

RAPPORT D'ACTIVITE ET SCIENTIFIQUE

1987

DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES

## T A B L E   D E S   M A T I E R E S

---

### 1. ACTIVITE DU DEPARTEMENT

	page(s)
1.1 INTRODUCTION - EVENEMENTS IMPORTANTS	1 - 2
1.11 Activités des organes du Département	3
1.12 Commissions du Département	3
1.13 Commissions d'Ecole	3
1.14 Bibliothèque du Département	4
1.2 POLITIQUE D'ENSEIGNEMENT	
1.21 Enseignement au 1er cycle pour les sections	5
1.22 Enseignement au 2ème cycle pour les sections	5
1.23 Plan d'études de la section de mathématiques	6
1.24 Charges d'enseignement des enseignants	7 - 13
1.3 POLITIQUE DE LA RECHERCHE	
1.31 Description générale de la recherche	14
1.32 Liste des publications scientifiques	15 - 27
1.4 PROFESSEURS INVITES	28

### 2. ACTIVITE DES UNITES

2.1 MANIFESTATIONS PEDAGOGIQUES	
2.11 Formation continue et perfectionnement	29
2.12 Liste des cours polycopiés	30
2.13 Liste des travaux de diplôme	30 - 32
2.14 Voyages d'études	32
2.2 RECHERCHES	33 - 142
2.3 RELATIONS IMPORTANTES AVEC L'EXTERIEUR	
2.31 Manifestations scientifiques à l'extérieur	143 - 150
2.32 Mandats et expertises	150 - 153
2.33 Commissions, conseils scientifiques hors de l'Ecole	153 - 155

## 1. ACTIVITE DU DEPARTEMENT

## 1.1 INTRODUCTION - EVENEMENTS IMPORTANTS

- Le 1.10.87, deux nouveaux professeurs sont entrés en fonctions : MM. J. Rappaz, professeur en analyse et simulation numériques, et B.V. Faltings, professeur en intelligence artificielle.
  - 3e cycle.  
Cours postgrade en Informatique Technique : méthodes et applications de l'intelligence artificielle. 43 certificats et 3 attestations ont été délivrés.  
Analyse : Equations différentielles ordinaires et aux dérivées partielles : théorie et méthodes numériques. 18 certificats et 5 attestations ont été délivrés.
  - Les différentes spécialisations ont organisé une soixantaine de conférences, qui témoignent des bons rapports du DMA avec d'autres instituts de mathématiques et qui donnent aux assistants et jeunes chercheurs l'occasion de s'orienter sur les recherches effectuées ailleurs.
  - Il pourrait être rappelé que les recherches sont si spécialisées que seulement les experts de la discipline peuvent les suivre. Un séminaire de mathématiques intéressant pour tous les membres n'existe que rarement.
  - Charges au-delà de l'EPFL de certains membres :  
M. le Prof. S.D. Chatterji  
président de la Société mathématique suisse pour l'année 1987,  
M. le Prof. D. de Werra  
président de l'EURO (Association des sociétés nationales européennes de R.O.) pour l'année 1987,  
président du 3e cycle romand de R.O. en 1987.  
M. le Prof. P. Nüesch  
président du 3e cycle romand de la Statistique et de Probabilité appliquée pour l'année 1987.
  - En 1987, 4 candidats ont défendu avec succès leurs thèses de doctorat. 18 mathématiciens et ingénieurs mathématiciens ont reçu leurs diplômes et des prix.

1.11 Activités des organes du Département

Les organes permanents du département sont :

- Le Collège, constitué des 19\* professeurs du DMA  
*\*14 professeurs dès le 1.1.88 après le départ des professeurs d'informatique.*
- Le Conseil, comportant en plus des professeurs 15 assistants, 4 étudiants, 1 diplômant et 1 membre du personnel administratif.

1.12 Commissions du Département

- d'enseignement	Prof. B. Zwahlen (président jusqu'au 30.9.87) Prof. A. Rüegg (président dès le 1.10.87) Prof. A. Wohlhauser B. Botteron (assistant) J. R. Schopfer (assistant) O. Koelbl (étudiant) E. Cuenot (étudiante) J.-Ch. Guillaume (étudiant).
- d'informatique	Prof. P. Buser (président) Prof. Ch. Rapin* Nguyen Minh Dung* (DDI) B. Châtelan* *jusqu'au 30.9.87.
Responsable HTE	Prof. H. Matzinger
Responsable du stage des gymnasien	Prof. A. Wohlhauser

1.13 Commissions d'Ecole

Commissions d'informatique	
- président	Prof. J. Descloux
- représentant du DMA	Prof. P. Buser
Commission technique d'informatique	Nguyen Minh Dung (31.12.87)
Commission d'admission	Prof. H. Matzinger
Commission de recherche	Prof. B. Zwahlen
Commission d'enseignement	Prof. H. Matzinger
Conseil PHP - président	Prof. Th. M. Liebling
<i>Commissions scientifiques hors d'Ecole voir point 2.3</i>	

1.2 POLITIQUE D'ENSEIGNEMENT

1.21 Enseignement au 1er cycle pour les sections.

L'uniformisation de l'enseignement introduit en automne 1982 continue d'être le principe de base de l'enseignement de service du DMA. On regrette que les changements des plans d'études de départements d'ingénieurs empêchent de jouer avec les effectifs variables pour constituer des volées d'effectifs équilibrées.

Ces changements ont provoqué un déséquilibre et ont eu comme effet que plus de cours de service sont donnés au semestre d'hiver qu'au semestre d'été.

Si l'un des objectifs de l'uniformisation était d'éliminer les cours taillés à mesure pour un seul département, on doit constater que ce but a été atteint en grande partie. Il existe encore de tels cours "particuliers", et plusieurs demandes pour des nouveaux cours du type "Mathématiques pour l'ingénieur de ..." ont été formulées, ce qui affaiblit le principe d'uniformisation établi il y a cinq ans.

1.22 Enseignement au 2e cycle pour les sections.

Il existe très peu de cours de mathématiques pour les ingénieurs au 2e cycle. Or, les recherches actuelles en sciences de l'ingénieur exigent de bonnes connaissances en mathématiques, ce qui rend indispensable une meilleure formation des ingénieurs en méthodes mathématiques.

[Le cours de 3e cycle en Analyse a été suivi par plusieurs ingénieurs, ce qui montre la nécessité de cours de mathématiques avancées.]

Les charges des étudiants ingénieurs au deuxième cycle sont telles que l'introduction formelle de cours de mathématiques avancées dans la situation actuelle est difficilement envisageable [les nouveaux changements de plans d'études ne contiennent aucune proposition dans cette direction].

Les cours de 2e cycle du DMA sont accessibles aux ingénieurs pour répondre à des besoins individuels. Or, il s'avère qu'au début des cours plusieurs ingénieurs s'inscrivent à nos cours de 2e cycle, mais abandonnent en cours de route pour différentes raisons (surcharge, niveau).

Cette situation peu satisfaisante ne pourrait être corrigée que par l'introduction de cours obligatoires aux 2e cycles des sections d'ingénieurs.

ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Ecublens

1015 Lausanne

---

# Plan d'études

de la Section de Mathématiques

arrêté par le CEPF le 20 mai 1987 en vertu de l'article 7, 3<sup>e</sup> alinéa  
de l'ordonnance sur le CEPF du 16 novembre 1983<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> RS 414.110.3

valable seulement  
pour l'année académique 1987/88

**RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE DES ÉTUDES  
DU DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES  
(SECTION DE MATHÉMATIQUES)**

Sessions d'examens Printemps 1988 Eté 1988 Automne 1988

*Le Conseil des Ecoles,*  
vu l'article 33 de l'ordonnance du contrôle des études du  
2.7.1980<sup>1)</sup>

**Article 5 – Admission à l'examen final**

*arrête*

<i>Branche théorique – Session de printemps et/ou été</i>	<i>coefficient</i>
1. L'option complémentaire *	1
2. un des 4 cours de mathématiques (nécessairement le cours de mathématiques suivi en dehors du département si l'étudiant a choisi cette option).	1
3. Projet (hiver) 4. Projet (été)	1

**Article premier**

Le règlement suivant est applicable à la Section de Mathématiques.

**Article 2 – Examen propédeutique I**

<i>Branches théoriques</i>	<i>coefficient</i>
1. Analyse I, II (écrit)	2
2. Analyse I, II (oral)	1
3. Algèbre linéaire I, II (oral)	2
4. Géométrie I, II (écrit)	1
5. Géométrie I, II (oral)	1
6. Programmation I, II (oral)	2
7. Mécanique générale I, II (écrit)	2

*Branche pratique*

8. Histoire des mathématiques (hiver + été)	1
---	---

Conditions de réussite:  
moyenne des branches 1 à 7  $\geq 6,0$  et  
moyenne des branches 1 à 8  $\geq 6,0$ .

**Article 6 – Diplôme**

**Examen final (EF)**

Seront examinés les 7 des 9 cours de mathématiques qui n'ont pas encore fait l'objet d'une épreuve de promotion (art. 4 et 5).

L'examen final comporte 7 branches munies du coefficient 1.

Condition d'admission au travail pratique de diplôme:  
moyenne des branches 1 à 7  $\geq 6,0$ .

**Travail pratique de diplôme (TPD)**

Une seule note est attribuée au TPD. La réussite du TPD implique l'obtention d'une note  $\geq 6,0$ .

La durée du travail pratique de diplôme est de deux mois.

**Article 3 – Examen propédeutique II**

<i>Branches théoriques</i>	<i>coefficient</i>
1. Analyse III, IV (écrit)	3
2. Analyse numérique (oral)	2
3. Algèbre et Topologie (écrit)	3
4. Recherche opérationnelle I, II (oral)	2
5. Probabilité et Statistique I, II (écrit)	2
6. Physique générale I, II (écrit)	2
7. Introduction à l'économie (écrit)	1

*Branche pratique*

8. Physique générale projet (été)	1
-----------------------------------	---

Conditions de réussite:  
moyenne des branches 1 à 7  $\geq 6,0$  et  
moyenne des branches 1 à 8  $\geq 6,0$ .

**Diplôme**

La note de diplôme s'obtient en calculant la moyenne des notes EF + TPD.

Les diplômes portent la dénomination suivante:

*ingénieur mathématicien*  
pour les orientations I, D ou T,

*mathématicien (mention application et recherche appliquée)*  
pour l'orientation A.

**Article 4 – Promotion en 4<sup>e</sup> année**

<i>Branche théorique – Session de printemps et/ou été</i>	<i>coefficient</i>
1. L'option complémentaire *	1
2. Un des 5 cours de mathématiques (nécessairement le cours de mathématiques suivi en dehors du département si l'étudiant a choisi cette option)	1

**Article 7 – Abrogation du droit en vigueur**

Le règlement spécial des épreuves de diplôme de la Section de Mathématiques du 16 juillet 1970 est abrogé.

\* Le contrôle aura lieu à la session d'examens suivant l'enseignement.  
Condition de réussite:  
moyenne des branches 1 à 4  $\geq 6,0$ .

**Article 8 – Entrée en vigueur**

Le présent règlement entre en vigueur le 20 mai 1987.

<sup>1)</sup> RS 414.132.2

Pour les autres dispositions, veuillez consulter l'ordonnance du contrôle des études.

*Au nom du Conseil des Ecoles polytechniques fédérales:*

Le président: H. Ursprung  
Le secrétaire: J. Fulda

## DEPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES

**5.1 CHARGES D'ENSEIGNEMENT DES PROFESSEURS DU DEPARTEMENT**

- 7 -

ENSEIGNANTS	TITRE DU COURS	OBL	OP	FAC	SECTIONS	SEMEST.	H I V E R 87/88			E T E 88					
							C	E	P	TOT. HIVER 15 sem	SECTIONS	SEMEST.	C	E	P
ANDRE M.	Algèbre et Topologie	X			Math.	3	4	2		90	Math.	4	4	2	
	Topologie appliquée		X		Math.	5 ou 7	2	1		45	Math.	6 ou 8	2	1	
ARBENZ K.	Analyse III et IV	X			MI.EL.INF. EL-ETS	3	3	2		75	MI.EL.INF. EL-ETS	4	2	2	
	Analyse numérique	X									MX.MI.EL. UNIL	4	2	1	
BUSER P.	Propagation et rayonnement		X								EL. UNIL	6	2	1	
	Mathématiques répétition		X		toutes	1	2			30					
CAIROLI R.	Géométrie I et II	X			GC.GR.ME.MI	1	2	1		45	GC.GR.ME.MI	2	2	1	
	Géométrie I et II	X			Math. UNIL	1	3	2		75	Math. UNIL	2	3	2	
CHATTERJI S.D.	Logique		X		Math.	5 ou 7	2	1		45	Math.	6 ou 8	2	1	
	Algèbre linéaire I et II	X			MX.EL.INF. + ETS	1	2	1		45	MX.EL.INF. + ETS	2	2	1	
CORAY G.	Géométrie I	X			MX.EL.INF.	1	2	1		45					
	Probabilités		X								Math. UNIL	6 ou 8	2	1	
CHATTERJI S.D.	Analyse III et IV	X			Math.PH.	3	3	2		75	Math. PH.	4	3	2	
	Probabilités		X		Math. UNIL	5 ou 7	2	1		45					
CORAY G.	Programmation I et II	X			INF. MATH. PH.		2	2	2		INF. MATH.	2	2	2	
	Systèmes formels		X		Math. INF.LA.IB	5 ou 7	2	1		45	MATH. INF.LA.IB	6 ou 8	2	1	

## DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES

**5.1**

## CHARGES D'ENSEIGNEMENT DES PROFESSEURS DU DEPARTEMENT

- 9 -

ENSEIGNANTS	TITRE DU COURS	OBL	OP	FAC	SECTIONS	SEMEST	H I V E R 87/88			TOT. HIVER 15 sem	E T E 88				
							C	E	P		SECTIONS	SEMEST.	C	E	P
STROHMEIER A.	Traitemet de projets I	X			INF. LA.IB.IT	5	1	0	4	75					
STUART C.A.	Analyse I et II	X			GC.GR.MX.ME	1	4	4		120	GC.GR.MX.ME	2	4	4	80
	Analyse fonctionnelle	X			ME	5	2	1		45					
DE WERRA D.	Recherche opérationnelle	X			Math.INF.	3	2	2		60	Math.INF.	4	2	2	40
	Graphes et réseaux	X*	X		Math.INF. LA* IB	5 ou 7	2	1		45	Math.INF. LA* IB	6 ou 8	2	1	30
ZWAHLEN B.	Analyse I et II	X			Math.PH. INF.UNIL	1	4	4		120	Math.PH. INF.UNIL	2	4	4	80
	Méthodes math. de la physique		X		Math.	5 ou 7	2	1		45					
Professeur d'informatique	Programmation I et II	X			GC GR.MX.CH.	3 1	1	0	2	45	GC GR	4 2	1	0	30
VACAT (FALTINGS B.V.)	Intelligence artificielle		X		INF. LA.IB.	5 ou 7	2	1		45	INF.LA.IB.	6 ou 8	2	1	30

