

A. THOMAS

**techniques d'analyse
en informatique
de gestion**

Gestion et économie appliquée

*techniques d'analyse
en
informatique de gestion*

A. THOMAS

*Ancien élève de l'École polytechnique
Membre de l'Institut des Actuaire Français*

PRÉFACE DE

P. LHERMITTE

*Directeur
des Études économiques générales de l'E.D.F.*

DUNOD

Paris - Bruxelles - Montréal

© DUNOD, 1969

"Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur, ou de ses ayants-droit, ou ayants-cause, est illicite (loi du 11 mars 1957, alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal. La loi du 11 mars 1957 n'autorise, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, que les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective d'une part, et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration".

préface

Me remémorant, devant ces feuillets blancs qui recevront les quelques mots valant préface du livre d'André THOMAS, le plaisir que vient de m'en procurer la lecture, plaisir réhaussé par un réel intérêt et un enrichissement certain, j'analyse une fois de plus le talent pédagogique de l'auteur. Mais la clarté de pensée — je dirai la droiture de pensée si ALAIN n'avait prétendu « qu'un homme qui pense droit par la nature n'est plus un homme » — qui nous est révélée au cours des différents chapitres, n'est pas seulement pédagogie...

Or, le mérite y est d'autant plus grand qu'il pouvait paraître audacieux de vouloir écrire un traité sur les techniques d'analyse en informatique de gestion, ou, pour reprendre une image de l'auteur, « réconcilier l'analyse et les règlements et procédures administratives »... Combien il est vrai « que des structures mathématiques sont sous-jacentes dans les textes administratifs » et que « les problèmes administratifs constituent des systèmes passionnants à formaliser pour les mathématiciens », mais combien ces vérités sont peu reconnues comme telles.

J'en voudrais un exemple récent : à savoir l'opposition qu'a rencontrée, de la part du plus grand nombre, l'introduction récente d'un enseignement des sciences de la gestion à l'École polytechnique. Encore a-t-on limité ce timide essai aux seules méthodes mathématiques de l'économie. Or ce livre je l'aurais volontiers intitulé, pour ma part, méthodes mathématiques de l'informatique de gestion — en donnant au mot informatique l'acception de mise en œuvre des techniques informatiques. Il reste à rédiger, pour compléter la trilogie, un traité sur les méthodes mathématiques du « management » — expression que je regrette de ne savoir traduire en français; peut-être, un jour, André THOMAS, qui a déjà commis avec Claude ABRAHAM un traité de Microéconomie, répondra-t-il à cette attente.

Pour l'instant, son livre vient étayer une conviction profonde et me conforte dans l'idée que les errements de la gestion se situent actuellement à un carrefour : l'introduction irréversible et inéluctable de la logique, transformant ceux-ci en sciences de la gestion, de la même façon que la logique et les mathématiques ont transformé l'art des grands bâtisseurs de cathédrales en la science du constructeur.

Mais d'ailleurs pourquoi ne pas enseigner très tôt, au cours de la formation secondaire, le maniement des tables de décision ou des exemples simples d'exploitation de fichiers. Il n'y a guère d'exercices accessibles à la fois aux élèves de formation non scientifique et à ceux de culture scientifique, aussi formateurs pour le jugement et le raisonnement. Ne soyez pas étonné d'entendre parler d'exercices à propos de processus administratifs : les trois premiers

appendices de cet ouvrage ne sont pas autre chose que des exercices... relativement complexes.

Je n'ai qu'une crainte, en achevant ces lignes... crainte que ne soit pas assez lu le quatrième appendice, et un regret : j'aurais aimé que cet appendice constitue la conclusion de l'ouvrage. Dans ces dernières pages, l'auteur donne à son travail une dimension supplémentaire, il nous fait connaître la finesse et les nuances de son jugement ainsi que sa parfaite connaissance, en homme de l'art, des problèmes de l'informatique. Aussi, me hasarderais-je à formuler un conseil destiné au Président Directeur Général ou au Directeur de l'Administration, surchargé de travail, qui, par hasard, auraient pris le temps de lire cette préface jusqu'à son terme, puis envisagerait de transmettre l'ouvrage d'André THOMAS à son Chef de service du traitement de l'informatique; ce conseil sera le suivant :

Si vous portez réellement intérêt au devenir de votre entreprise ou de votre Direction, quelle que soit l'urgence de la tâche qui vous attend maintenant, avant de refermer ce livre, méditez longuement les cinq pages de l'appendice IV.

Viroflay, le 19 octobre 1969.

