

Alain SARZOTTI

Introduction aux
techniques
d'évaluation
et de mesure
des systèmes
informatiques

Préface de Michel MONPETIT



Eyrolles
EDITEUR-PARIS

TPI4
S2

7860371

INTRODUCTION AUX TECHNIQUES D'ÉVALUATION ET DE MESURE DES SYSTÈMES INFORMATIQUES

par

Alain SARZOTTI
Ingénieur Informaticien
CII Honeywell Bull

PRÉFACE DE

Michel MONPETIT
Directeur Adjoint de l'IRIA



E7860371



EDITIONS EYROLLES
61, boulevard Saint-Germain - 75005 PARIS
1977

R 4

«La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective» et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, «toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayant cause, est illicite» (alinéa 1er 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.»

PRÉFACE

Il est agréable de saluer le premier livre français traitant des mesures informatiques, car l'Informatique, comme ses aînées, a besoin de techniques et méthodes de mesure pour devenir une science de plein exercice, qui dépasse le stade purement qualitatif d'une science naturelle dont l'objet d'observation serait l'ordinateur. Des données chiffrées sont, d'ailleurs, ici nécessaires non seulement pour les théoriciens mais aussi en pratique, afin que les utilisateurs puissent mieux comparer les diverses offres qui leur sont faites et constater les performances effectives de ce qui leur est fourni.

* * *

Depuis vingt ans que l'Informatique se fait et se développe sous nos yeux, on peut, d'ailleurs, s'étonner qu'un tel livre n'ait pas paru plus tôt. Chercheurs et ingénieurs savent pourtant bien que mesurer est un préable essentiel au développement d'une science ou d'une technique.

L'Informatique offre, cependant, ce spectacle d'avoir grandi dans un extraordinaire climat intellectuel plus proche de l'art et de l'artisanat que de la rigueur des métreurs. Pour le matériel, cela n'apparaissait pas trop en raison du fait qu'on demandait à une électronique très élaborée la réalisation des composants et la fabrication des unités centrales et périphériques. Mais, pour le logiciel, c'était manifeste : les *hommes du soft* ressemblaient plus à des alchimistes médiévaux aux pratiques et au langage ésotériques, qu'à des scientifiques du XXème siècle, capables d'exposer clairement ce que faisait la machine informatique et comment elle le faisait.

La miniaturisation et l'abaissement spectaculaire des coûts des microcircuits ont, depuis quelques années, accéléré l'évolution des idées. Maintenant qu'on dispose de minis et micro-ordinateurs, et de modules répartissant les activités de traitement partout dans le système informatique, on souhaite comparer diverses options, et notamment *placer la frontière* entre câblé et programmé, c'est-à-dire choisir de réaliser une fonction, soit par du matériel (sans cesse plus fiable et moins cher), soit par du logiciel (souffrant parfois des défauts inversés). De plus, une clientèle nouvelle d'électroniciens et d'automatiques vient à ces équipements souples et abordables. Bref, *les hommes du soft* ont fini par sortir de leur ésotérisme. Un dialogue s'est noué entre concepteurs, utilisateurs et chercheurs. Il ouvre la voie à la mesure sur toutes ses formes.

* * *

Plus encore qu'ailleurs, il est difficile de mesurer et d'évaluer, en Informatique, en raison de la nature et de la fugacité des phénomènes. Il y faut instruments, outils, méthodes. De plus, sur le matériel en service, cela conduit à introduire des sondes : les utilisateurs redoutent qu'elles ne perturbent l'usage qu'ils font de l'ordinateur, et les constructeurs, peu favorables à ce qui leur paraît un contrôle qu'ils voudraient éviter, dissuadent leurs clients de se prêter à quelque mesure que ce soit. Ainsi, ils omettront de fournir les documents techniques qui permettraient de se situer dans la machine et de placer les sondes aux points les meilleurs, ils menaceront, plus ou moins nettement, de suspendre leur garantie de fonctionnement ou leur service de maintenance, et tous glisseront à l'oreille de l'usager qu'entreprendre de telles mesures peut constituer un risque sans comparaison avec l'avantage à en attendre.

Pareil climat ne facilite guère les mesures, surtout si l'on note qu'en Informatique, savoir ce que l'on veut mesurer n'est, en soi, pas facile. Certes on veut quantifier la performance d'un système, mais ce ne peut être qu'en fonction de la finalité de ce système. Nouvelle difficulté : quel utilisateur peut dire clairement, et avec précision, les services qu'il en attend.

Mais tout cela, c'était hier. Il semble que l'Informatique et ses utilisateurs abordent, maintenant, leur âge adulte. Les utilisateurs n'acceptent déjà plus sans broncher l'évolution technique rapide des matériels et veulent s'assurer de son bien fondé. Ils comparent ce qu'on leur offre en termes techniques : capacité, vitesse, temps d'accès, mémoires auxiliaires, systèmes d'accès et d'exploitation. Ils ont une idée plus nette de ce que

doit être pour eux l'Informatique. La dictature des Kmots et des microsecondes cède devant la notion de service rendu à un coût déterminé, et l'on sait que l'on veut gérer tel service, établir la page, suivre telles statistiques... non pas dans l'absolu, mais dans certaines limites de délai et de prix, ainsi que de qualité.