**5.3** CHARGES D'ENSEIGNEMENT DES CHARGES DE COURS

ENSEIGNANTS	TITRE DU COURS	OBL	OP	FAC	SECTIONS	SEMEST.	H I V E R 87/88			E T E 88					
							C	E	P	TOT. HIVER 15 sem	SECTIONS	SEMEST.	C	E	P
BOUSBAINE A.	Statistique II	X			GR	5e	2	1		45					
DACOROGNA B.	Equations différentielles		X		Math.	5 ou 7	2	1		45	Math.	6 ou 3	2	1	30
DAO Qu. Th.	Introduction à l'informatique	X			Arch.	3e (1 tri)	3			21					
DUNG N. M.	Langages de programmation	X*	X		Math. Inf*LA.IB.IT	5 ou 7	2	1		45	Math. Inf*LA.IB.IT	6 ou 8	2	1	30
EBEL N.	Utilitaires de base et environnement de programmation		X		Inf.IB.IT.LA	5 ou 7	2	1		45	Inf.IB.IT.LA	6 ou 8	2	1	30
HELBLING J.-M.	Probabilités et Statistique	X			GC.GR.ME.PH	3	2	1		45					
JAUNIN M.	Le Centre de Calcul - son utilisation			X	collab. EPFL		2			30					
MENU J.	Conception de Processeurs	X									Inf. IB.IT	6	1		10
MOHAMMEDI A.	Géométrie descriptive	X			Arch.	1	2	2		60					
PFISTER C.E.	Méthodes math. de la physique	X			PH.	3	2	1		45	PH.	4	2	1	30
PRODON A.	Combinatoire		X								Math. Inf.LA	6 ou 8	2	1	30
RONCHETTI E.	Statistique mathématique	X			Math. Inf.IB.IT.LA	5 ou 7	2	1		45	Math. Inf.IB.IT.LA	6 ou 8	2	1	30
SESIANO J.	Histoire des mathématiques	X			Math.	1	2			30	Math.	2	2		20
VACAT	Introduction à l'économie	X			Math.	3	2			30	Math.	4	2		20

**5.4 CHARGES D'ENSEIGNEMENT à la section de mathématiques  
DES PROFESSEURS DE L'UNIL**

ENSEIGNANTS	TITRE DU COURS	OBL	OP	FAC	SECTIONS	SEMEST.	H I V E R 87/88			E T E 88					
							C	E	P	TOT. HIVER 15 sem	SECTIONS	SEMEST.	C		
BOECHAT J. (Faculté)	Algèbre linéaire I et II	X			Math.PH. UNIL	1	3	2		75	Math.PH. UNIL	2	3	2	50
PIGNEUR Y. (HEC)	Bases de données	X*	X		Math. Inf*IB.IT.LA	5 ou 7	2	1		45	Math. Inf*IB.IT.LA	6 ou 8	2	1	30

### 1.3 POLITIQUE DE RECHERCHE

---

#### 1.31 Description générale de la recherche.

La recherche au département de mathématiques se partage en deux volets, d'une part la recherche individuelle pratiquée par les professeurs et les assistants, et d'autre part, la recherche de groupes à plusieurs personnes travaillant sur des problèmes complexes parfois multidisciplinaires.

Si le premier type de recherche est financé par les crédits ordinaires de l'Ecole ou par le Fonds National Suisse, le second type est souvent entrepris sous forme de mandats, ce qui permet d'engager du personnel supplémentaire travaillant à temps complet sur ces projets. Dans le premier cas, il est souhaité que l'enseignement n'occupe pas plus de 50% les chercheurs, le reste du temps étant donc consacré à la recherche.

Dans plusieurs lignes de force du département, la recherche de groupe porte un caractère interdisciplinaire associant d'autres unités de l'Ecole ou même des secteurs de l'industrie directement. C'est en particulier le cas en analyse numérique, recherche opérationnelle et statistique. Ce sont précisément ces directions qui forment les groupes d'usagers les plus grands des ordinateurs (Cray, CDC, VAX).

La politique très avant-gardiste dans le domaine des outils informatiques permet au département de développer cette recherche de pointe.

[Il faut également mentionner le rôle joué par le CAST qui s'efforce de faire le lien entre les personnes de l'industrie avec leurs problèmes de recherche et les chercheurs du département. Ceci permet souvent une collaboration étroite sur un mandat précis].

Toutes les unités du DMA sont engagées partiellement ou exclusivement dans la recherche fondamentale qui reste la forme classique de la recherche en mathématiques et qui n'a pas besoin d'un appareil d'encadrement coûteux. La longue liste des publications et des rapports internes des unités reflète ces efforts fructueux.

La question de savoir si la recherche pouvait encore être plus performante si le département était structuré en 4 à 5 instituts (au lieu des 15 chaires individuelles) reste ouverte. Elle sera rediscutée pendant le mandat du chef du département actuel.

B. Analyse et analyse numérique

Arbenz K.,  
Bicubic Surface Patch Modeling of 3D-Objects.  
Rapport interne, 23 p., 9.87.

Bachmann O.,  
On 2-Dimensional Image Reconstruction using Radon's Projection Theory,  
Rapport interne, 25 p., 7.87.

Bachmann O.,  
Interpolation of Surfaces by Quadrics.  
(à paraître) Computer Aided Geometric Design, 20 p.

Bachmann O.,  
On Quasi-Flagtransitive Projective Planes.  
(à paraître) Journal of Geometry, 5 p.

Qi Xiao-Jiang,  
Adaptive Prediction for ARMA Processes with Markov Switching Parameters.  
(à paraître) International Journal of Control, 10 p.

Qi Xiao-Jiang,  
On Adaptive Prediction for Stochastic Processes with  
Markov Jump Parameters.  
(à paraître) Journal of Forecasting, 18 p.

\*\*\*

Caussignac Ph., Descloux J., Rappaz J.,  
Study of an elliptic problem with nonlinear boundary  
conditions.  
Math. Meth. in the Appl. Sci. 9 (1987) 261-275.

Desbiolles J.L., Droux J.-J., Rappaz J., Rappaz M.,  
Simulation of solidification of alloys by the finite  
element method.  
Computer Physics Report 6 (1987), 371-383.

Bourgeois J., Droux J.-J.,  
Implantation d'interfaces à l'intérieur d'un domaine.  
Modulef, Public. INRIA France (1987), brochure no 29.

Caussignac Ph.,  
Computation of pressure from finite element vorticity  
Stream-function approximation of the Stokes problem.  
Communications in Applied Numerical Methods 3 (1987),  
287-295.

B. Analyse et analyse numérique (suite)

Dacorogna B.,  
Convexity of certain integrals of the calculus of variations.

Proc. Roy. Soc. Edin., 107 (1987), 15-26.

Dacorogna B.,  
Characteristics of polyconvex quasiconvex and rank-one-convex envelopes.

Rendi. Cer. Mat. Palermo, 15 (1987), 37-58.

Dacorogna B., Arditi R.,  
Optimal foraging in non-patchy habitats, II.  
SIAM J. Applied Math., 47 (1987), 800-921.

Dacorogna B., Arditi R.,  
Optimal foraging on arbitrary food distributions and the definition of habitat patches.  
(sous presse) Americal Naturalist.

D'Aujourd'hui M.,  
Problèmes aux limites elliptiques demi-linéaires.  
Thèse EPFL no. 692 (directeur C.A. Stuart).

D'Aujourd'hui M.,  
The stability of the resonance set of a problem with jumping non linearity.  
Proc. Roy. Soc. Edin. 107, (1987), 201-212.

D'Aujourd'hui M.,  
Nonautonomous boundary value problems with jumping nonlinearities.  
Nonlin. Anal. TMA, 11 (1987), 969-977.

Stuart C.A.,  
Bifurcation from the continuous spectrum in  $L^p(\mathbb{R})$ , in  
Bifurcation : Analysis, Algorithms, Applications,  
Birkhäuser, (1987), 306-318.

Douchet J., Zwahlen B.,  
Calcul différentiel et intégral, vol 3 : fonctions réelles d'une variable réelle, exercices résolues.  
(1987) PPR Lausanne.

Botteron B., Dacorogna B.,  
Existence of solutions for a variational problem associated to models in optimal foraging theory.  
(sousmis pour publication).

C. Probabilités et statistiques (suite)

Chatterji S.D.,  
Elementary counter-examples in the theory of double integrals.  
Atti. Sem. Mat. Fis. Univ. Modena XXXIV, pp. 363-384,  
(1985-86, paru en 1987).

Russo F.,  
Champs markoviens et prediction.  
Thèse EPFL no 707 (directeur S.D. Chatterji).

Sesiano J.,  
A treatise by al-Qabisi on arithmetical series.  
Annals New York Acad. of Sciences, 500 (1987), pp.  
483-500.

Sesiano J.,  
Survivance médiévale en Hispanie d'un problème né en  
Mésopotamie.  
Centaurus, 30 (1987), pp. 18-61.

Sesiano J.,  
Herstellungsverfahren magischer Quadrate aus islamiser  
Zeit (II').  
Sudhoffs Archiv, 71 (1987), pp. 78-89.

\*\*\*

Kent P.,  
Faster Distance Calculations for More Points.  
Classification and related methods of data analysis,  
H.H. Bock ed., North-Holland (1988).

Cléroux R., Helbling J.-M., Ranger N.,  
Some Methods of Detecting multivariate Outliers.  
Computational Statistics Quarterly, 3 (1986).

Nüesch P., Bousbaine A., Helbling J.-M., Prodon A., Evar  
J.-Cl., Wohlhauser A.,  
A Course in Linear Algebra for Engineers.  
Rapport interne DMA/EPFL.

Baumann M., Tricot M.,  
Un programme Pascal pour les tests de randomisation à une  
voie.  
Rapport interne DMA/EPFL.

Donegani M., Tricot M.,  
Sur les critères locaux pour les algorithmes de  
classification hiérarchique ascendante.  
Compte-rendu des Journées de l'ASU, Lausanne.

C. Probabilités et statistique (suite)

Barra J.R., Becker M., Kouka E.F., Tricot M.,  
Application of data methods and of simulated annealing  
for the automatic layout of circuits.  
Computer and Engineering, vol. 2 no 1 (1987).

Tricot M.,  
VLSI, méthodes pour placement de blocs.  
Data Analysis and Informatics 5, E. Diday Ed., North-  
Holland (1987).

Nüesch P.  
Cuts, deep cuts and minimal ellipsoïds.  
Rapport interne DMA/EPFL.

Ruegg A.,  
Probabilités et Statistique.  
2ème édition revue et complétée, PPR.

D. Recherche opérationnelle

Pasche C.,  
Optimisation convexe dans les réseaux avec applications  
au trafic routier et à l'énergie électrique.  
Thèse no 669 EPFL (directeur D. de Werra).

Alec S., Barras J., Pasche C., Chamorel P.A., Germond A.,  
de Werra D.,  
Network Simplex Method Applied to AC Load-Flow Calcula-  
tion.  
IEEE Trans. on Power Systems PWRS 2 (1987) 197-203.

de Werra D., Widmer M.,  
Les ateliers flexibles : produire de petites séries à des  
prix de grandes séries.  
OUTPUT 12 (1987) 51-57.

de Werra D., Pasche C., Petter A.,  
Time Tabling Problems : Should They be Canonical ?  
INFOR 24 (1986) 304-308.

de Werra D.,  
Partitions into odd chains.  
Mathematical Programming 37 (1987) 41-50.

Solot Ph., Widmer M., de Werra D.,  
A propos d'ateliers flexibles.  
Manufacturing Systems New 5 (1987) 1-15.

D. Recherche opérationnelle (suite)

- Constantin C.,  
87/10 A dynamic model for water management. Avril 87.
- Marthy Ch.,  
87/11 Existence and unicity of the solution of a resistive circuit. Mai 87.
- de Werra D.,  
87/12 On the two-phase method for preemptive scheduling. Mai 87.
- de Werra D., Hertz A.,  
87/13 On perfectness of Sums of Graphs. Juillet 87.
- Chahal N.,  
87/14 A business school interactive timetabling system. Juillet 87.
- Widmer M., Hertz A.,  
87/15 A New Approach for Solving the Flow Shop Sequencing Problem. Août 87.
- Chahal N., de Werra D.,  
87/16 An integrated semi-automatic system for Courses scheduling, Août 87.
- Solot Ph.,  
87/17 Optimizing a Flexible Manufacturing System with Several Pallet Types. Septembre 87.
- Mohr T., Pasche C.,  
87/18 A parallel shortest path algorithm. Septembre 87.
- Solot Ph., de Werra D., Widmer M.,  
87/19 Automatisation dans la productique : problèmes et perspectives. Novembre 87.
- Pasche C.,  
87/20 A discrete algorithm for network convex optimization. September 87.
- Pasche C.,  
87/21 Une approche de l'analyse multicritère par les systèmes experts. Février 87.
- Pasche C.,  
87/22 Extra : an expert system for multicriteria decision making. December 87.

D. Recherche opérationnelle (suite)

Bucher S., Liebling Th.M., Telley H., Giroux M.  
(UIT-Genève),  
Broadcast frequency channel allocation minimizing inter-  
ferences as applied to Latin America.  
Rapport interne, Août 1987, RO 870815.

Eggimann J.-L.,  
Manuel d'utilisation du logiciel HORINF.  
Rapport interne, Octobre 1987, RO 871001.

Eggimann J.-L.,  
Rapport sur les stocks de la fonderie de Chippis.  
Rapport interne, Juin 1987, RO 870601.

Verstallen P.,  
Model for simulating the effects of a 'new' production-  
strategy on the stocklevels of a foundry.  
Rapport de stage, Septembre 1987.

Rossier Y.,  
FLS-fonderie, planification et gestion de la production,  
cahier des charges.  
Rapport interne, Juillet 1987, RO 850701.

Rossier Y.,  
FLS-fonderie, procédés de fabrication.  
Rapport interne, Juillet 1987, RO 870701.