Pierre LHERMITTE
Directeur des Études économiques
générales de l'E. D. F.

avant-propos

Cet ouvrage a pour origine une expérience pédagogique et pour cause une constatation expérimentale.

- *Une expérience pédagogique* : il s'agissait de créer rapidement un groupe d'analystes. Le personnel retenu avait un degré d'instruction correspondant approximativement à une année ou deux d'études après le baccalauréat. Ce personnel avait passé avec succès des tests *ad hoc* mais n'avait aucune connaissance en matière d'informatique. Il lui a été dispensé une formation accélérée d'une durée d'un mois comportant :

- a) des cours d'initiation générale à la technique des ordinateurs;
- b) des notions d'analyse un peu plus sommaire que celles développées dans cet ouvrage.

Par la suite, le groupe s'est avéré capable de rendre immédiatement de nombreux services. Les lacunes qui subsistaient ont été comblées peu à peu, en quelques mois, à l'occasion des études qui étaient entreprises.

- *Une constatation expérimentale* : on trouve de nombreux livres décrivant le fonctionnement et l'utilisation des ordinateurs, partant des tores de ferrite ou de la description d'une carte perforée, et finissant par l'exposé des principes de la multiprogrammation. On commence à trouver des livres exposant des cas d'application, les problèmes qui ont été surmontés et le bénéfice qu'on a pu en tirer.

Mais l'analyse des problèmes de gestion est encore, dans une large mesure, une *terra incognita* où peu d'auteurs se sont aventurés. Pourtant, si l'analyse est incorrecte, incomplète ou formulée en des termes insuffisamment précis, l'automatisation est vouée à l'échec. On arrive toujours à écrire un programme et à l'exploiter, de façon plus ou moins rentable. Le problème principal est de définir ce que fera la machine dans ce programme et surtout d'insérer cette définition dans une conception globale des réalisations informatiques.

Dans le cadre de cet ouvrage, nous nous limiterons à la description des méthodes de l'analyste qui sont, pour une large part, indépendantes de la machine utilisée. Il n'est donc pas nécessaire que le lecteur connaisse le fonctionnement d'un ordinateur. Il sera par contre indispensable d'étayer ces techniques un peu abstraites par la connaissance précise d'un environnement technologique, d'un ou plusieurs langages de programmation. Le niveau requis dépasse rarement celui des classes de terminale scientifique des lycées.

Dans une première partie, intitulée «méthodes mathématiques de l'informatique» on s'est efforcé de rassembler les principaux concepts opérationnels.

La théorie des ensembles, tout d'abord, dont l'application permanente se révèle très payante pour formuler rigoureusement les problèmes. Quelques notions sur les graphes permettent ensuite d'introduire simplement l'idée de structure d'un ensemble si importante pour l'analyste. On notera que la plupart des algorithmes simples que l'on démontre sur les graphes fournissent d'excellents sujets d'ordinogrammes! L'algèbre de Boole est très voisine de la théorie des ensembles — les mathématiciens parlent d'isomorphisme — mais son emploi se développe de plus en plus dans les problèmes administratifs complexes et justifie donc un traitement spécial d'ailleurs élémentaire. Un dernier chapitre est consacré à la théorie de l'information. Si celle-ci est d'un emploi moins courant, l'expérience montre que la compréhension approfondie de ses concepts aide beaucoup à poser et discuter les problèmes d'informatique. Au total et à l'exception de ce dernier chapitre, cette première partie sera sans doute superflue dans quelques années quand une formation précoce aux mathématiques modernes aura porté ses fruits. A l'heure actuelle, et compte tenu des formations très diverses des gens qui s'occupent d'informatique de gestion, elle nous paraît au contraire fondamentale. C'est peut-être sa méconnaissance qui est à l'origine des retards et/ou des échecs que l'on constate trop souvent en informatique de gestion. Étudier une paie, constituer un fichier du personnel, c'est avant tout se poser un problème de logique mathématique où l'on définit des ensembles, des variables, où l'on énumère les cas possibles. Bien sûr, il est possible de s'en tirer sans être trop rigoureux, moyennant une bonne connaissance du problème concret et... bien des rectifications successives de programme qui auraient pu être évitées.

La deuxième partie présente de façon plus concrète les démarches de l'*analyse fonctionnelle* qui vise à constituer un dossier logique de l'application sans se soucier de son exécution sur la machine. Naturellement, il s'agit là d'une vue de l'esprit et la réalité montre bien un processus dialectique entre les analystes et les responsables de l'ordinateur. Mais on fait appel à ce stade à des techniques d'analyse très spécifiques.

