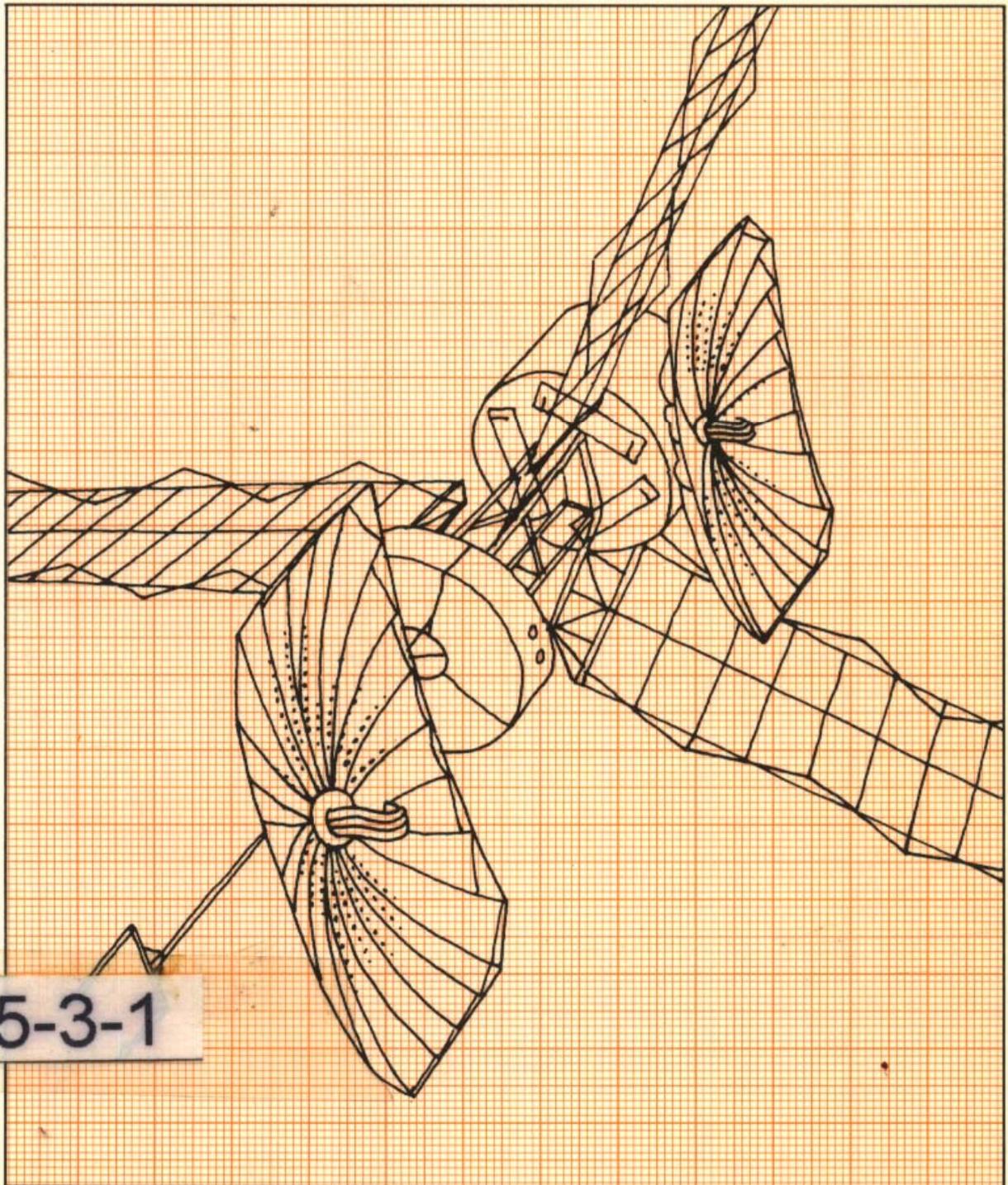


METHODES MATHÉMATIQUES POUR L'INGÉNIEUR **2**

Compléments d'analyse

KURT ARBENZ ET ALFRED WOHLHAUSER



515-3-1

PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

TABLE DES MATIÈRES

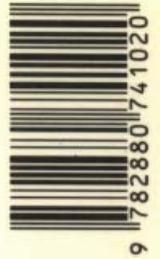
	INTRODUCTION	v
CHAPITRE 1	DIFFÉRENTIATION VECTORIELLE ET OPÉRATEURS DIFFÉRENTIELS	
	1.1 Rappel d'algèbre vectorielle	1
	1.2 Dérivée ordinaire d'une fonction vectorielle	3
	1.3 Gradient, divergence et rotationnel	4
	1.4 Quelques formules de différentiation	6
	1.5 Applications techniques	7
	1.5.1 Exemple : force de pression dans un fluide	7
	1.5.2 Exemple : dérivée d'un champ scalaire suivant une direction	8
	1.5.3 Exemple : déformation d'un corps	8
	1.5.4 Exemple : rotation d'un solide autour d'un point	9
	1.5.5 Exemple : équation d'onde	10
	1.5.6 Exemple : équation de Laplace	11
	1.5.7 Exemple : normale à une surface	12
CHAPITRE 2	COURBES DANS L'ESPACE ET INTÉGRALES CURVILIGNES	
	2.1 Courbes dans l'espace	13
	2.2 Longueur d'un arc de courbe	14
	2.3 Abscisse curviligne	15
	2.4 Éléments de géométrie différentielle	16
	2.4.1 Exemple : géométrie différentielle de l'hélice	18
	2.4.2 Exemple : interprétation géométrique de la courbure	19
	2.5 Mouvement curviligne	20
	2.5.1 Exemple : bille glissant sur un cylindre	21
	2.6 Intégrales curvilignes	23
	2.6.1 Exemple : calcul d'une intégrale curviligne	24
CHAPITRE 3	SURFACES ET INTÉGRALES DE SURFACE	
	3.1 Surfaces	25
	3.2 Éléments de géométrie différentielle	26
	3.3 Intégrales de surface	29
	3.3.1 Exemple : calcul d'une intégrale de surface	30

CHAPITRE 4	THÉORÈME DE DIVERGENCE, THÉORÈME DU GRADIENT ET FORMULE DE GREEN DANS L'ESPACE	