Rossier Y., Labhard Ph.,  
Simulation de la production dans une usine d'aluminium.  
Rapport interne, Mars 1987, RO 870301.

Rossier Y., Labhard Ph., Liebling Th. M.,  
Interactive Capacity Production Scheduling in a Foundry.  
Working paper DMA, Septembre 1987.

Bottazzi F.,  
Module définissant des primitives graphiques pour la  
représentation des graphes de fonction.  
Rapport interne, Juillet 1987, RO 870703.

Voelkle F., Bottazzi F.,  
Routage détaillé de circuits intégrés par recuit simulé.  
Proceedings IFORS 87 à Buenos Aires. (à paraître 1988)

Spälti S.  
Assigning predetermined arcs to telecommunications  
satellites.  
Rapport interne, Juillet 1987, RO 870701.

1.4 Professeurs invités et hôtes académiques

Prof. J. Ball Heriot-Watt-University Edinburgh / Scotland G.B.	Equations différentielles
Prof. L. Boccardo Università di Roma Rome / Italie	Equations différentielles
Prof. S.H. Davis Northwestern University Evanston / USA	projet FN
Dr. M. Dozzi Université de Berne Berne	Equations différentielles stochastiques
Prof. K. Joag-Dev University of Illinois Urbana, Ill. / USA	Statistique - Fiabilité
Prof. N. Magnenat-Thalmann Université de Montréal Montréal / Canada	Programmation I
J.Cl. Nedelec Directeur C.M.A. Ecole Polytechn. Palaiseau Palaiseau / France	Analyse numérique
Prof. L.A. Wolsey Université Catholique Louvain / Belgique	R.O.-Optimisation combinatoire
Prof. M. Zlamal Université Technique	A.N. de problèmes de semi-conducteurs
C. Cuvelier Université technique Delft / Pays Bas	Cours postgrade - Equations différentielles
Prof. C. Bellissant Université Grenoble II Grenoble / France	Cours postgrade - Informatique technique

## **2. ACTIVITE DES UNITES**

---

### **2.1 MANIFESTATIONS PEDAGOGIQUES**

---

#### **2.11 Formation continue et perfectionnement**

Cours de 3e cycle romand : "Laplacien sur les variétés riemannniennes" (semestre d'hiver 1986/87) par P. Buser.

Cours de 3e cycle : "Equations différentielles et aux dérivées partielles : Théorie et méthodes numériques" (année académique 1986/87). Organisation J. Descloux et B. Zwahlen. Rapport pages 1-4 en annexe.

Séminaire de 3ème cycle : "Systèmes dynamiques : Solutions périodiques et comportement chaotique" par B. Zwahlen, A. Wohlhauser, Ph. Metzener, S.H. Davis (professeur invité).

Cours de 3e cycle : "Fiabilité et Statistique" (année académique 1986/87) par K. Joag-Dev (professeur invité).

Cycle de conférences en Statistique (liste détaillée dans le rapport d'activité de la chaire de Statistique).

Cours : "Optimisation combinatoire" (année académique 1986/87) par L.A. Wolsey (professeur invité).

Cycle de conférences en Recherche Opérationnelle (liste détaillée dans les rapports d'activité des chaires R.O.).

Séminaire de printemps du 3ème cycle romand en R.O. : "La Productique : Théorie et applications". Mars 1987. Organisation Th. M. Liebling et Ch. Ebenegger.

Cours postgrade en informatique technique 1987 : participation de Th. M. Liebling dans le Conseil de Gestion. Enseignement par A. Prodon et F. Voelkle.

2.13 Liste des travaux de diplôme (suite)

Prof. Th. M. Liebling

H. Macris,

Développement d'une procédure d'identification des paramètres d'un modèle thermique.

F. Margot,

Routage en VLSI: le cas de chemins disjoints.

E. Taillard,

ÉAO en Algèbre Linéaire.

Prof. H. Matzinger

A.M. Moix,

Structures topologiques.

Prof. P. Nüesch

S. Iarca, (hors session)

Chapitres choisis de la statistique mathématique.

J.-L. Bulliard,

Statistiques d'ordre en estimation et tests d'hypothèses.

M. Donegani,

Tests de randomisation et plans d'expérience.

C. Posse,

Régression multivariée et procédures de sélection de prédicteurs.

Prof. C.A. Stuart

R. Vuille,

Une branche de solutions radiales pour une équation semi-linéaire sur RN.

Prof. D. de Werra

E. Amaldi,

Problèmes d'apprentissage dans les réseaux de neurones.

O. Baudry,

Optimisation graphique dans la conduite des ateliers flexibles.

R A P P O R T  
sur le cours de troisième cycle de l'année académique 1986-1987

"EQUATIONS DIFFERENTIELLES ET AUX DERIVEES PARTIELLES :  
THEORIE ET METHODES NUMERIQUES".

---

1. INTRODUCTION

Organisé par J. DESCLOUX et B. ZWAHLEN, le cours s'adressait principalement à des scientifiques ayant une formation d'ingénieur et désirant approfondir leurs connaissances dans le domaine des équations différentielles et de leur résolution numérique. Nous souhaitions en particulier qu'il permette

- a) d'augmenter l'autonomie des participants dans l'élaboration de modèles et le choix d'algorithmes pour la réalisation numérique,
- b) de faciliter l'accès à la littérature spécialisée,
- c) de promouvoir la coopération entre ingénieurs et mathématiciens.

Les professeurs C. CUVELIER (Ecole Polytechnique de Delft), J. DESCLOUX (DMA), J. RAPPAZ (Université de Neuchâtel), Ch. STUART (DMA) et B. ZWAHLEN (DMA) ont assuré l'enseignement. Pour la rédaction et l'édition des notes de cours, ainsi que pour l'encadrement des étudiants, ils ont pu s'appuyer sur la compétence et le dévouement de G. CALOZ (1er assistant DMA).

Le cours a eu lieu selon le même programme académique que les enseignements des deux premiers cycles de l'EPFL, à raison de trois heures hebdomadaires; nous attendions des participants, en outre, un travail personnel d'environ sept heures hebdomadaires.

Les étudiants ayant suivi régulièrement les cours avaient la possibilité de recevoir une "attestation". Pour obtenir un "certificat", ils devaient en outre réussir un examen oral et présenter un mémoire de qualité. Le mémoire devait consister en un travail original ou en un recueil de solutions d'exercices.

L'alternance dans la présentation de chaque sujet, analyse théorique d'abord, puis immédiatement après méthodes numériques, leur a plu. Ils ont été particulièrement heureux de recevoir ponctuellement des notes de cours dactylographiées au début de chaque leçon. Après une mise au point finale, ces notes ont été éditées en deux volumes qui ont été envoyés aux participants du cours au mois d'août.

Malgré les difficultés qui seront exposées au prochain paragraphe, plusieurs étudiants nous ont certifié qu'ils estimaient que, pour une éventuelle réédition, le cours devrait se donner dans le même esprit et avec les mêmes exigences.

#### 4. BILAN PASSIF

Lors de la cérémonie de remise des certificats par M. Roland CROTTAZ, Vice-Président, le 10 juillet 1987, Mademoiselle Hélène FELICI a présenté le point de vue des étudiants. Deux critiques ont particulièrement retenu notre attention :

- a) les participants n'ont pas trouvé dans le cours de solution directe aux problèmes de simulation numérique qu'ils rencontrent dans leurs travaux de recherche,
- b) leur disponibilité ne leur permettait pas d'assimiler la matière;

en d'autres termes : trop de matière, trop de généralités, trop d'abstractions.

Nous pensons que ces critiques reposent sur un double malentendu. Notre but avoué était d'améliorer la compréhension mathématique des équations différentielles et des méthodes numériques qui permettent de les résoudre et non pas de proposer des recettes pour une multitude de problèmes très particuliers; d'autre part, les étudiants ont peut-être oublié l'effort que requiert toute étude mathématique sérieuse, quel que soit son niveau. Enfin, ainsi que l'attestent les notes de cours, les connaissances de base exigées étaient bien celles que nous avions annoncées, c'est-à-dire celles acquises dans le cycle

2.2 RECHERCHE

A. ALGEBRE ET GEOMETRIE

I	Chaire d'algèbre DMA	0710
II	Recherche en algèbre et topologie	85.01

III Mots-clés :

Algèbre commutative ; K-théorie

IV Collaborateurs

M. André - D. Arlettaz

V Description

Application à l'homotopie de résultats sur l'ordre des k-invariants des espaces de lacets.

Etude de l'anneau de cohomologie modulo 2 des sous-groupes de congruence.

Etude des morphismes plats en relation avec les intersections complètes.

Calcul de la cohomologie locale à l'aide d'ultraproduits.

VI Résultats majeurs obtenus en 1987.

Détermination de bornes supérieures pour certains k-invariants et groupes d'homotopie stables des sphères.

Caractérisation de la platitude partielle du module des différentielles d'une algèbre.

Calcul de la cohomologie locale à l'aide de Tor.

VII Publications parues en 1987.

M. André            Cohomologie locale et ultraproduits  
                  Math. Ann. 277 (1987) 647-654

M. André            Morphismes pseudo-réguliers  
                  Comm. Algebra 15 (1987) 2129-2142

D. Arlettaz        On the homology and cohomology of congruence subgroups  
                  J. Pure Appl. Algebra 44 (1987) 3-12

I CHAIRE DE GEOMETRIE

07.15

II	Infographie	85.02
----	-------------	-------

III Mots-clés :

Animation de scènes géométriques. Recherches de représentations graphiques.

IV Collaborateurs :

P. Buser, K.D. Semmler, P. Zizzari

V Description :

Depuis plusieurs années, la chaire de géométrie a produit des films d'enseignement pour les cours du premier cycle.

Un des objectifs de la chaire est de continuer ce programme dans le cadre de l'EAO par la production de spots interactifs. Ce sont des spots d'une durée de quelques minutes (dix minutes au maximum). Les spots ont l'allure de films mais, ils permettent des manipulations par l'enseignant ou par un assistant. Ainsi, il sera, p. ex., possible de renforcer une illustration, d'entrer dans des détails non prévus ou de répondre à une question posée en classe.

Le rôle de l'ordinateur est donc l'assistance de l'enseignement ex cathedra. Il est aussi prévu de stocker les spots sur bande vidéo pour les rendre accessibles hors du cours.

Une deuxième partie du projet est de trouver une nouvelle méthode de représentation d'objets 3D.

VI Résultat majeur obtenu :

- Nouvelle méthode de visualisation des formes des surfaces sans lignes de coordonnées et sans sources lumineuses, mais avec intensité variable en fonction de différentes fonctions de courbure.
- Développement des points diffusés.

I	ALGEBRE ET GEOMETRIE	0720
II	Applications quasiconformes et le comportement de la courbure de certains faisceaux de courbes	86.01

III Mots-clés :

Applications quasiconformes

IV Collaborateur:

Wohlhauser A.

V Objectifs:

Caractérisation des applications quasiconformes par des faits géométriques.

VI Résultats majeurs obtenus:

Soit  $z_0$  un point dans le plan complexe. On considère l'ensemble des courbes qui passent par  $z_0$  et qui y sont de même courbure. Par  $L$ , on désigne le lieu des centres de courbure des images sous une application  $f$  de ces courbes. On définit, à l'aide du lieu  $L$ , une quasiellipse et ses diamètres, ce qui permet de caractériser la quasiconformité de  $f$  en  $z_0$ . L'application  $f$  est conforme en  $z_0$  exactement si  $L$  est une conique.

VII Publication principale parue durant l'année:

Itération dans le plan complexe (Fractals);  
rapport interne DMA/EPFL.

2.2 RECHERCHE

B. ANALYSE ET ANALYSE NUMERIQUE

I	CHAIRE D'ANALYSE APPLIQUEE	07.60
II	Reconstructions tridimensionnelles à partir de projections bidimensionnelles	86.01

III **Mots-clés** : Radiologie, radar, reconstruction 2-D et 3-D

IV Collaborateurs

O. Bachmann, C. T. Tran

V Description

L'étude porte sur des algorithmes efficaces pour reconstruire des objets à partir de projections. Actuellement, la méthode de convolution, qui résulte de la théorie de projection de Radon, joue un rôle prépondérant. Le problème majeur de cette méthode consiste de trouver les bonnes fonctions de filtrage et d'interpolation. En partant de la formule d'inversion de Radon, nous cherchons des algorithmes efficaces de reconstruction qui évitent le besoin pour ces fonctions.

VI Résultats majeurs obtenus en 1987

On a établi un tel algorithme pour la reconstruction d'objets 2-D qui fournit une meilleure approximation de la fonction caractéristique associée que la méthode de convolution.

VII Publication principale

O. Bachmann, On 2-Dimensional Image Reconstruction Using Radon's Projection Theory, Rapport interne, 25 p., juillet 1987.

I	CHAIRE D'ANALYSE	07.60
II	Interpolation, lissage et surfaces	87.01

III **Mots-clés** : Infographie, splines, interpolation, CAGD

IV Collaborateurs

K. Arbenz, O. Bachmann

V Description

La génération d'une surface qui passe par un nombre fini de points donnés est l'un des objets principaux en CAGD. Les méthodes largement utilisées de Coons et Bézier sont basées sur la grande flexibilité des polynômes cubiques pour fournir des courbes suffisamment lisses. Cependant, ces méthodes font usage ou d'une condition de torsions aux coins de chaque carreau ou des dérivées au milieu des arêtes communes. Par conséquent, on obtient des morceaux de surfaces assez compliquées qui décrivent mal les propriétés spéculaires de l'objet. Pour remédier à ces inconvénients nous proposons une méthode d'interpolation de surface basée sur les quadriques.

VI Résultats majeurs obtenus en 1987

Une méthode d'interpolation est proposée qui fournit une surface composée de morceaux de quadriques telle qu'aux points donnés les vecteurs normaux à la surface sont parallèles aux vecteurs donnés.

VII Publications principales

K. Arbenz, Bicubic Surface Patch Modeling of 3-D Objects, Rapport interne EPFL, 23 p., Septembre 1987.

O. Bachmann, Interpolation of Surfaces by Quadrics, à paraître dans Computer Aided Geometric Design, 20 p.

I	GROUPE D'ANALYSE	07.50
II	Itérations monotone.	80.04

III Mots-clés :

Méthodes d'itérations monotones, problèmes aux limites non linéaires.