Il s'agit d'abord (chapitres V et VI) de prendre une vue d'ensemble du processus et de normaliser et d'organiser son travail d'une façon ou d'une autre. Ensuite il faut décrire les procédures logiques permettant de passer des données aux résultats; à partir de celles-ci seront écrits les programmes (chapitre VII). Cependant, en informatique de gestion, on s'occupe avant de gérer et de mettre à jour des fichiers. Le chapitre VIII s'efforce de dégager quelques idées générales à ce sujet, tout en restant toujours en amont de la phase ordinateur proprement dite.

Enfin, les appendices 1 à 3 montrent sur des exemples comment la formulation mathématique peut être utilisée en approche d'un problème d'informatique de gestion. L'appendice 3 évoque en particulier le douloureux problème des réglementations pensées et modifiées par de purs théoriciens qui se soucient peu des complications ou des contradictions formelles sur le plan de la logique pure et encore moins, cela va sans dire, des problèmes de program-

mation. Le coût économique de ces errements, étendu au plan national, est cependant loin d'être négligeable...

Tout au long de cet ouvrage nous avons essayé de garder un équilibre malaisé entre la mathématique théorique et difficile qui rebute le praticien et la recette commode (liste des questions à poser au responsable du service qui va être automatisé) qui est parfois un peu naïve. L'expérience montre qu'en matière d'informatique de gestion un peu de mathématiques aide beaucoup. Une théorie générale s'ébauche peu à peu. Il est certain que dans de nombreux problèmes courants, l'utilité marginale de mathématiques plus raffinées serait assez faible. Mais ces mêmes problèmes ne seront-ils pas reformulés demain?

Paris, 20 janvier 1969

André THOMAS

bibliographie

Chapitre I

- G. PAPY, *Mathématiques modernes*. Éditions Didier.
M. BOUZITAT, *Cours de Mathématiques de la Faculté de Droit et des Sciences Économiques de Paris*. Librairie Dey.
P. ROSENSTIEHL et J. MOTHEs, *Mathématiques de l'action*. Dunod.

Chapitre II

- C. BERGE, *Théorie des graphes et ses applications*. Dunod.
B. ROY, Cheminement et connexité dans les graphes. Application aux problèmes d'ordonnancement. *Revue Métra*, n° 1.

Chapitre III

- J. KUNTZMANN, *Algèbre de Boole*. Dunod.
H.G. FLEGG, *L'algèbre de Boole et son utilisation*. Dunod.
M. DENIS-PAPIN, R. FAURE et A. KAUFMANN, *Cours de calcul booléen appliqué*. Albin Michel.
LEWIS-CARROLL, *Logique sans peine*. Hermann.

Chapitre IV

- C.E. SHANNON, A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, volume 27, juillet-octobre 1948.
W. ROSS-ASHBY, *Introduction à la cybernétique*. Dunod.
G. CULLMANN, M. DENIS-PAPIN et A. KAUFMANN, *Éléments de calcul informationnel*. Albin Michel.
A.M. YAGLOM et I.M. YAGLOM, *Probabilité et Information*. Dunod.
C. PICARD, *Théorie des questionnaires*. Gauthier Villars.
C. PICARD, Théorie de l'information et théorie des graphes. *Revue française de traitement de l'information*, n° 1, 1^{er} trimestre 1966.

Chapitres V à VIII

1° Nombreux articles

- de la *Revue Automatismes* (Dunod)

Voir en particulier :

- Tome VI, n° 10 BARRAUD, Les méthodes de programmation.
(octobre 1961) LAUBY, Les différents aspects de l'analyse dans une étude mécano-graphique.

- Tome VIII, n° 10 (octobre 1963) SCHLUMBERGER, Les travaux administratifs de l'entreprise.
THOMAS, Essai pour une méthode d'analyse des problèmes de traitement de l'information.
- Tome XI, n° 6 (juin 1966) REVOL, Le problème du tri sur ordinateur (I).
THOMAS, L'analyse des travaux administratifs.
- Tome XI, n° 10 (octobre 1966) CUVELETTE, Applications des tables de décision.
GOLD et BISMUTH, Les tables de décision appliquées à la paie.
NAMIAN, Approche théorique du traitement des informations administratives.
- Tome XII, n° 2 (février 1967) REVOL, Le problème du tri sur ordinateur (II).
- Tome XII, n° 6 (juin 1967) SCHUTZENBERGER, Une vision nouvelle de l'informatique de gestion.