4.1	Théorème de divergence	33
4.1.1	Exemple : vérification du théorème de divergence	34
4.2	Démonstration du théorème de divergence	35
4.3	Théorème du gradient	37
4.4	Applications physiques	37
4.4.1	Exemple : principe d'Archimède	37
4.4.2	Exemple : équation de continuité	38
4.4.3	Exemple : moment d'inertie d'une sphère	39
4.5	Formule de Green dans l'espace	40
CHAPITRE 5	THÉORÈME DE STOKES ET APPLICATIONS	
5.1	Théorème de Stokes	41
5.1.1	Exemple : vérification du théorème de Stokes	42
5.2	Formule de Green dans le plan	43
5.3	Démonstration du théorème de Stokes	44
5.4	Existence d'un potentiel d'un champ vectoriel	46
5.4.1	Exemple : indépendance d'une intégrale curviligne du chemin d'intégration	48
5.4.2	Exemple : différentielle totale	49
CHAPITRE 6	COORDONNÉES CURVILIGNES ORTHOGONALES	
6.1	Coordonnées curvilignes	51
6.2	Éléments différentiels de longueur d'arc et de volume	53
6.3	Gradient, divergence et rotationnel en coordonnées curvilignes orthogonales	55
6.3.1	Démonstration de la formule pour le gradient	56
6.3.2	Formules auxiliaires	56
6.3.3	Démonstration de la formule pour la divergence	57
6.3.4	Démonstration de la formule pour le rotationnel	58
6.3.5	Exemple : coordonnées cylindriques	58
CHAPITRE 7	SÉRIES DE FOURIER ET APPLICATIONS	
7.1	Considérations préliminaires	61
7.2	Séries de Fourier	63
7.3	Théorème de Dirichlet	66
7.4	Séries de Fourier en notation complexe	71
7.5	Applications techniques	73
7.5.1	Exemple : filtre-RC	73
7.5.2	Exemple : équation de chaleur	75
CHAPITRE 8	TRANSFORMATION DE FOURIER ET APPLICATIONS	
8.1	Les fonctions apériodiques	79
8.2	La transformée de Fourier	80