IV Collaborateurs

G. Iffland.

V Description (objectifs, méthodes, perspectives):

Les méthodes d'itérations monotones permettent d'approcher certaines solutions d'équations dans des espaces de Banach ordonnés. L'intérêt de ces itérations est de donner un encadrement de la solution à l'aide de suites croissantes, décroissantes ou alternées. On applique ces méthodes à la résolution de problèmes aux limites pour des équations différentielles ordinaires ou aux dérivées partielles. En particulier, on s'intéresse à un problème de valeur propre non linéaire et de frontière libre, venant de la détermination de la forme d'équilibre d'un plasma confiné dans une cavité toroïdale.

VI Résultat majeur obtenu:

Une méthode itérative a été obtenue pour le problème à frontière libre décrit ci-dessus dans le cas unidimensionnel. On étudie une généralisation aux dimensions supérieures.

VII Publication:

G. Iffland: Positive solution of a problem of Emden-Fowler type with a free boundary. SIAM Journal on Mathematical Analysis. Vol. 18, No 2, March 1987.

I	GROUPE D'ANALYSE	07.50
II	Enseignement	85.03

III Mots-clés :

Analyse, Calcul différentiel et intégral.

VI Collaborateurs:

Douchet J., Zwahlen B.

V Description (objectifs, méthodes, perspectives):

Rédaction d'un ouvrage en plusieurs volumes sur le calcul différentiel et intégral. Cet ouvrage est destiné aux étudiants du premier cycle d'études.

VI Résultats obtenus:

Finition du troisième volume (recueil d'exercices).

Rédaction du quatrième volume (recueil d'exercices).

VII Publications:

J. Douchet, B. Zwahlen: Calcul différentiel et intégral, Volume 3: Fonctions réelles d'une variable réelle. Exercices résolus. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, 1987.

I	GROUPE D'ANALYSE	07.50
II	Bifurcation du spectre continu.	85.06

III Mots-clés :

Bifurcation; spectre continu; équation elliptique (non-linéaire).

IV Collaborateurs:

Stuart C.A.

V Description (objectifs, méthodes, perspectives):

On considère la bifurcation de solutions pour des cas où le problème linéarisé a un spectre continu et donc la théorie classique des bifurcations ne s'applique pas. On s'intéresse particulièrement aux équations elliptiques non-linéaires sur des régions non-bornées où ce genre de difficulté est présente.

VI Résultat majeur obtenu:

Pour le cas unidimensionnel on a trouvé plusieurs ensembles de conditions qui impliquent qu'il y a bifurcation de solutions par rapport à la norme  $L^p(\mathbb{R})$  quand  $p$  est assez grand. Une partie de ces résultats montre comment une solution particulière du problème peut être caractérisé comme le minimum d'une énergie. Sous d'autres hypothèses on peut obtenir un développement asymptotique d'une branche de solutions près du point de bifurcation.

VII Publication parue:

C.A. Stuart: Bifurcation from the continuous spectrum in  $L^p(\mathbb{R})$ , in Bifurcation: Analysis, Algorithms, Applications, Birkhäuser 1987, 306-318.

I	GROUPE D'ANALYSE	07.50
II	La compétition entre transitions spatiales et temporelles dans des systèmes convectifs.	87.02

III Mots-clés :

Modèles de la convection, transitions spatiales et temporelles.

IV Collaborateurs:

Ph. Metzener, B. Zwahlen, S.H. Davis (Northwestern University).

V Description (objectifs, méthodes, perspectives):

Pour un système convectif il s'agit de construire un modèle qui retient des transitions spatiales et temporelles observées. Analyse de bifurcation du système différentiel obtenu en fonction du nombre de Rayleigh et simulations numériques.

VI Résultat majeur obtenu:

Dérivation d'un modèle en géométrie toroïdale et analyse mathématique du système différentiel correspondant. Le tore, malgré ses grandes dimensions, induit des bifurcations semblables à celles d'une boîte de petite taille.

VII Publications:

Ph. Metzener & S.H. Davis: Model systems for longscale convection, à paraître dans le Compte-Rendu de l'Ecole d'Hiver 1987 des Houches, Springer-Verlag.

Ph. Metzener & S.H. Davis: Bifurcation of convection states in toroidal shells, Technical report Northwestern University, Evanston 1987.

I GROUPE D'ANALYSE

07.50

II Projet EAO: Equations différentielles: théorie et visualisation par ordinateur.

88.04

III Mots-clés :

Equation différentielle, EAO.

IV Collaborateurs:

C.A. Stuart, B. Zwahlen, G. Iffland, Ch. Khanmy (LEAO).

V Description (objectifs, méthodes, perspectives):

Le projet propose de présenter un cours avancé sur les "Equations différentielles" traitant la théorie et la visualisation par ordinateur. Il s'agit de préparer le matériel nécessaire: un polycopié et des disquettes.

I GROUPE D'ANALYSE

07.50

II Problèmes aux limites elliptiques demi-linéaire

692  
thèse

III Mots-clés :

Equation elliptique (non-linéaire); "jumping non-linearity"; résonance.

IV Collaborateurs:

Stuart C.A., d'Aujourd'hui M.

V Description (objectifs, méthodes, perspectives):

En fonction du comportement asymptotique de la non-linéarité on cherche des informations concernant l'ensemble de membres non-homogènes pour lesquels un problème aux limites admet une solution. On essaie également d'estimer le nombre de solutions selon la forme du membre non-homogène.

VI Résultat majeur obtenu:

On établi la stabilité de l'ensemble de résonance du problème homogène par rapport aux changements du domaine de définition  $\Omega$  ou des coefficients de l'équation différentielle. Une relation entre l'ensemble de résonance et la forme de  $\Omega$  est mise en évidence.

Pour un problème unidimensionnel ou à symétrie radiale, mais non-autonome, des conditions asymptotiques permettent d'estimer le nombre de solutions.

VII Publications:

M. d'Aujourd'hui: Nonautonomous boundary value problems with jumping non-linearities, Nonlinear Analysis TMA, Vol.11 (8), 969-700, 1987.

M. d'Aujourd'hui: The stability of the resonance set for a problem with jumping non-linearity. Proc. Roy. Soc. of Edinburgh, 107 A, 201-212, 1987.

I	GROUPE D'ANALYSE	07.50
II	Service conseil en analyse numérique et application du calcul scientifique	82.03

III Mots-clés :

Méthodes numériques; calcul scientifique.

IV Collaborateurs :

Caussignac Ph., Touzani R.

V Description (objectifs, méthodes, perspectives) :

Le choix de méthodes numériques robustes et optimisées pour la résolution de problèmes d'application est très important, surtout depuis l'avènement des super-ordinateurs. L'expérience et le savoir-faire transmis à travers le service conseil permettent d'améliorer le niveau des connaissances des utilisateurs de méthodes numériques. Les problèmes posés conduisent souvent à une collaboration active avec des personnes externes au groupe d'analyse numérique du DMA.

VI Résultats majeurs obtenus :

Développement d'un logiciel vectorisé pour la résolution des équations de Navier-Stokes par une méthode de moindres carrés.

Mise au point et analyse d'un algorithme pour la simulation numérique d'un dispositif semi-conducteur unidimensionnel.

VII Publications principales parues :

B. Zimmermann, J.F. Palmier, Ph. Caussignac, M. Ilegems : Self-Consistent Calculation of Electron States in III-V Multilayer Structures, Proc. NASECODE V, Paris (1987), 346-351.

A. Fortes, Ph. Caussignac, D.D. Joseph, T. Lundgren : Steady flow around a spatially-periodic array of cylinders in Cross-Stream alignment, Preprint University of Minnesota Supercomputer Institute UMSI 87/51 (1987).

I GROUPE D'ANALYSE

07.50

II Etude mathématique d'un problème de dynamique des fluides apparaissant dans le processus de la fusion par confinement inertiel

85.01

III Mots-clés :

Confinement inertiel; système de lois de conservation hyperboliques; flux limité; équations paraboliques.

IV Collaborateurs :

Descloux J., Arrigo J.L., Blanc Ph., Ligou J. (DP).

V Description (objectifs, méthodes, perspectives) :

La fusion par confinement inertiel est décrite par un système de deux lois de conservation (masse, mouvement) couplé à une équation de la chaleur caractérisé par un coefficient de conductivité thermique à flux limité. Le flux est limité de façon telle que les solutions à fort gradient de l'équation parabolique de la chaleur ont un comportement qui est proche d'un comportement hyperbolique.

On s'intéresse au comportement de l'ensemble (système et équation de la chaleur) et on étudie théoriquement l'équation de la chaleur.

VI Résultat majeur obtenu :

Considérant les équations de la dynamique d'un fluide thermiquement conducteur, à une dimension d'espace, et en coordonnées lagrangiennes, on a étudié numériquement l'effet du couplage des équations du mouvement et de l'équation de la chaleur, et on a comparé cette méthode avec un "splitting", traitant séparément le terme diffusif. La seconde méthode s'est avérée plus facile à mettre en oeuvre, et plus efficace. On a également considéré une adaptation à notre problème, du schéma de Leveque à grands pas de temps.

On a étudié des équations de la chaleur pour une large classe de coefficients de conductivité thermique. La théorie des semi-groupes non linéaires, due notamment à Crandall et Liggett, nous a permis de définir une solution globale de ces équations. On a obtenu des résultats précis sur les propriétés régularisantes de ces équations.

VII Publication principale parue :

J.L. Arrigo : An Idea for a system of conservation laws coupled with a heat equation, Rapport DMA, March 1987.

I GROUPE D'ANALYSE

07.50

II Couches limites pour un écoulement tridimensionnel hypersonique avec fort gradient de température

87.01

III Mots-clés :

Simulation numérique; couches limites; problèmes de convection-diffusion.

IV Collaborateurs :

Descloux J., Rappaz J., Edder O., Pousin J.

V Description (objectifs, méthodes, perspectives) :

Cette étude constitue la participation du DMA au projet Hermes, dirigé par le Professeur Ryhming (DME), dont le but est le développement de méthodes numériques pour la simulation d'écoulements hypersoniques en couches limites. Il s'agit de proposer des méthodes de type éléments finis discontinus, d'en vérifier l'efficacité pratique et d'en étudier les propriétés mathématiques. Il convient de noter la collaboration avec l'Université de Besançon (Prof. Lesaint) et la forte interaction avec le projet 88 du groupe Caussignac "Etudes numériques d'écoulements supersoniques".

VI Résultats majeurs obtenus :

- a) Méthode éléments finis discontinus  $P_0$  pour le problème de la couche limite tridimensionnelle, écoulement incompressible, surface quelconque.
- b) Méthode éléments finis discontinus  $P_0$  pour le problème de la couche limite bidimensionnelle, écoulement compressible sans chimie, surface quelconque.
- c) Méthode éléments finis discontinus  $P_1$  pour le problème de la couche limite bidimensionnelle, écoulement incompressible, surface plane.

VII Publications parues :

O. Edder : Calculs de couche limite par la méthode des éléments finis discontinus, Rapport DMA, EPFL, Décembre 1987.

M. Picasso : Calcul d'une couche limite tridimensionnelle sur une surface quelconque par une méthode de marche, Rapport manuscript de stage, DMA, EPFL, Juillet 1987.

I GROUPE D'ANALYSE

07.50

II Simulations numériques pour la coulée électro-magnétique

88.01

III Mots-clés :

Simulation numérique; analyse numérique; électromagnétisme; magnétohydrodynamique.

IV Collaborateurs :

Rappaz J., Besson O., Descloux J., Maillard P., Renggli L.

V Description (objectifs, méthodes, perspectives) :

En étroite collaboration avec la maison Alusuisse S.A., il s'agit d'étudier et de construire des logiciels de simulations numériques des phénomènes magnétohydrodynamiques, thermiques et métallurgiques intervenant dans la coulée électromagnétique (EMC) de lingot d'aluminium. La résolution numérique des équations de Maxwell, Navier-Stokes et de la chaleur est ou sera faite par une technique d'éléments finis. Un code complet de simulation numérique de l'EMC fait l'objet d'un projet de collaboration avec Alusuisse et le Laboratoire de Métallurgie Physique du DMX; il sera en partie supporté financièrement par la CERS. Il est prévu d'engager dans le courant 1988 trois collaborateurs supplémentaires pour l'exécution des travaux.

VI Résultats majeurs obtenus :

Un logiciel de calcul des forces électromagnétiques exercées sur un lingot d'aluminium mis en présence d'un inducteur et d'un écran a été élaboré par M. O. Besson. Ce logiciel donne d'excellents résultats si on les compare avec des mesures expérimentales. Cependant, l'exploitation du code est coûteuse et c'est la raison pour laquelle deux autres logiciels ont été construits à partir de formulations mathématiques différentes. Ces deux logiciels sont plus économiques; la phase de comparaison n'est pas terminée.

VII Publications parues :

O. Besson, J. Rappaz : Optimisation et contrôle des coquilles EMC, Rapport Scientifique sur Projet Alusuisse S.A. (1987).

M. Crouzeix, J. Descloux : A bidimensional electromagnetic problem, Publication Interne No 388, IRISA, Université de Rennes (1987).

I	GROUPE D'ANALYSE	07.50
II	Simulation numérique de problèmes thermiques	88.03

**III Mots-clés :**

Simulation numérique; éléments finis; Laser; thermique.

**IV Collaborateurs :**

Rappaz J., Touzani R.

**V Description (objectifs, méthodes, perspectives) :**

L'objectif consiste à étudier les aspects théoriques et numériques de l'approximation par la méthode des éléments finis de l'effet Marangoni. Cette étude s'inscrit dans un projet soumis à la CERS par le Laboratoire de Métallurgie Physique (DMX) dans le cadre du projet Eureka 155 intitulé "Laser-Applikations-Verbund".

2.2 RECHERCHE

C. PROBABILITES ET STATISTIQUES

I PROBABILITES ET STATISTIQUE

07.30

II Arrêt optimal

Projet  
87.01

III Mots-clés :

Arrêt optimal, contrôle optimal, points d'arrêt accessibles, chemins croissants prévisibles.

IV Collaborateurs :

Cairoli R., Dalang R.

V Description :

Le but poursuivi est de résoudre le problème d'arrêt optimal dans le cas général où le processus de gain est indexé par  $\mathbb{N}^d$  ou  $\mathbb{R}^d$  ( $d = \text{entier positif}$ ) et d'étendre les résultats obtenus au contrôle optimal. Ce travail se distingue nettement de la thèse du deuxième collaborateur par la nouvelle optique dans laquelle il s'insère et surtout par les nouvelles techniques qu'il utilise. Les procédés de randomisation sont abandonnés au bénéfice de méthodes plus constructives permettant, dans certains cas, d'identifier les points d'arrêt optimaux.