• de la Revue *Informatique et Gestion*

- Numéro 1. G. DEMOTES-MAINARD, Une méthode d'analyse : CORIG.
D. GUILLOT, J.C. HUET, J. JOUBREL, Problèmes posés par l'analyse d'une réglementation administrative complexe.
- Numéro 2. J. BALLEREAU, Les tâches du traitement automatisé de l'information. Définition et caractéristiques.
- Numéros 3, 4, 5. J.L. PIQUART, Les tables de décision.

2° *Ouvrages très généraux sur les problèmes et les perspectives de l'informatique*

Ouvrage collectif, *L'utilisation des ordinateurs dans les entreprises américaines*.
Entreprise moderne d'édition.

G. ELGOZY, *Automatisation et humanisme*. Calmann-Lévy.
P. LHERMITTE, *Le pari informatique*. Editions France-Empire.
J. J. SERVAN-SCHREIBER, *Le défi américain*. Denoël.

3° *Ouvrages plus techniques traitant de l'informatique et de l'utilisation des ordinateurs*.

G. BAUVIN, *L'informatique de gestion, Hommes et Techniques*.
J. BERNARD, *Comprendre et organiser le traitement automatique de l'information*.
Dunod.
C. MARTZLOFF, *Les ordinateurs, l'analyse et l'organisation*. Dunod.
J. MELÈSE, *La gestion par les systèmes*. Hommes et Techniques.
B. THÜRING, *Logique de la programmation sur les ensembles électroniques*. Dunod.

table des matières

PREMIÈRE PARTIE

MÉTHODES MATHÉMATIQUES DE L'INFORMATIQUE

CHAPITRE I. Éléments de la théorie des ensembles et des correspondances

1. <i>Notations et définitions</i>	3
1.1 Logique élémentaire des propositions	3
1.2 Objets, ensembles, relation d'appartenance	5
1.3 Les quantificateurs	6
2. <i>Éléments de la théorie des ensembles</i>	7
2.1 Parties d'un ensemble	7
2.2 Opérations sur les parties d'un ensemble.	8
2.3 Partitions d'un ensemble.	11
2.4 Produit cartésien	13
3. <i>Éléments de la théorie des correspondances</i>	14
3.1 Correspondance	14
3.2 Fonction	18
3.3 Application	19

CHAPITRE II. Éléments de la théorie des graphes

1. <i>Généralités</i>	27
1.1 Définitions et concepts fondamentaux	28
1.2 Principaux graphes de l'entreprise.	33
1.3 Dictionnaire des définitions usuelles	35
2. <i>Relations remarquables et mise en ordre d'un graphe</i>	40
2.1 Définition des relations remarquables	40
2.2 Intérêt des relations remarquables	41
2.3 Application des relations remarquables à la mise en ordre d'un graphe	41

3. *Étude de quelques graphes remarquables* 49

 3.1 Graphes non orientés et arbres 49

 3.2 Graphes sans circuit 52

 3.3 Arborescences 55

CHAPITRE III. Éléments d’algèbre de Boole

1. *Fondements de l’algèbre de Boole* 60

2. *Interprétations usuelles de l’algèbre de Boole* 63

 2.1 Logique des propositions 63

 2.2 Schémas électriques 65

 2.3 Interprétation ensembliste 66

3. *Monographie des fonctions de deux variables* 67

4. *Formes de Lagrange et calcul booléen* 69

 4.1 Formes de Lagrange 69

 4.2 Formes lexicographiques 73

 4.3 Somme de monômes incompatibles. Sommes irréductibles 74

5. *Équations booléennes* 75

 5.1 Équations booléennes à une seule inconnue 75

 5.2 Équations booléennes à plusieurs inconnues 76

 5.3 Application de la théorie des équations booléennes au calcul des propositions logiques 77

CHAPITRE IV. Éléments de la théorie de l’information

1. *Les logarithmes* 81

2. *Notions sommaires de calcul des probabilités* 82

3. *Quantité d’information ou quantité de variété selon Hartley* 84

4. *Généralisation : concepts fondamentaux de la théorie de l’information (définition de Shannon)* 87

 4.1 Gain d’information 87

 4.2 Définition de la quantité d’information au sens de Shannon 88

 4.3 Propriétés de la quantité d’information 91

5. <i>Codification économique et redondance</i>	95
6. <i>Notions sommaires sur les questionnaires</i>	97

DEUXIÈME PARTIE

MISE EN ŒUVRE DE L'ANALYSE DES PROCESSUS ADMINISTRATIFS

CHAPITRE V. Les principaux problèmes de l'analyse

1. <i>Essai de définition de l'analyse des processus administratifs : informatique, gestion et mathématiques</i>	105
2. <i>Déroulement de l'analyse</i>	107
3. <i>Problèmes de décision</i>	109
3.1 <i>Caractère automatisable d'un travail</i>	109
3.2 <i>Problèmes de rentabilité : devis et choix des solutions</i>	111
4. <i>Analyses fonctionnelle et organique, programmation</i>	115