8.3	Propriétés de la transformation de Fourier	82
8.3.1	Linéarité	82
8.3.2	Convolution	82
8.3.3	Dérivation	83
8.3.4	Produit par une exponentielle	84
8.3.5	Signal retardé	84
8.4	Applications de la transformation de Fourier	84
8.4.1	Exemple : propagation de la chaleur dans une barre infinie	84
8.4.2	Exemple : impulsion de Dirac	86
8.4.3	Exemple : fonction de corrélation	88
CHAPITRE 9	TRANSFORMATION DE LAPLACE ET APPLICATIONS	
9.1	Définition	91
9.2	Transformée de Laplace de quelques fonctions élémentaires	92
9.2.1	Fonction échelon unité.	92
9.2.2	Fonctions exponentielles et trigonométriques	93
9.2.3	Impulsion de Dirac	93
9.3	Théorèmes sur les transformées de Laplace.	94
9.3.1	Image de la dérivée et de la primitive	94
9.3.2	Théorème de décalage	95
9.3.3	Théorème de convolution	96
9.3.4	Théorème de la valeur finale	97
9.3.5	Dérivation de l'image	97
9.3.6	Théorème de la valeur initiale	97
9.3.7	Dictionnaire d'images.	98
9.4	Résolution d'équations différentielles	99
9.5	Systèmes linéaires	100
9.6	Applications de la transformation de Laplace	102
9.6.1	Exemple : résolution d'une équation différentielle	102
9.6.2	Exemple : application du théorème de convolution.	103
9.6.3	Exemple : réponse permanente d'un circuit RCL	103
9.6.4	Exemple : circuit de poursuite	105
9.6.5	Exemple : stabilité des systèmes non linéaires	106
CHAPITRE 10	INTRODUCTION AU CALCUL DES VARIATIONS	
10.1	Introduction.	111
10.2	Equation d'Euler dans le cas simple.	112
10.3	Problèmes isopérimétriques	115
10.4	Généralisation.	117
	BIBLIOGRAPHIE	119
	INDEX ANALYTIQUE	121

Compléments d'analyse

KURT ARBENZ ET ALFRED WOHLHAUSER



Cet ouvrage présente les concepts théoriques et les applications pratiques fondamentaux de l'analyse vectorielle, des séries et intégrales de Fourier, des transformées de Laplace ainsi que du calcul des variations. Il apportera une aide importante aux étudiants en sciences physiques et techniques pour lesquels ces méthodes sont indispensables. S'adressant aux étudiants ingénieurs de deuxième année du premier cycle universitaire il ne suppose que la connaissance du calcul différentiel et intégral.

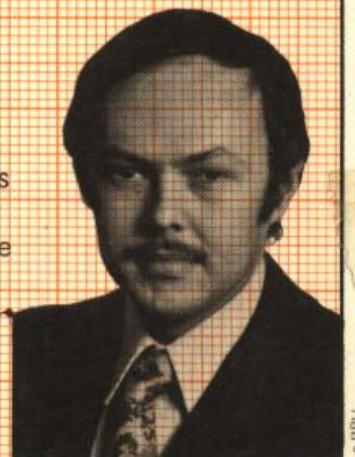
Kurt Arbenz est né à Winterthur (Suisse) en 1931. Mathématicien, diplômé (1955) de l'École polytechnique fédérale de Zürich et Docteur es sciences de cette même institution (1957), il a été assistant de recherche (1957-58) à l'Université de Princeton (USA) puis professeur de mathématiques et de mécanique (1959-60) à l'École technique supérieure de Bienne (Suisse). De 1960 à 1972, il a travaillé comme



ingénieur de développement dans l'industrie électronique aux Etats-Unis (Sylvania Electronic Systems, 1960-1965; Raytheon Company, 1965-1972; Boston, Mass.) où il s'est spécialisé dans les domaines de radar, des communications et des missiles pour la défense antiaérienne. Depuis 1972, il est professeur de mathématiques appliquées pour les ingénieurs à l'École polytechnique fédérale de Lausanne.

Alfred Wohlhauser est né à Zürich (Suisse) en 1941. Il est mathématicien, diplômé (1967) de l'Université de Zürich et Docteur phil. II de cette même institution (1970). De 1967 à 1971 il a été assistant de recherche et d'enseignement à l'institut de mathématiques

de l'Université de Zürich. Depuis 1972 il est chargé de cours au Département de mathématiques de l'École polytechnique fédérale de Lausanne, où il enseigne des mathématiques pour ingénieurs. Son domaine de recherche est l'analyse complexe et l'analyse appliquée.



Le BPU