VI Résultats majeurs obtenus :

Les résultats principaux obtenus à ce jour sont les suivants : existence et construction d'un chemin prévisible optimisant; existence et construction d'un point d'arrêt accessible optimal; optimalité des points d'arrêt accessibles maximaux; résolution du cas indépendant par plongement linéaire; mise au point de procédés de troncage et de passage à la limite; application au cas markovien.

I GROUPE PROBABILITES	07.30
II Problèmes d'analyse élémentaire	Projet 87.03

III Mots-clés :

Intégrales doubles, dérivées mixtes.

IV Collaborateurs :

Chatterji S.D., El-Hayek, C.

V Description :

L'objectif général poursuivi est de clarifier plusieurs problèmes d'analyse dite élémentaire. Donnons deux exemples : (1) L'interversion de l'ordre d'intégration dans une intégrale n'est pas toujours possible; on a montré comment l'on peut construire des exemples intéressants de ce phénomène. (2) Les dérivées mixtes d'une fonction de deux variables ne sont pas toujours égales; on a étudié ce problème difficile par la construction de différents exemples.

VI Publication parue en 1987 :

S.D. Chatterji : Elementary counter-examples in the theory of double integrals. Atti Sem. Mat. Fis. Univ. Modena XXXIV, 363-384.

I GROUPE PROBABILITES

07.30

II Histoire des mathématiques

Projet  
87.05

III Mots-clés :

Mathématiques médiévaux

IV Collaborateur : Sesiano J.

V Description :

On poursuit les recherches sur certains sujets de l'algèbre médiévale par ex. carrés magiques, séries arithmétiques.

V Publications parues en 1987 :

Sesiano J.

1. "A treatise by al-Qabisi on arithmetical series". Annals New York Acad. of Sciences, 500 (1987), pp. 483-500.
2. "Survivance médiévale en Hispanie d'un problème né en Méso-potamie", Centaurus, 30 (1987), pp. 18-61.
3. "Herstellungsverfahren magischer Quadrate aus islamischer Zeit (II')", Sudhoffs Archiv, 71 (1987), pp. 78-89

I GROUPE PROBABILITES

07.30

II Champs Markoviens et Prédition

Thèse

707

III Mots-clés :

Markoviens, processus stochastique généralisé

IV Auteur de la thèse : F. Russo

Directeur de thèse : Professeur S.D. Chatterji

V Description :

L'objectif de la thèse est l'étude des processus stochastiques multiparamétrés ayant divers types de propriétés markoviennes. Il se trouve que certains aspects des processus multiparamétrés sont plus maniables lorsqu'on se place dans le cadre des processus généralisés (c.à.d. à valeurs dans un espace des distributions). L'auteur montre que le problème de prévision d'un processus markovien amène naturellement à une équation stochastique aux dérivées partielles (de type hyperbolique). La résolution de cette équation ainsi que la définition appropriée des conditions limites adaptées au problème est faite sous différentes hypothèses.

I DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES

07.41

II Théorie des systèmes à compartiments

PROJET  
86.02

III Mots-clés :

Structure compartimentale forte, valeur propre dominante, disque spectral maximal, indice d'imprimitivité, h-partite cyclicité

IV Collaborateurs :

Mohammedi A.

V Description :

Certaines matrices compartimentales particulières possèdent des valeurs propres non-réelles qui peuvent être explicitement déterminées. Pour les structures compartimentales fortes on étudie les rapports de la valeur propre dominante, du disque spectral maximal et de la cyclicité h-partite relativement à cette occurrence des valeurs propres non-réelles.

VI Résultats majeurs obtenus :

Rédaction d'une contribution au First Symposium on Modelling and Control in Biomedical Systems, Venice, Italy, April 6-8, 1988.  
Titre : The h-partite cyclicity for compartmental structures.

I DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES

07.41

II Théorie des systèmes à compartiments

PROJET  
86.04

III Mots-clés :

Structure compartimentale, matrice modale, matrices composantes, problème direct, problème inverse

IV Collaborateurs :

Mohammedi A.

V Description :

Pour des structures compartimentales linéaires et stationnaires on s'est intéressé à l'expression de la solution du problème direct via la matrice modale associée. On a tenu compte explicitement de l'occurrence de valeurs propres multiples et de la possible existence de valeurs propres non-réelles pour des structures particulières et/ou contraintes. On a aussi étudié la méthode des matrices composantes lorsqu'on aborde le problème inverse et la propriété d'identifiabilité.

VI Résultats majeurs obtenus :

Contribution au Fourth IMACS Biomedical Symposium, Paris, July 18-22, 1988.

Titre : Modal and Component Matrices in Compartmental Analysis.

I	CHAIRE DE STATISTIQUE	07.42
II	Optimisation en statistique	PROJET 83.01

III Mots-clés :

Ellipsoïdes de concentration, ellipsoïdes minimaux, optimisation, algorithme ellipsoïdal.

IV Collaborateurs :

Nüesch P., Helbling J.M.

V Description :

L'optimisation est un "effort" classique en statistique : optimisation d'un critère de décision, voire choix d'estimateurs et de tests statistiques.

A côté de cette voie principale intervient l'optimisation dans les aspects multivariés, non paramétriques et algorithmiques.

VI Résultat majeur obtenu :

Après avoir démontré l'optimalité de l'algorithme ellipsoïdal d'une manière plus brève et plus élégante que dans les démonstrations connues de la littérature, nous avons poursuivi nos études sur l'utilisation des ellipsoïdes de concentration et des ellipsoïdes minimaux de couverture pour améliorer l'algorithme ellipsoïdal.

VII Publications principales parues

Nüesch, P. : "Cuts, deep cuts and minimal ellipsoïds", Rapport technique EPFL.

I CHAIRE DE STATISTIQUE

07.42

II Formation mathématique de l'ingénieur  
dans les écoles d'ingénieurs suisses

PROJET  
84.02

III Mots-clés :

Enseignement, statistique, probabilité.

IV Collaborateurs :

Nüesch P., quelques assistants de l'unité.

V Description :

Le groupe de travail de la SEFI a décidé de lancer une enquête européenne sur l'enseignement des mathématiques dans les écoles d'ingénieurs (EPF + ETS). Le but est de faire un inventaire de l'état actuel de l'enseignement dans trois branches : génie civil, électricité, mécanique. L'objectif est de trouver des personnes de contact dans un échantillon représentatif des écoles suisses et de leur faire remplir un questionnaire.

Perspective : l'analyse du questionnaire se fera d'abord sur un niveau national (unité statistique EPFL). Les résultats seront ensuite transmis aux autorités de la SEFI pour en faire une analyse globale.

VI Résultat majeur obtenu :

Les travaux se sont poursuivis.

VII Publications principales parues :

I CHAIRE DE STATISTIQUE

07.42

II Test alternatif au test F

PROJET  
84.07

III Mots-clés :

Analyse de variance, test F, cluster.

IV Collaborateur :

Bousbaine A.

V Description :

Dans un modèle d'analyse de variance à une voie, si le test usuel F rejette l'hypothèse d'égalité des moyennes des populations, il est fort intéressant de partitionner ces populations en groupes homogènes.

Plusieurs méthodes, dites de comparaisons multiples, permettent d'effectuer un tel regroupement mais avec une efficacité relativement faible. Le but est donc de développer d'autres méthodes plus puissantes que les précédentes.

VI Résultats majeurs obtenus :

Deux méthodes de partitionnement ont été développées et testées. La première est un mélange d'une méthode de classification (clustering) et de tests usuels F dans les clusters ainsi obtenus.

La seconde est basée sur la distribution de l'espacement maximum (maximum gap). Cette distribution a été tabulée.

Les résultats basés sur des simulations ont montré l'efficacité de ces deux méthodes.

VII Publications principales parues :

Bousbaine A., Dodge Y. : "The mixture of  $L_1$  Cluster Analysis and F-tests for treatments comparison in one-way classification model", présenté à Neuchâtel (septembre 1987) lors de "First International Conference on Statistical Data Analysis based on the  $L_1$ -norm and related methods".

I CHAIRE DE STATISTIQUE

07.42

II L'enseignement de l'algèbre linéaire  
dans les écoles d'ingénieurs

PROJET  
86.01

III Mots-clés :

Algèbre linéaire, ingénieurs.

IV Collaborateurs :

Nüesch P. + groupe d'assistants du DMA.

V Description :

Dans ce travail on fait une revue des principaux livres d'enseignement de l'algèbre linéaire dans les écoles d'ingénieurs. L'objectif est de définir un programme minimal d'enseignement de cette matière, ainsi que de donner les éventuelles extensions possibles selon le type d'ingénieurs à former.

VI Résultat majeur obtenu :

Un premier document a été rédigé en vue de susciter une discussion au sein de la SEFI (Société Européenne de Formation des Ingénieurs). Ce rapport a donné lieu à une première discussion au Congrès SEFI de Göteborg.

VII Publications principales parues :

Bousbaine A., Helbling J.M., Nüesch P., Prodon A., Evard J.C., Wohlhauser A. : "A Course in Linear Algebra for Engineers", Rapport interne EPFL.

I CHAIRE DE STATISTIQUE

07.42

II Méthodes de randomisation pour les plans  
d'expériences

PROJET  
86.03

III Mots-clés :

Randonisation, permutation, analyse de variance, plans  
d'expérience.

IV Collaborateurs :

M. Tricot.

V Description :

L'accroissement de la puissance de calcul de l'ordinateur qui est loin encore d'être terminé, rend de plus en plus accessible à l'utilisateur des outils statistiques qui n'étaient guère connus que sur le plan théorique.

Les méthodes de randomisation sont de ceux-là. Elles ont un grand intérêt puisqu'il a été montré que dans le cadre normal habituel elles avaient la même puissance asymptotique que le F-Test, tout en étant par ailleurs d'application beaucoup plus générale.

Il importe qu'une étude de synthèse soit faite sur les différents travaux écrits sur la question depuis 1925, de montrer la souplesse (choix de distance, choix de critère) et les limites de leur utilisation et de généraliser les résultats asymptotiques déjà existants.

VI Résultat majeur obtenu :

Généralisation des méthodes de randomisation à un grand nombre de critères et de distances.

Elaboration d'une notion d'intervalle de confiance basée sur les méthodes de randomisation.

Réalisation et test d'un programme interactif, Pascal, pour l'analyse à une voie univariée et multivariée par les méthodes de randomisation, avec plusieurs critères et plusieurs distances.

VII Publications principales parues :

Bauman M., Tricot M. : "Un programme Pascal pour les tests de randomisation à une voie", rapport interne EPFL, juillet 1987.

Ce projet a fait l'objet de deux travaux de diplôme (Favre D., décembre 1986 : "Tests de randomisation", et Donegani M., décembre 1987 : "Tests de randomisation et plans d'expérience").

I	CHAIRE DE STATISTIQUE	07.42
II	Analyse des données des fiches de transport par ambulance	PROJET 86.05

III Mots-clés :

IV Collaborateurs :

Bousbaine A., Helbling J.M., Nüesch P.

V Description :

Le but de cette analyse est d'arriver à une planification optimale de la répartition des ambulances selon le lieu de stationnement et le genre d'ambulance.

VI Résultat majeur obtenu :

Conseils dans l'élaboration d'un questionnaire en vue d'une expérience pilote.

VII Publications principales parues :

I	CHAIRE DE STATISTIQUE	07.42
II	Application de la classification automatique à l'évaluation longitudinale d'un médicament anti-dépresseur	PROJET 87.01

III Mots-clés :

Classification automatique, échelles de dépression, ALIVAL, Von Zerssen.

IV Collaborateurs :

Luccioni H. (Marseille, AMRP), Tricot M.

V Description :

L'objet de cette étude est double : d'une part analyser la souplesse des algorithmes de densité en classification automatique en vue de répondre à des questions très diverses sur un jeu de données très complexes. D'autre part, un certain nombre de questions ont été posées par les laboratoires Hoescht, initiateurs de l'enquête, objet de cette étude.

- Corrélation entre plusieurs échelles.
- Prédiction de comportement d'après l'une ou l'autre échelle.
- Validation d'échelles.

Il s'agit des échelles de Von Zerssen, Montgoméry-Ashberg et Strian-Schwartz.

L'étude est en cours.

VI Résultat majeur obtenu :

Une première étude sur le problème de corrélation ainsi que 8 autres études ont déjà été menées.

VII Publications principales parues :

Escoufier, Y. (Montpellier), Fichet, B. (Marseille), Tricot, M. : "Evolution de la maladie chez des dépressifs soumis à différents traitements, une première étude quantitative", Journées de l'ASU, Lille, Mai 1986.

I	CHAIRE DE STATISTIQUE	07.42
II	Elaboration d'un système expert pour la classification automatique	PROJET 87.03

III Mots-clés :

Classification automatique, système expert, intelligence artificielle

IV Collaborateurs :

Brahmi D. (UNIL), Gualtierotti A. (UNIL), Tricot M.

V Description :

Les problèmes que l'on s'efforce aujourd'hui de résoudre par l'entremise de modèles mathématiques sont de plus en plus complexes. L'avènement des systèmes experts offre une possibilité intéressante d'utiliser des familles de modèles mathématiques plus modestes.

La classification automatique s'est avérée un banc d'essai intéressant car il s'agit d'un domaine de la statistique "flou", c'est-à-dire où foisonnent distances et algorithmes et pour lesquelles les règles explicites de comportement sont encore à déterminer.

L'objectif de ce travail est de réaliser un système expert à la portée d'un néophyte.

Il s'agit d'une première ébauche.

VI Résultat majeur obtenu :

Réalisation d'une première maquette opérationnelle à partir du produit PERSONAL CONSULTANT EASY d'IBM.

VII Publications principales parues :

Brahmi, D., Gualtierotti, A., Tricot, M. : "Expériences avec un outil pour système expert rudimentaire dans le domaine de la classification automatique", rapport interne EPFL, décembre 1987.

I CHAIRE DE STATISTIQUE

07.42

II Représentation de données multidimensionnelles

PROJET  
87.05

III Mots-clés :

Profiles, étoiles, glyphes, arbres, châteaux, boîtes, diagramme de Andrews, faces de Chernoff, données multivariées.

IV Collaborateurs :

Joye D., Crettaz F., Helbling J.M.

V Description :

La représentation graphique est utilisée depuis fort longtemps dans de nombreuses disciplines. En effet, un graphique communique facilement et rapidement de l'information; il a un impact plus grand que les valeurs des données et possède un effet mnémonique. Cette visualisation devient une aide certaine lorsque les données sont multidimensionnelles et que la dimension est élevée.