CHAPITRE VI. Description des travaux administratifs

1. <i>Schémas et organigrammes généraux</i>	117
1.1 <i>Schéma cybernétique d'un système</i>	117
1.2 <i>Organigramme hiérarchique</i>	124
1.3 <i>Organigramme fonctionnel</i>	125
2. <i>Étude des travaux</i>	127
2.1 <i>Processus administratifs et réseau des tâches</i>	127
2.2 <i>Description des opérations élémentaires</i>	129
2.3 <i>Personnels et travaux</i>	130
2.4 <i>Aspect quantitatif : productivités et délais</i>	131
3. <i>Étude de l'information.</i>	131
3.1 <i>Description des fichiers</i>	131
3.2 <i>Circulation de l'information</i>	136
3.3 <i>Le modèle comptable</i>	137

CHAPITRE VII. Formalisation des procédures logiques

1. <i>Formalisation mathématique des procédures administratives</i>	139
2. <i>L'ordinogramme. Emploi des variables booléennes</i>	143
2.1 Définition et types d'ordinogrammes. Notion d'instruction	143
2.2 Emploi des variables booléennes. Vérification d'un ordinogramme .	154
3. <i>Tables de décision et sous-programmes</i>	159
3.1 Tables de décision. Définition	159
3.2 Comparaison avec l'ordinogramme et les techniques booléennes. Généralisation de la définition	161
3.3 Application 1 : instructions données à un service	163
3.4 Application 2 : mise à jour d'un fichier séquentiel	164
3.5 Application 3 : traitement logique et sous-programme	164
3.6 Application 4 : programme de vraisemblance	169
4. <i>Représentation algorithmique</i>	171

CHAPITRE VIII. Théorie des fichiers

1. <i>Définitions et concepts fondamentaux ; statique des fichiers</i>	173
1.1 Première définition ensembliste d'un fichier statique	173
1.2 Problèmes de codification	175
1.3 Généralisations de la définition statique du fichier.	184
2. <i>Opérations informatiques élémentaires sur les fichiers</i>	186
2.1 Contrôle d'un fichier	186
2.2 Opérations élémentaires sur l'unité d'information	189
2.3 Opérations élémentaires sur un seul fichier	191
2.4 Opérations élémentaires sur plusieurs fichiers	193
3. <i>Dynamique des fichiers et procédures de mises à jour</i>	194
3.1 Définition dynamique d'un fichier. Fichiers analytiques et fichiers synthétiques	194
3.2 Principes de mise à jour. Fichiers instantanés et fichiers historiques	199
3.2.1 Conditions restrictives C1, C2, C3, C4 : problèmes des entrées- sorties	199
3.2.2 Conditions restrictives C2, C3, C4 : modifications des paramètres et de l'indicatif	202

2.3.3	Conditions restrictives C3, C4 : entrées-sorties multiples pour une même unité d'information	204
3.2.4	Condition restrictive C4 : problème des délais de réponse et des distorsions dans le temps	205
3.2.5	Le problème des erreurs	206
3.3	Algorithmes de mises à jour	207
3.3.1	Obtention d'un fichier instantané <i>K</i> à partir du fichier analytique <i>Z</i> et du fichier <i>K</i>	207
3.3.2	Obtention d'un fichier historique <i>H</i> à partir du fichier analytique <i>Z</i> et du fichier <i>K</i>	209
3.3.3	Mise à jour à partir des fichiers <i>E, S, P, J, Q</i>	211
3.3.4	Mise à jour dans l'ordre chronologique	211
3.3.5	Mise à jour d'un fichier séquentiel	211
3.3.6	Mise à jour du fichier analytique <i>Z</i>	213
3.3.7	Étude dynamique d'une application. Transformations des entreprises et théorie des ensembles	214
4.	<i>Conclusion sur l'emploi des fichiers</i>	221
APPENDICE 1.	Analyse d'un problème de planning automatique dans l'industrie mécanique	223
APPENDICE 2.	Simulation de l'avancement d'un corps hiérarchisé	257
APPENDICE 3.	Ordinateurs et règlements administratifs : le calcul logique des points dans un régime de retraite	269
APPENDICE 4.	Variété des structures et place du traitement d'information dans l'entreprise	291

première partie

méthodes mathématiques de l'informatique

