems, graphtheoretical models do not seem to be quite appropriate. In this paper we try to show how some particular cases of the above mentioned requirements may be handled in an edge coloring model.

D. Brélaz, Y. Nicolier, D. de Werra "Compactness and Balancing in Scheduling".

A paraître dans Zeitschrift für Operations Research.

We consider in this paper some graph-theoretical models for scheduling problems; we concentrate on 2 types of requirements which arise in real life situations: first a good schedule must be compact, i.e. there must not be too many interruptions of work for each machine and for each agent. Besides, a schedule should be balanced in the sense that for all periods the numbers of jobs which are processed simultaneously should be almost the same.

We show how these requirements can be taken into account in some models based on graphs.

R. Ostermann "Quelques Expériences de Confection Automatique d'Horaires".

A paraître dans les Proceedings of the DGOR-ASRO Conference - Interlaken, Sept. 1975.

On formule ici les contraintes qui sont le plus souvent présentes dans des problèmes d'horaires scolaires; puis l'on décrit quelques expériences faites avec le programme d'élaboration d'horaires scolaires qui est mis au point à l'EPFL.

J.-P. Leyvraz "Représentation Proportionnelle et Formation de Classes Scolaires".

On étudie ici la méthode en vigueur en Suisse pour répartir les sièges entre les partis lors de l'élection au scrutin proportionnel au point de vue de ses propriétés mathématiques. On définit une méthode duale de la précédente qu'on présente dans le cadre d'un problème de formation de classes scolaires.

J.-C. Rochat "Some problems of Optimisation in Queuing Systems".

A paraître dans les Proceedings of the DGOR-ASRO Conference - Interlaken, Sept. 1975.

Après avoir examiné l'ensemble des problèmes qui se posent pour l'optimisation des systèmes de files d'attente, on discute le cas de la minimisation d'une fonction convexe sous la contrainte que le temps d'attente moyen W_q ne doit pas dépasser une valeur donnée W_{q0} . L'exemple considéré est la classe de systèmes $M/M/s(\infty)$. On démontre que ce problème a une solution unique.

LISTE DES PUBLICATIONSPublications scientifiquesALGEBRE

- André, M. Artin's theorem on the solutions of analytic equations in positive characteristic. Manuscripta Mathematica 15 (1975) 341-347.
- Brodmann, M. Ueber die minimale Dimension der assoziierten Primideale der Kompletion eines lokalen Integritätsbereiches. Commentarii Mathematici Helvetici 50 (1975) 219-232.

GEOMETRIE

- Bachmann, O. Ueber eine Klasse verallgemeinerter affiner Räume. Monatshefte für Mathematik 79 (1975) 285-297.

ANALYSE NUMERIQUE

- Clément, Ph. Approximation by finite element functions using local regularization. Revue Française d'Automatique, Informatique, Recherche opérationnelle (1975) 78-84.
- Descloux, J. Interior regularity and local convergence of Galerkin finite element approximations for elliptic equations. Topics in Numerical Analysis II (John Miller Editor), Academic Press London (1975) 27-42.
- Froidevaux, H. A finite elements method for the resolution of nonlinear boundary-value problems. The Mathematics of finite elements and applications. Proceedings of the Brunel University Conference of the Institute of Mathematics and its Applications, April, 1975. Edited by J.R. Whiteman.

- Froidevaux, H. Une méthode d'éléments finis pour le calcul de la distribution du potentiel électrostatique dans certains cas non-linéaires.
Symposium International. Techniques de la haute tension. EPF-Zurich, Sept. 1975, 22-24. Editeur: ASE.
- Nassif, N.R. Padé-Galerkin methods for parabolic partial differential equations.
Journées "Elements Finis", Mai 1975, Université de Rennes.
- Rappaz, J. (avec Appert K., Berger D., Gruber R.)
A new finite element approach to the normal mode analysis in magnetohydrodynamics.
Journal of Computational Physics 18, no. 3 (1975) 284-298.
- Rappaz, J. Approximation du spectre d'un opérateur non compact.
Journées "Elements Finis", Mai 1975, Université de Rennes.