L'objectif du projet est d'étudier et de disposer des principales méthodes de représentation connues dans la littérature. Il serait alors possible de créer un ensemble de programmes de visualisation de données multivariées sur micro-ordinateur.

VI Résultat majeur obtenu :

Certaines méthodes telles les diagrammes de Andrews et les faces de Chernoff ont été étudiées et appliquées sur des exemples concrets.

VII Publications principales parues :

I CHAIRE DE STATISTIQUE

07.42

II Loi de Weibull : Estimateurs du maximum de vraisemblance et estimateurs basés sur les statistiques d'ordre

PROJET  
87.07

III Mots-clés :  
Weibull, maximum de vraisemblance

IV Collaborateurs :  
Bousbaine A.

V Description :  
Dans l'estimation des paramètres d'une loi de Weibull par la méthode du maximum de vraisemblance, l'optimisation de la fonction de vraisemblance aboutit à un système d'équations non linéaires.  
La recherche a été axée sur le développement de méthodes numériques de résolution de ces équations et l'élaboration de programmes de calcul des estimations.  
D'autres estimateurs, basés sur les statistiques d'ordre, ont été considérés.

VI Résultat majeur obtenu :  
Ces différents estimateurs ont été comparés, en premier lieu, du point de vue théorique, puis du point de vue numérique.

VII Publications principales parues :  
Certains résultats sont contenus dans le travail de diplôme de Bulliard, J.L. : "Statistiques d'ordre" (décembre 1987).

I CHAIRE DE STATISTIQUE

07.42

II

Analyse canonique et coefficient RV

PROJET  
88.02

III Mots-clés :

Analyse canonique, coefficient de corrélation RV

IV Collaborateurs :

Helbling J.M., Crettaz F.

V Description :

L'analyse canonique étudie les relations qui existent entre deux groupes de variables. Le coefficient de corrélation RV est une mesure possible du lien entre ces deux groupes. Le but de ce travail est d'utiliser ce coefficient RV dans le cadre de l'analyse canonique et de généraliser le principe aux relations pouvant exister entre plus de deux groupes de variables. On examinera encore la possibilité d'utiliser ces techniques dans le cadre de l'estimation de données manquantes.

I CHAIRE DE STATISTIQUE

07.42

II Analyse de variance par espacement maximum

PROJET  
88.04

III Mots-clés :

Analyse de variance, espacement maximum, regroupement

IV Collaborateurs :

Bousbaine A.

V Description :

Dans le modèle d'analyse de variance à une voie un test d'égalité des moyennes et une procédure de regroupement, basés sur l'espacement maximum, ont été développés. Il s'agit dans ce travail d'élaborer un logiciel permettant d'effectuer le test et le regroupement des traitements en groupes homogènes si cela s'avère nécessaire.

2.2 RECHERCHE

D. RECHERCHE OPERATIONNELLE

I CHAIRE DE RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. Liebling)

07.44

II Maintenance d'une bibliothèque de logiciels de Recherche Opérationnelle

Projet  
80.01

III Mots-clés :

Optimisation, simulation.

IV Collaborateurs :

Troyon, M., Spälti S., Rossier Y., Eggimann J.L., Prodon A.

V Description (Objectifs, méthodes, perspectives) :

Installations, entretien, conseil aux utilisateurs et élaboration de modes d'emploi pour divers logiciels d'optimisation et de simulation installés sur VAX, CYBER, CRAY et PC.

Cette dernière année, le poids principal a porté sur les logiciels de simulation avec du graphisme sur PC et les paquets de programmation mathématique également sur PC.

I CHAIRE DE RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. Liebling)

07.44

II Problèmes de Steiner et Combinatoire Polyédrique

Projet  
82.03

III Mots-clés :

Optimisation combinatoire, combinatoire polyédrique, graphes et réseaux, algorithmes polynomiaux.

IV Collaborateurs :

Prodon A., Liebling Th.M., Margot F.

V Description (Objectifs, méthodes, perspectives) :

Développement d'outils pour la résolution de problèmes de Steiner dans les graphes. Etude de problèmes simplifiés et de graphes particuliers pour lesquels des algorithmes efficaces existent. Caractérisation des polyèdres dont les points extrêmaux sont les vecteurs caractéristiques de ces solutions.

VI Résultat majeur obtenu :

Développement d'un logiciel EAO pour la résolution de problèmes de Steiner.

Analyse et résolution par des algorithmes efficaces des problèmes de chemins disjoints de longueur minimale dans un graphe série-parallèle.

VII Publications principales parues :

Margot F. : "Chemins disjoints sur un 2-arbre", Travail de diplôme, 1987.

I CHAIRE DE RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. Liebling)

07.44

II Placement de composantes dans un module par différentes méthodes heuristiques

Projet  
85.04

III Mots-clés :

VLSI, placement, méthode évolutive.

IV Collaborateurs :

Troyon M., Liebling Th.M.

V Description (Objectifs, méthodes, perspectives) :

Ce projet fait partie de la collaboration de la Chaire de RO avec le CSEM.

Il s'agit de placer des composantes rectangulaires (avec plusieurs variantes de dimension par composante) dans un carré aussi petit que possible, et cela sans superposition.

Sa résolution a été effectuée à l'aide de la méthode évolutive.

VII Publications principales parues :

Fekih Z. : "Conception de circuits intégrés", Travail de diplôme, 1987.

I CHAIRE DE RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. Liebling)

07.44

II Projet Alusuisse

Projet  
85.06

III Mots-clés :

Planification de la production, Ordonnancement, Heuristique.

IV Collaborateurs :

Rossier Y., Labhard Ph., Liebling Th.M.

V Description (Objectifs, méthodes, perspectives) :

Dans le cadre d'un mandat pour la firme Alusuisse, nous développons un logiciel de gestion et de planification de la production. Cette année a été consacrée à l'élaboration de programmes réglant les procédés de fabrication de la fonderie de Chippis et nous nous sommes attaqués à l'ordonnancement des tâches sur les fours et les machines de l'usine.

Les programmes sont écrits en Fortran et utilisent une base de données relationnelles pour le stockage des informations relatives à la production.

Un programme de découpe des barres dont nous avions écrit la partie algorithmique a été installé chez Alusuisse avec la collaboration de leurs ingénieurs qui ont réalisé l'ensemble du dialogue avec l'utilisateur.

Finalement, nous avons joué un rôle de consultation dans le choix d'un nouveau système informatique et d'un logiciel de base de données pour la fonderie.

Les études de faisabilité de l'année passée ont débouché sur la présentation des résultats obtenus dans le cadre du meeting biannuel de l'association américaine de recherche opérationnelle (ORSA/TIMS).

VII Publications principales parues :

Rossier Y. : "FLS-fonderie, planification et gestion de la production, cahier des charges", Rapport interne, RO 850701.

Rossier Y. : "FLS-fonderie, procédés de fabrication", Rapport interne, RO 870701

Rossier Y. : "Ordonnancement de la production dans une usine d'aluminium utilisant un algorithme probabiliste d'échanges", Rapport interne, RO 861222.

Labhard Ph., Rossier Y. : "Simulation de la production dans une usine d'aluminium", Rapport interne, RO 870301.

Rossier Y., Labhard Ph., Liebling Th.M. : "Interactive Capacity Production Scheduling In A Foundry", Working Paper.

I CHAIRE DE RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. Liebling)

07.44

II Simulation tridimensionnelle de transformations polycristallines : modèle de Potts

Projet  
87.01

III Mots-clés :

Simulation 3-D, Potts, Metropolis, CRAY, vectorisation.

IV Collaborateurs :

Righetti F., Liebling Th.M., Mocellin A. (DMX).

V Description (Objectifs, méthodes, perspectives) :

Application du modèle de Potts tridimensionnel à la simulation de la croissance polycristalline. Les simulations se font sur l'ordinateur CRAY et produisent des bitmaps correspondant à des coupes. Ces bitmaps sont ensuite transformés en des réseaux polycristallins sur l'ordinateur VAX. A l'aide du programme CRYSTAL, il est alors possible d'obtenir des analyses statistiques des différentes coupes.

Ce projet est une application du projet d'école Astrid.

VII Publications principales parues :

Righetti F., Liebling Th.M., Mocellin A. (DMX) : "Simulation tridimensionnelle de transformations polycristallines : modèle de Potts", Rapport interne, RO 870615.

I CHAIRE DE RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. Liebling)

07.44

II Etude sur le comportement asymptotique de certains problèmes d'optimisation combinatoire

Projet  
87.03

III Mots-clés :

Voyageur de commerce, couplage parfait de poids minimum, arbre maximal de poids minimum, plan euclidien.

IV Collaborateurs :

Troyon M., Liebling Th.M.

V Description (Objectifs, méthodes, perspectives) :

Considérons un semis de points i.i.d. uniforme dans le carré unité. Si, de plus, on considère la distance euclidienne à la puissance k, alors on peut montrer le théorème suivant, valide pour le voyageur de commerce (TSP), le couplage parfait de poids minimum (MMP) et l'arbre maximal de poids minimum (SPT) :

Soit  $L_n$  la valeur de la solution optimale de l'un des problèmes sur n points. Alors :

- $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{L_n}{n^{2-k/2}} = \beta_k$  p.s. si  $k < 2$
- $\lim_{n \rightarrow \infty} L_n = \beta_k$  p.s. si  $k = 2$
- $\lim_{n \rightarrow \infty} L_n = 0$  p.s. si  $k > 2$

où  $k \geq 1$  est donné et  $\beta_k > 0$  est une constante. (Résultat connu pour  $k=1$ )..

Ce résultat reste vrai pour des dimensions supérieures à 2.

Actuellement, on essaye de trouver une relation entre  $\beta_{\text{MMP}}$  et  $\beta_{\text{SPT}}$  qui sont respectivement les valeurs asymptotiques du MMP et du SPT pour  $k=1$ .

VI Résultat majeur obtenu :

Cf. ci-dessus.

VII Publications principales parues :

Troyon M., Liebling Th.M. : "Asymptotics for Geometric Combinatorial Optimization Problems", Rapport interne RO 870731. Présenté au "12<sup>th</sup> Symposium on Operations Research" à Passau (RFA) du 8-12 Septembre 1987.

I CHAIRE DE RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. Liebling)

07.44

II Simulation sur ordinateur et visualisation de la réfraction dans un milieu non-homogène

Projet  
87.05

III Mots-clés :

Chemins (plus court chemin), réfraction, Fermat (principe de), Simulation.

IV Collaborateurs :

Bottazzi F., Liebling Th.M.

V Description (Objectifs, méthodes, perspectives) :

Il s'agit de simuler la réfraction de rayons lumineux dans une lentille optique en utilisant un algorithme d'optimisation discrète. La trajectoire d'un rayon lumineux traversant la lentille est donnée par la solution d'un problème de plus court chemin sur une grille planaire, formulé à partir du principe de Fermat et moyennant un choix adéquat de la distance entre deux points de la grille.

L'un des buts du projet est celui de développer des logiciels utilisant au mieux les capacités de calcul du CRAY 1 ainsi que les possibilités de travail interactif et graphique offertes par un mini-ordinateur tel que VAX ou par une station graphique performante.

Il est envisagé de développer un utilitaire graphique permettant de reconstituer la projection d'un objet à travers la lentille.

VI Résultat majeur obtenu :

Il a été mis en évidence la nécessité de revoir la formulation de la distance adoptée ainsi que la distribution des tâches à effectuer sur les deux types d'ordinateurs.

VII Publications principales parues :

Collinet P. : "Simulation sur ordinateur et visualisation de la réfraction dans un milieu non-homogène", Travail de semestre de 4ème année informatique, Eté 1987.

I CHAIRE DE RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. Liebling)

07.44

II Diagrammes de Voronoï, algorithmes efficaces et applications

Projet  
87.07

III Mots-clés :

Diagramme de Voronoï.

IV Collaborateurs :

Schmutz Y., Liebling Th.M., Telley H.

V Description (Objectifs, méthodes, perspectives) :

Le diagramme de Voronoï dans l'espace à d dimensions est une partition de cet espace générée par un semis de points.

Ces diagrammes ont de nombreuses applications : résolution efficace de problèmes de proximité, modélisation de systèmes physiques (polycristaux), zoologie (territoires de chasse des individus). Des applications en cartographie et en reconnaissance de forme sont envisageables. Un algorithme optimal de construction du diagramme existe à 2 dimensions. L'objectif est ici de trouver un algorithme également optimal à 3 dimensions, et éventuellement au-delà.

I CHAIRE DE RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. Liebling)

07.44

II Bibliographie sur la gestion de stocks

Projet  
87.09

III Mots-clés :

Mots-clés.

IV Collaborateurs :

Foyouzi-Youssefi A., Liebling Th.M.

V Description (Objectifs, méthodes, perspectives) :

Recherche bibliographique des articles parus sur la gestion de stocks depuis 1984.

Détermination d'un modèle de base et les domaines les plus recherchés.

VI Résultat majeur obtenu :

Cf. V.

I CHAIRE DE RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. Liebling)

07.44

II Projet d'enseignement II

Projet  
87.11

III Mots-clés :

EAO, Infographie, Simulation.

IV Collaborateurs :

Rossier Y., Liebling Th.M.

V Description (Objectifs, méthodes, perspectives) :

Simulation d'un système d'ascenseurs desservant les étages d'un grand bâtiment. Divers modèles de systèmes d'ascenseurs sont envisagés et diverses politiques de réponses aux demandes sont testées. Le programme fournit une visualisation animée de la simulation.

VI Résultat majeur obtenu :

Wahli Ch., Stauffer L. : "EAO en Simulation", Rapport de projet de semestre, Hiver 87-88 (en cours d'élaboration).

I CHAIRE DE RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. Liebling)

07.44

II Gestion de stocks industriels

Projet  
87.13

III Mots-clés :

Gestion de stocks, heuristiques, simulation, infographie.

IV Collaborateurs :

Eggimann J.L., Foyouzi A., Liebling Th.M.

V Description (Objectifs, méthodes, perspectives) :

Dans le cadre du projet de durée limitée "Gestion de stocks industriels", un outil de simulation est développé pour un réseau d'entrepôts desservis par un entrepôt central et offrant plusieurs articles.

VI Résultat majeur obtenu :

Pour fin février : prototype.

VII Publications principales parues :

Pour fin février : "Simulation d'un réseau d'entrepôts", Akram Al Atussi, Travail de semestre.

I CHAIRE DE RECHERCHE OPERATIONNELLE (Prof. Liebling)

07.44

II Politiques d'entretien d'ascenseurs

Projet  
87.15

III Mots-clés :

Heuristiques, voyageur de commerce, graphes, système expert.

IV Collaborateurs :

Eggimann J.L., Liebling Th.M.

V Description (Objectifs, méthodes, perspectives) :

Une grande entreprise d'ascenseurs désire répartir judicieusement les appareils en utilisation aux différentes personnes de la maison chargées des entretiens et des réparations. Elle souhaite également connaître l'influence qu'aurait la pose de capteurs sur certaines installations au niveau du temps total de "service après-vente", ainsi qu'au niveau de la qualité.

VI Résultat majeur obtenu :

Création d'un premier algorithme permettant d'attribuer les ascenseurs aux réviseurs, essayé pour la région lausannoise.

VII Publications principales parues :

Fillion F. : "Comparaison de politiques d'entretien", Travail de diplôme, DMA, EPFL, 1987.

I Recherche Opérationnelle  
D. de Werra

07.43

II

Problèmes de sécurité dans les réseaux électriques

Projet  
84.04

III Mots-clés : Réseau électrique, graphe, analyse de sécurité, optimisation convexe

IV Collaborateurs :

Chahal N., Pasche C., de Werra D., (collaboration avec LRE).

V Description

En vue de l'analyse de sécurité, et notamment de la préparation des réactions à des pannes, il est nécessaire de pouvoir énumérer systématiquement les défaillances de une, deux ou trois lignes qui déconnectent le réseau. Le logiciel mis au point devra permettre de classifier les défaillances et de détecter les éléments critiques d'un réseau. Ces résultats seront utilisés ultérieurement dans une approche de l'analyse de sécurité par les systèmes experts.

VI Résultat majeur obtenu :

Développement d'un algorithme puissant d'énumération des défaillances basé sur des propriétés des arbres maximaux.

VII Publications

Alec S., Network Simplex Method Applied to AAC Load-Flow  
J. Barras, Calculation, IEEE Trans on Power System Vol  
Pasche C., PWRS 2(1987) p 197-203  
Chamorel P.A.,  
Germond A.,  
de Werra D.:

Chahal N., Finding 1-cuts, 2 cuts and 3-cuts in a graph.  
Pasche C.: ORWP 87/3

I Recherche Opérationnelle  
D. de Werra

07.43

II	Optimisation combinatoire	Projet 85.02
----	---------------------------	-----------------

III Mots-clés : Graphes parfaits, optimisation combinatoire, algorithmique, heuristiques, techniques de décomposition, dualité, combinatoire polyédrique.

IV Collaborateurs : de Werra D., Hertz A. (100 % FN).

V Description

Les graphes parfaits jouent un rôle essentiel dans les applications pratiques puisqu'il est possible, pour ces graphes, de résoudre de nombreux problèmes d'optimisation combinatoire (coloration minimale, ensemble indépendant maximal, etc...) en des temps polynomiaux. Parmi les objectifs principaux de ce projet, citons l'identification de nouvelles classes de graphes parfaits pour lesquelles des algorithmes de faible complexité peuvent être utilisés. Grâce à ces identifications, des techniques de décomposition permettront de traiter (par des méthodes heuristiques) des graphes en principe quelconques.

VI Résultats majeurs obtenus :

- Généralisation de trois sous-classes de graphes parfaits. L'une de ces généralisation nous a permis de démontrer la conjecture que les graphes de Meyniel sont "localement parfaits".
- Détermination de conditions nécessaires et suffisantes pour que la somme de deux graphes soit parfaite. Ceci permet de traiter de nombreux problèmes de k-colorations en tenant uniquement compte des propriétés propres aux deux graphes  $G_1$  et  $G_2$ . Extension des formulations de problèmes de partitionnement pour tenir compte de contraintes de compacité dans l'ordonnancement.

VII Publications principales parues :

Hertz A. : "Slim graphs"

Hertz A. : "Slender graphs"

Hertz A. : "Skeletal graphs : a new class of perfect graphs"

Hertz A., de Werra D. : "On perfectness of sums of graphs" (ORWP 87/13)

de Werra D. : "Packing independents sets and transversal sets (S. Banach Mathematical Institute, Varsovie, 1987)"

Chvatal V., Hoang C.T., Mahadev N.V.R., de Werra D. : "Four classes of perfectly orderable graphs, J. of Graph Theory 11 (1987) 481-495."

I Recherche Opérationnelle  
D. de Werra

07.43

II Etude des flots dans les réseaux

Projet  
85.05

III Mots-clés :Flots dans les réseaux, transport, affectation de trafic,  
réseau de distribution d'énergie.

IV Collaborateur :  
Pasche C.

V Description :

Un logiciel d'optimisation convexe dans les réseaux a été mis au point. Sa compétitivité tant du point de vue de la précision que de celui du temps de calcul a été confirmée par les tests sur divers types de problèmes, dont :

- la prévision du trafic moyen selon le modèle de Wardrop
- le calcul du courant dans un réseau électrique (DC-Flow, Load-Flow).

Ce travail a été effectué en collaboration avec le LRE.

VI Résultat majeur obtenu :

Développement d'algorithmes d'optimisation convexe par linéarisation par morceaux, évaluation des erreurs et mise au point d'une technique de subdivision. (voir Thèse no 669 - EPFL)

VII Publications :

Pasche C. : A discrete algorithm for network convex optimization, ORWP87/20.

Pasche C. : Flot à coût convexe linéaire par morceaux RAIRO Vol 21 No 3 (1987) p 205-217.

I Recherche Opérationnelle  
D. de Werra

07.43

II Partitionnements, recouvrements et couplages en combinatoire | Projet  
86.02

III Mots-clés : Partitionnement, optimisation combinatoire.

IV Collaborateurs : de Werra D., Pulleyblank W.R. (Université de Waterloo,  
Canada)

V Description :

Un domaine important de la combinatoire consiste en l'étude des problèmes généraux de partitionnement et de recouvrement. Ces modèles sont en effet applicables à une grande variété de situations : reconnaissance de formes en intelligence artificielle, ordonnancement dans la production, affectations de canaux en télécommunications, conception en VLSI, conduite de réseaux de processeurs en informatique, etc. Une formulation générale a été développée, pour mettre en évidence des propriétés structurelles telles que des égalités ou inégalités min-max.

VI Résultats majeurs obtenus :

Simplification et unification des résultats précédents; mise en forme des analogies avec des modèles de coloration.

VII Publications principales parues :

de Werra D.: Generalized edge packings (revised version of ORWP 86/07).

I	Recherche Opérationnelle D. de Werra	07. 43
II	Optimisation combinatoire et intelligence artificielle	Projet 86. 04

III Mots-clés : Recuit, méthode tabou, optimisation combinatoire.

IV Collaborateurs : de Werra D., Hertz A. (100% FN), Widmer M.

v Description :

Ces dernières années, de nombreux problèmes d'optimisation combinatoire ont été traités par des méthodes de recuit (Simulation thermodynamique). Récemment F. Glover a proposé une nouvelle technique générale d'optimisation, proche des méthodes de l'intelligence artificielle. Le but est de se diriger pas à pas vers la valeur optimale d'un problème tout en évitant, grâce à une liste de mouvements "tabous", d'être piégé dans un optimum local. Nous avons adapté ces méthodes à la coloration de graphes, au problème d'ordonnancement et à la représentation d'un réseau en couches. Une formulation générale de la méthode et des conditions générales d'utilisation est en cours de développement.

## VI Résultats majeurs obtenus :

Cette technique a été mise en œuvre avec succès dans divers domaines :  
a) Coloration : nous avons atteint des records mondiaux pour la

e) Coloration : nous avons atteint des records mondiaux pour la coloration de graphes ayant jusqu'à 1000 sommets. Ces résultats sont importants pour la résolution des problèmes de technologie de groupe (en productique) et en classification automatique, par exemple.

b) Ordonnancement : nous avons développé une nouvelle méthode baptisée SPIRIT et dont les performances sont excellentes.

c) Réseaux en couches : grâce aux méthodes tabou nous avons pu, comparativement aux meilleurs algorithmes connus à ce jour, diminuer d'environ 40% le nombre de croisements dans des réseaux complexes.

## VII Publications principales parues :

Chams M., "Some experiments with simulated annealing  
Hertz A., for coloring graphs". EJOR 32 (1987) 260-266.  
de Werra D.:

Hertz A., "Using tabu search techniques for graph  
de Werra D.: coloring" (ORWP 87/9).

Widmer M., Hertz A.: "A New Heuristic Method for the Flow Shop Sequencing Problem", (ORWP 87/15).

Friden Ch. : Coloration de graphes sur un ordinateur vectoriel (projet de semestre 1987)

I Recherche Opérationnelle  
D. de Werra

07.43

II

Adaptation des algorithmes de recherche opérationnelle à la programmation parallèle

Projet  
87.01

III Mots-clés : programmation parallèle, algorithmes parallèles, optimisation combinatoire, aide à la décision, simulation, heuristiques.

IV Collaborateurs : Mohr T., Pasche C., de Werra D..

V Description :

L'apparition d'ordinateurs multiprocesseurs et de langages de programmation parallèle a modifié fondamentalement l'algorithme traditionnelle.

Ce projet a pour but de reprendre les algorithmes de la recherche opérationnelle et de l'optimisation combinatoire en particulier en vue de les adapter au calcul parallèle. Les diverses méthodes heuristiques générales de la R.O. seront ainsi rendues plus performantes, augmentant ainsi la taille maximum des problèmes traitables dans les applications.

VI Résultat majeur obtenu :

Un algorithme parallèle pour le problème du plus court chemin

Dans ce nouvel algorithme, la recherche du plus court chemin entre deux points est effectuée par deux processus qui partent en parallèle de l'origine et de la destination. Ce nouvel algorithme est jusqu'à huit fois plus rapide que l'algorithme classique de Dijkstra.

La parallélisation de la recherche tabou

Cette nouvelle technique proche de l'intelligence artificielle permet de résoudre efficacement un grand nombre de problèmes combinatoires. Plusieurs types de parallélisation du cheminement de cet algorithme sont en cours d'étude (parallélisation synchrone/asynchrone, structure maître-esclave/indépendante).

VII Publications :

Mohr T..

Pasche C., : A Parallel Shortest Path Algorithm, ORWP 87/18

I Recherche Opérationnelle  
D. de Werra

07.43

II

Productique : Problèmes d'ordonnancement dans un atelier

Projet.  
87.03

III Mots-clés : Ordonnancement, heuristiques, méthode "Tabou", simulation.

IV Collaborateurs : Hertz A., 100% FN, Widmer M., (50% E+R, 50% projet CN),  
de Werra D.

V Description :

Cette étude vise à développer des méthodes efficaces pour l'ordonnancement des pièces à usiner sur plusieurs machines. Il existe des algorithmes exacts pour deux et trois machines. Pour un nombre plus élevé de machines, quelques heuristiques proposent des solutions convenables.

Une nouvelle heuristique, appelée SPIRIT, a été développée par la chaire de RO. Elle se compose de deux phases : la première consiste en une recherche d'une bonne séquence en utilisant une analogie avec le problème du voyageur de commerce et la seconde améliore cette solution en utilisant une méthode dite "Tabou". D'excellents résultats sont obtenus par cette nouvelle méthode.

VI Résultats majeurs obtenus :

Intégration de la méthode tabou dans un algorithme itératif de recherche d'un ordonnancement pour le problème du "flow shop".

VII Publications principales parues :

Hertz A. , Widmer M. : A New Heuristic Method for the Flow Shop Sequencing Problem, ORWP 87/15.

I Recherche Opérationnelle  
D. de Werra

07.43

II

Titre : Gestion d'un système d'irrigation

Projet  
87.05

III Mots-clés : Gestion d'eau, programmation dynamique, irrigation, hydrologie.

IV Collaborateurs : Constantin C.; Meylan A., Jaton J.F., Musy A., (IGR)

V Description :

L'étude consiste à développer des modèles dynamiques de gestion d'un système d'irrigation (Prolongation d'un travail de diplôme). Il s'agit de déterminer les lâchures optimales à effectuer chaque jour au barrage de manière à permettre l'irrigation des zones agricoles situées en aval en tenant compte au mieux des aléas hydrologiques et des contraintes liées aux exigences de l'agriculture. Un modèle a été élaboré en collaboration avec l'IGR et testé sur des cas réels fournis par cet institut.

VI Résultats majeurs obtenus :

Développement d'un système basé sur la programmation dynamique; collaboration à l'application à des cas réels.

VII Publications principales parues :

Constantin C. : À dynamic model for water management; soumis pour publication.

Constantin C. : Un modèle de gestion d'un système d'irrigation en zone semi-aride (travail de diplôme 1986)

I Recherche Opérationnelle  
D. de Werra

07.43

II

Gestion de production dans une fonderie de métaux précieux

Projet  
87.07

III Mots-clés : programmation linéaire, production, planification, heuristiques.

IV Collaborateurs : Bovet J., Marthy C., Mottet Y., Semet F.

V Description :

Une entreprise dispose d'un certain nombre d'unités de traitement (affinage chimique électrolytique) pour l'extraction des métaux précieux à partir de lingots de matière brute. Sur la base des coûts de traitement, d'achat et de vente, un modèle de planification de l'utilisation de ces unités doit être développé de manière à rendre le coût des opérations aussi faible que possible.

VI Résultat majeur obtenu :

Mise au point d'un outil de planification pour les opérations de production d'une fonderie; ce système contient les bases d'un modèle général de gestion de production.

VII Principales publications parues :

Mottet Y. Optimisation de l'affinage or, travail de  
F. : Semet semestre 86.

I Recherche Opérationnelle  
D. de Werra

07. 43

II

Gestion d'une installation de chauffage

Projet  
87. 09

III Mots-clés : optimisation non linéaire, programmation dynamique, gestion prévisionnelle

IV Collaborateurs : Francey M., Clerc A., de Werra D.; Saugy B. (IENER)

V Description

On cherche à automatiser la gestion du système de chauffage d'un bâtiment; en tenant compte des variations de températures extérieures, des performances des systèmes de chauffage (mazout, pompe à chaleur, électricité), il s'agit de déterminer les stratégies de mise en service de ces systèmes.

Un système prévisionnel permettant de réduire au minimum les coûts de chauffage doit être mis au point; ce projet est exécuté en collaboration avec l'IENER.