CONTROLE OPTIMAL ET EQUATIONS DIFFERENTIELLES

- Graf, U. Quelques aspects mathématiques d'un couplage magnétique entre deux oscillateurs de fréquences propres différentes.
Bulletin annuel de la Société Suisse de Chronométrie, VII (1975) 61-66.
- Martin, J.-C. Optimal scanning control of parabolic systems.
International Journal of Control 21, no.2 (1975) 305-317.

ANALYSE FONCTIONNELLE

- Gustafson, K. - Zwahlen, B. On operator radii.
Acta Math. Szeged 36 (1974) 63-68 (paru en 1975).

PROBABILITE

- Chatterji, S.D. (avec Mandrekar, V.)
Sur la quasi-invariance des mesures sous les translations.
C.R. Acad. Sc. Paris 281 (1975) 581-583.

STATISTIQUE APPLIQUEE

- Seal, H.L. The story of 100 actuarially guaranteed no-ruin casualty insurance companies. Astin. Bull. 8 (1975) 364-377.
- Seal, H.L. A note on the use of Laguerre polynomials in the inversion of Laplace transforms. Bl. Deutsch. Ges. Versicherungsmath. 12 (1975) 131-134.

INFORMATIQUE THEORIQUE

- Coray, G. - Hatcher, W.S. A logical framework for large file information handling. Information Sciences 8 (1975) 27-38.
- Coray, G., Noetzel, A. and Selkow, S.M. Order independence in local clustering algorithms. Computer Graphics and Image Processing 4 (1975) 120-132.

RECHERCHE OPERATIONNELLE

- de Werra, D. How to color a graph. "Combinatorial Programming: Methods and Applications" (B. Roy ed.) NATO Adv. Stud. Inst., D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, Holland (1975) 305-325.
- de Werra, D. A few remarks on Chromatic Scheduling. Ibid. 337-342.
- de Werra, D. Good and equitable edge colorings. Cahiers du C.E.R.O. 17, no. 2-3-4 (1975) 417-426.
- de Werra, D. On a particular conference scheduling problem. INFOR J. 13, no. 3 (1975) 308-315.
- Leyvraz, J.-P. and Rochat, J.-C. On an apportionment method. Revue Belge de Statistique et Recherche Opérationnelle 15 (1975) 1-10.

Publications internes (cours)

- | | |
|----------------------------|---|
| Coray, G. | Analyse (Introduction au calcul différentiel et intégral avec méthodes numériques). Trois volumes. |
| Coray, G. avec Gurtner, D. | Introduction à la Programmation.
Cours d'initiation basé sur l'utilisation de CDC, série 6000 avec Scope 3.4 et du langage Pascal. |
| Lejeune, M. | Introduction à la statistique pour les sciences expérimentales. |
| Nüesch, P. | Algèbre linéaire I.
Algèbre linéaire II. |
| Rapin, Ch. | Structures d'information et fichiers (en 3 parties).
Introduction à la programmation Fortran. |
| Rüegg, A. | Géométrie pour architectes. |
| de Werra, D. | Graphes et Réseaux (2ème partie). |



APPLICATION DE LA THEORIE DES EQUATIONS DIFFERENTIELLES A UN PROBLEME D'HORLOGERIE

Chaque mouvement d'horlogerie contient comme composante essentielle un élément vibrant. Cet oscillateur peut être mécanique comme par exemple un pendule, un balancier, un diapason ou un quartz, ou il peut être réalisé par un circuit électronique. C'est la période de l'oscillateur qui sert de base à la mesure du temps. Il est donc important que cette période soit une constante. Le mouvement d'un oscillateur est décrit par une équation différentielle et l'on s'intéresse à l'existence et à la stabilité d'une solution périodique. En général l'équation différentielle sera non linéaire. La théorie des oscillations non linéaires, branche spéciale de la théorie des équations différentielles, est aujourd'hui un vaste domaine en constant développement. L'étude d'une équations non linéaire est notoirement compliquée. Mais dans beaucoup de cas, l'influence des divers facteurs non linéaires peut être considérée comme relativement faible, ce qui permet d'avoir recours à une méthode de perturbation. C'est à Henri Poincaré que sont dues presque toutes les méthodes de perturbation connues aujourd'hui. En général, elles ont leur origine dans la mécanique céleste.