VI Résultat majeur obtenu :

Une première formulation du problème en termes d'optimisation non linéaire mixte a été donnée; une application à un cas réel a permis de calibrer les paramètres du modèle.

VII Publication principale parue

Francey M.: Gestion d'une installation de chauffage par la programmation dynamique (travail de diplôme 1986).

2.3 RELATIONS IMPORTANTES AVEC L'EXTERIEUR

---

2.31 Manifestations scientifiques et techniques

Algèbre et Géométrie

D. Arlettaz

Professeur invité à Ohio State University, USA.

P. Buser

"Groupes presque conjugués." Colloque de mathématiques, Université de Grenoble/France (9.6.-11.6.87).

P. Buser

"Allerlei über die Eigenwerte kompakter Riemannscher Mannigfaltigkeiten." Mathematisches Kolloquium, Université d'Augsburg/RFA (30.6.87).

P. Buser

"Reelle Analytizität der Eigenwerte Riemannscher Flächen." Differentialgeometrie im Grossen. Oberwohlfach/RFA (19.-25.7.)

P. Buser

"An upper bound for the number of pairwise isospectral Riemann surfaces." The 21st international Symposium of the Taniguchi Foundation, Katata, Japon (22.-28.8.87).

P. Buser

"The spectrum of a Riemann surface is determined by finitely many eigenvalues." loc.cit.

P. Buser

"Cayley graphs and plana isospectral domains." International Conference on Analysis on Manifolds, Kyoto, Japon (29.8.-2.9.87).

B. Colbois

"Valeurs propres et fonctions propres du Laplacien sur les surfaces." Journées SMS, Lucerne (9.10.87).

G. Courtois

"Spectre des variétés privées d'un  $\epsilon$ -tube." Séminaire Arthur Besse, Paris (7.11.87).

2.31 Manifestations scientifiques et techniques (suite)

B. Zwahlen

Conférence sur les systèmes convectifs, "Primer Encuentro Nacional de Fisica, Matematica, Informatica y sus Aplicaciones", Ecole Polytechnique Nacional, Quito, 15.12.87.

M. d'Aujourd'hui

"Elliptic boundary value problems with jumping nonlinearities"  
Equadiff 87 conference, Xanthi/Grecce.

B. Dacorogna

"Problèmes du calcul des variations vectoriel", Université de Neuchâtel et ETH-Zürich.

B. Dacorogna

"Intégrales convexes du calcul des variations", Université de Florence.

C.A. Stuart

"Multiplicity and uniqueness for special problems in elasticity", Université de Zurich.

C.A. Stuart

"Bifurcation in  $L^p(\mathbb{R}^N)$  for a semi-linear equation." Université de Rome II.

C.A. Stuart

"Global bifurcation in  $L^p(\mathbb{R}^N)$  for a semi-linear equation".  
Université de Cosenza/ Italie.

C.A. Stuart

"Bifurcation of homoclinic orbits and bifurcation from the essential spectrum", Université de Leiden/Pays Bas.

2.31 Manifestations scientifiques et techniques (suite)

A. Bousbaine

"The mixture of  $L_1$  cluster analysis and F-tests for treatments comparison in one-way classification model." Congrès Statistical data analysis based on the  $L_1$ -Norm and related methods, Neuchâtel. (1.9.87)

P. Nüesch

"A propos de la géométrie des structures de corrélation à peine régulières." Université de Montréal/Canada. (23.9.87)

P. Nüesch

"Cuts, deep cuts, and minimal ellipsoïds." Rensselaer Polytechnic Institute, Troy N.Y./USA. (25.9.87)

M. Tricot

"VLSI, problèmes de placement de blocs." 5èmes Journées Internationales d'analyse des données et d'informatique, Versailles/France. (1.10.87)

M. Tricot

"Classification automatique." EPFL (30.10.87)

M. Tricot

"Une étude comparative des échelles de Montgomery-Ashberg et de Von Zerssen." Journée AMRP, Paris. (6.11.87)

P. Nüesch

"Sur la géométrie d'une structure de corrélation à peine régulière." Università di Padova/Italie. (10.12.87)

P. Nüesch

"Tests unilatéraux multivariés" et "Section et hyper-ellipsoïdes minimaux", Università di Bari/Italie. (11.12.87)

P. Nüesch

Journées scientifiques SEFI, Göteborg/Suède. (7.-12.4.87)

P. Nüesch

Journées scientifiques SEFI, Helsinki/Finlande (7.6.-3.7.87)

P. Nüesch

Conseil exécutif de la SEFI, Bruxelles/Belgique. (3.-5.12.87)

Journées de l'ASU (Mai 1987)

Comité d'organisation : P. Nüesch, J.M. Helbling, D. Joye,  
M. Tricot. Comité scientifique : M. Tricot.

Société Francophone de Classification (12.6./2.10.87)

Comité d'administration : M. Tricot.

A. Rüegg

"Zum Stochastik-Unterricht auf der Gymnasialstufe", ETH-Zürich  
(3.12.87)

2.31 Manifestations scientifiques et techniques (suite)

Recherche opérationnelle (suite)

D. de Werra

Invitation au S. Banach International Mathematical Center, Varsovie/Pologne (sept. 1987). Présentation de deux exposés : "Coloring large graphs", "Connected colorings and Interval colorings."

C. Pasche

"A discrete algorithm for Network Problems with Convex Separable Costs", congrès Pseudo-Boolean Optimization and Related Areas, Chexbres (sept. 1987).

M. Widmer

"A new approach for Solving the Flow Shop Sequencing Problem", ibid.

A. Hertz

"On perfectness of sums of graphs, ibid.

M. Widmer

"FMS performances with perturbations", 4th EURO Summer Institute, Turku/Finlande (juin 1987).

M. Widmer

"Simuler pour industrialiser, gérer pour produire", Rencontre EPFL-Economie (De la commande numérique à l'intégration de la production) (mai 1987).

Ph. Solot

"Le module MULTI-Q pour les ateliers flexibles", Groupe de Recherche en Robotique, BBC, Baden (août 1987).

J. Bovet

Enseignement d'une partie du cours de R.O. "Problèmes de distribution", Faculté des sciences économiques, Université de Genève (décembre 1987).

D. de Werra

P. Hansen (USA)

Ch. Ebenegger (Uni GE)

Organisation du colloque "Pseudo-Boolean Optimization and Related Areas", Chexbres (sept. 1987).

D. de Werra

(comme président d'Euro) Participation à l'organisation du Congrès EURO X (Belgrade 1989) et EURO XI (1991) ainsi qu'EIRO IX -TIMS XXVI (Paris, juillet 1988).

2.32 Mandats et expertises (suite)

Statistique

- Département de Génie Rural et Géomètres
  - 1) Classification des sols selon des indices calculés à partir de leur composition.
  - 2) Approximation des quantiles des lois normales, Student, Fisher et Chi-carré.
  - 3) Estimation des paramètres d'un modèle de régression non linéaire ajusté à des données de pollution.
  - 4) Différences de comportement de concentration de métaux lourds suivant le type de sols et de substrats (Laboratoire de Pédologie).
  - 5) Bioaccumulation des PCB par la truite du Léman : aspects statistiques (Génie de l'Environnement).
- Département de Chimie
  - 1) Exploitation de résultats d'expériences de photolyse éclair faites avec des lasers pulsés sur des solutions.
  - 2) Décomposition des dégrés de liberté dans un modèle chimique ajusté par une technique de splines.
- Département de Physique
  - Analyse statistique d'un modèle de consommation d'énergie d'une serre solaire.
- Département de Génie Civil
  - Collaboration avec la chaire de Construction en bois.
- Université R. Descartes, Paris V
  - 1) Tests d'indépendance dans un tableau de contingence avec peu d'effectifs.
  - 2) Analyse d'un questionnaire en utilisant l'analyse des correspondances.
- Installation et maintenance de programmes statistiques publics sur l'ordinateur CYBER et sur le VAX du DMA.

\*\*\*

2.32 Mandats et expertises (suite)

Recherche opérationnelle (suite)

J.L. Eggimann, Th.M. Liebling  
Mandat du HCUG pour plusieurs problèmes de RO en rapport avec la gestion hospitalière.

Y. Rossier, J.-L. Eggimann, Th.M. Liebling  
Mandat Alusuisse, Gestion de Production.

H. Telley, Th.M. Liebling  
Collaboration avec le Laboratoire de Céramique dans le Projet COST 503.

F. Righetti, H. Telley, Th.M. Liebling  
Projet ASTRID avec le Laboratoire de Céramique "Simulation tridimensionnelle de l'évolution de polycristaux".

F. Bottazzi, Th.M. Liebling  
Projet stochastique en collaboration avec le LESO, EPFL.

S. Spälti, Th. M. Liebling  
Projet Geostationnaire avec l'UIT.

F. Bottazzi, F. Voelkle, Th.M. Liebling  
Projet Routage de CE avec le CSEM.

2.33 Commissions, Conseils scientifiques hors de l'Ecole

Prof. R. Cairoli

- Membre de la commission de recherche de la Société helvétique des sciences naturelles.

Prof. S.D. Chatterji

- Président de la Société Mathématique Suisse (1987).
- Managing editor du périodique Expositiones Mathematicae.

Prof. J. Descloux

- Membre du comité de rédaction du journal "Modélisation Mathématique et Analyse Numérique".
- Membre du comité directeur du Gymnase du Soir, Lausanne.

2.33 Commissions, Conseils scientifiques hors de l'Ecole (suite)

Prof. D. de Werra

- Membre du comité de l'ASRO
- Comité éditorial de Annals of Operations Research
- Comité éditorial de Discrete Applied Mathematics
- Comité éditorial de Foundations of Control Engineering
- Comité éditorial de Asia-Pacific Journal of Operational Research
- Mise sur pied d'un 3e cycle romand de R.O. et présidence pour l'année 1987
- Commission de recherche du CREM (Centre de recherche en énergie de Martigny)
- Commission des programmes de l'Ecole d'ingénieurs du Valais.

Prof. B. Zwahlen

- Membre de la commission de recherche de l'EPFL
- Membre du Groupe de travail "Formation en mathématiques", Conférence des recteurs des universités suisses.

\*\*\*\*\*

Workshop on Graphs and Riemannian Geometry

March 9 - 13, 1987 at

Les Rasses, Swiss Jura near the University of Lausanne.

Organizing committee : O. Burlet, University of Lausanne,  
P. Buser, Swiss Federal Institute  
of Technology.

Graph Theory has recently gained interest in the understanding of the combinatorial aspects of Riemannian manifolds, in particular, the spectrum of the Laplacian and the collapsing of Riemannian metrics. Conversely, differential geometric methods have proved to be useful for graph theory as well.

The workshop at Les Rasses has brought together researches from both sides, graph theory and Riemannian geometry, to study this relationship.

Les Rasses is a village in the Swiss Jura, 3'600 feet above sea level and about a 1 h. ride from the University of Lausanne by car/train. The workshop has been held in Oberwohlfach style at the Grand Hôtel which specializes in seminars and conferences.

Main lectures have taken place in the morning. Afternoon sessions were free for questions, informal seminars and discussions.

The relatively small number of participants and the informal style has proved to be very fruitful for the exchange of knowledge, techniques and experience. The subsequent pages give a cross section of the various talks. Some effort has been made to include adequate references.

List of Participants

A'Campo Norbert	Univ. de Bâle, Math. Inst. Rheinsprung 21, 4056 Bâle , Suisse
Aebischer Beat	Univ. de Berne, Math. Inst. Sidlerstrasse 5, 3012 Berne, Suisse
Alon Noga	Univ. de Tel Aviv, School of Math.Sciences, Ramat Aviv, 69978 Tel Aviv, Israel
Anné Colette	Univ. de Grenoble, Inst. Fourier, Labo de Math., B.P. 74, 38402 Saint-Martin-d'Hères
Badertscher Peter	Univ. de Berne, Math. Inst. Sidlerstrasse 5, 3012 Berne, Suisse
Barge Jean	Univ. de Lille, Dépt de Math, 59655 Villeneuve-D'Asq ,France
Benhassine Meriem	Univ. de Grenoble, Inst. Fourier, Labo de Math., B.P. 74, 38402 Saint-Martin-d'Hères
Bérard Pierre	Univ. de Grenoble, Inst. Fourier, Math. Pures, B.P. 74, 38402 Saint-Martin-d'Hères
Besson Gérard	Univ. de Grenoble, Inst. Fourier, Labo de Math., B.P. 74, Saint-Martin-d'Hères
Bertschi Marc	Univ. de Lausanne, Inst. de Math., 1015 Lausanne, Suisse
Bokor Peter	Univ. de Berne, Math. Inst., Sidlerstrasse 5, 3012 Berne, Suisse
Bollobas Bélà	Univ. of Cambridge, Dept of Pure Math. and Math. Statistics, 16 Mill Lane, Cambridge CB2 1SB
Brooks Robert	Univ. of Southern California, Dept of Math., DRB 306, University Park, Los Angeles, CA 90089-1113
Burger Marc	Univ. de Bâle, Math. Inst. Rheinsprung 21, 4056 Bâle , Suisse
Burlet Oscar	Univ. de Lausanne, Inst. de Math., 1015 Lausanne, Suisse
Buser Peter	EPF-Lausanne, DMA, 1015 Lausanne, Suisse
Carrières Yves	Univ. de Grenoble, Inst. Fourier, Labo de Math., B.P. 74, 38402 Saint-Martin-d'Hères
Chavel Isaac	The City College of the City Univ. of New York, Dept of Math., New York, N.Y. 10031

List of talks (in chronological order)

- V. Milman The Concentration phenomenon in Riemannian geometry and Combinatorics.
- N. Alon Expanders
- R. Brooks Spectral problems in graph theory and geometry.
- P. Sarnak Ramanujan Graphs.
- A. Lubotzky The diameter of finite simple groups.
- P. Sarnak Selberg's  $3/16$  bound.
- R. Brooks Isospectral surfaces of small genera.
- K. Fukaya Collapsing of Riemannian manifolds.
- Y. Colin de Verdière Multiplicités des valeurs propres et plongements de graphes.
- M. Burger Asymptotics of small eigenvalues.
- K. Fukaya Collapsing and eigenvalues.
- J. Dodziuk Small eigenvalues of Riemann surfaces.
- I. Chavel Probabilistic methods for spectra of manifolds less a small domain
- B. Bollobàs A lecture on random graphs.
- V. Millman The Brunn theorem and the Brunn-Minkovski inequality.
- P. Sarnak Determinants of the Laplacian.