Examinons maintenant le cas d'une montre mécanique classique.

Le mouvement oscillant du balancier peut être décrit par l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\kappa_1 \frac{dx}{dt} + (1-\vartheta_0)x + \mu x^3 = \Delta E \cdot \mathcal{A} \left(x, \frac{dx}{dt} \right) \quad (1)$$

où x est l'élongation du balancier,

le terme $(1-\vartheta_0)x + \mu x^3$, $|\mu| \ll 1$, décrit la spirale faiblement non linéaire

la fonction non linéaire $\mathcal{A} \left(x, \frac{dx}{dt} \right)$ décrit le mécanisme de l'échappement et le facteur ΔE représente la quantité d'énergie fournie au système-balancier pendant chaque période par l'échappement.

Une caractéristique générale d'une oscillation non linéaire est que sa période peut dépendre de son amplitude, ce qui est ici le cas. L'amplitude elle-même dépend du facteur ΔE qui n'est pas constant au cours de la journée. Donc une imprécision plus ou moins grande de la montre en résulte. Des essais, effectués à l'Institut de Microtechnique EPF-L, ont montré que l'on peut diminuer la sensibilité de la période par rapport à une variation de paramètres, par exemple ΔE , en couplant le balancier avec un deuxième oscillateur de haute fréquence, comme un diapason. La caractéristique fortement non linéaire du couplage, réalisé à l'aide de petits aimants, rend possible un rapport de pulsations propres assez élevé des deux oscillateurs. Le système des deux oscillateurs couplés est maintenant décrit par :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\kappa_1 \frac{dx}{dt} + (1-\vartheta_0)x + \mu x^3 = \Delta E \cdot \mathcal{A} \left(x, \frac{dx}{dt} \right) + \alpha \mathcal{F}(x-y) \quad (2)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2\kappa_2 \frac{dy}{dt} + N^2 y = -\gamma \alpha \mathcal{F}(x-y)$$

où y désigne l'élongation du 2ème oscillateur et $\alpha \mathcal{F}(x-y)$ représente le couplage magnétique.

L'examen mathématique de l'équation (1), celle qui décrit le mouvement du balancier seul, est une routine, ce qui n'est point le cas pour le système couplé (2). Les difficultés supplémentaires ont une origine triple : (i) Le système (2) est d'ordre 4, ce qui implique qu'il n'existe pas une théorie qualitative comme celle de Poincaré-Bendixon pour les systèmes d'ordre 2. (ii) Le système (2) est sous le régime de la résonance interne, ce qui complique tous les calculs de perturbation. (iii) La fonction de couplage $\mathcal{F}(u)$ est telle qu'elle ne peut être approchée par un polynôme simple. Ce fait apparemment mineur a d'abord rendu impossible l'application d'une théorie de perturbation et la littérature existante n'a pas pu nous aider. Finalement, nous sommes arrivés à surmonter cette difficulté en remarquant que la caractéristique fortement non linéaire du couplage rend justement possible l'application d'une autre théorie, qui au premier abord n'a rien à faire avec les problèmes d'oscillations non linéaires; c'est la théorie des développements asymptotiques des intégrales dépendant d'un paramètre. En faisant le pont entre la théorie de perturbation des équations différentielles et la théorie des développements asymptotiques des intégrales dépendant d'un paramètre, nous avons non seulement réussi à traiter le système (2) et à confirmer, sur une base purement mathématique, les résultats expérimentaux, mais nous avons en outre trouvé une

méthode qui est applicable à une classe plus vaste de problèmes d'oscillations non linéaires.

Urs Graf

Département de Mathématiques
EPF - Lausanne

Références :

- Graf, U. "Die Anwendung asymptotischer Darstellungen von Parameterintegralen auf eine Klasse von nicht-linearen Schwingungsproblemen".
Thèse No. 232 EPF-L, 1975.
- Graf, U. "Quelques aspects mathématiques d'un couplage magnétique entre deux oscillateurs de fréquences propres différentes".
Bulletin annuel de la Société Suisse de Chronométrie, VII (1975) 61-66.