* * *

Le livre de Monsieur SARZOTTI apparaît à ce tournant. C'est dire qu'il vient à point. Mais cet argument d'opportunité n'enlève rien et ajoute plutôt à une œuvre solidement construite. Elle s'appuie, d'une part, sur les résultats de travaux sérieux, de sorte qu'elle représente un excellent défrichage méthodique du domaine, et ce n'a pas dû être facile. Elle est née, d'autre part, d'une collaboration étroite avec les chercheurs, ceux du LABORIA notamment, comme les utilisateurs. De ce fait, elle s'illustre d'exemples nombreux, précis, concrets, et d'observations effectives sur des systèmes réels. De tels points de repère ne seront pas inutiles à tous ceux que ces questions préoccupent et qui liront cet ouvrage, au demeurant clair et bien organisé.

A propos d'évaluations et de mesures informatiques, l'auteur présente donc à la fois une revue des travaux faits, une analyse des problèmes rencontrés, une collection d'exemples vécus, faits. Pareil triptyque ne manquera pas d'intéresser les chercheurs en théorie aussi bien que les utilisateurs en pratique.

Dans un effort de synthèse qui dépasse le cadre strict de la machine, voire du système informatique, l'auteur tente, en outre, d'aborder l'évaluation globale des aspects humains et économiques. Il va sans dire que ce n'est là qu'une amorce, une ébauche, une "introduction" pour un sujet en devenir, mais pareille intention mérite qu'on la mentionne.

* * *

Comme tout oeuvre humaine, ce livre porte évidemment la marque de la personnalité de celui qui l'a écrit. Un autre, sur le même sujet, n'aurait pas composé le même et le lecteur peut, à loisir, débattre de savoir si le fait que l'auteur travaille chez un constructeur d'ordinateurs a influencé un peu, beaucoup, ou pas du tout son ouvrage..

Pour notre part, nous préférons former deux vœux à l'adresse des chercheurs et des utilisateurs : que ceux-ci, à juste titre préoccupés par ces questions, entreprennent, à partir de ce livre, d'y réfléchir en profondeur, pour dire clairement ce qu'ils attendent de l'outil informatique ;

que ceux-là, malgré la diversité des sujets d'étude que leur propose l'Informatique ; viennent de plus en plus nombreux à cet aspect quantitatif qui seul fondera leur science.

Aux uns et aux autres, hommes de réflexion ou hommes d'action, souhaitons que cette lecture ouvre une nouvelle période, et, notamment, comme les Journées d'Etudes sur la Mesure, organisées en Juin 1973, à l'IRIA l'avaient amorcé, souhaitons que sur ce sujet se rapprochent et coopèrent toujours davantage, chercheurs, constructeurs et utilisateurs.

Michel MONPETIT
DIRECTEUR ADJOINT DE L'IRIA
Institut de Recherche d'Informatique et d'Automatique

SOMMAIRE

PREFACE	3
1. INTRODUCTION : LES OUTILS D'EVALUATION ET LEUR EMPLOI	13
1.1. Les activités d'évaluation : techniques d'interprétation à des fins économiques.....	19
1.2. Méthodes d'évaluation globale : exemples.....	22
1.2.1. Mix économiques : systèmes à points.....	22
1.2.2. Echelles performances/prix : méthode graphique.....	27
1.2.3. Elaboration de systèmes d'unités de facturation	29
1.2.4. Supports professionnels : AUERBACH, DATAPRO.....	33
1.3. Outils de mesure et collecteurs : présentation	35
1.3.1. Comptabilités machine : SMF, AMAP	35
1.3.2. Observations directes : vecteur "profil".....	40
1.3.3. Bancs d'essais et étalons : BENCHMARK	44
1.3.4. Software moniteurs : SMS - CUE, SMC.....	47
1.3.5. Hardware moniteurs : ORDISCOPE, X-RAY, HARMONIE, MS	52
1.4. Simulateurs et AMM (Analyses et Modélisation Mathématiques)	59
1.4.1. Mix et Kernels	59
1.4.2. Estimateurs mathématiques : analyses et modèles	62
1.4.3. Langages de simulation à événements discrets : GPSS, SIMULA, CSS, SIMSCRIPT	66
1.4.4. Simulateurs de systèmes informatiques : CASE, FRESTE-SCERT.....	68
1.5. Méthodologie multiméthodique : traitements comparatifs	75
2. ORDONNEMENT ET CLASSEMENT DES GRANDEURS	77
2.1. Les modes de classement : quelques critères	79
2.1.1. Nature des grandeurs : variables et constantes	79
2.1.2. Concepts mesurés : saisie interne ou externe	84
2.1.3. Objectifs de rendement : analyses globales et particulières	84
2.1.4. Classes d'installation	85
2.2. Les grandeurs physiques de rendement	87
2.2.1. Facteurs constants d'une ressource potentielle.....	87
2.2.2. Grandeurs et fréquences aléatoires.....	89
2.2.3. Classement statistique et matriciel.....	90
2.3. Les vecteurs et fonctions d'évaluation	99
2.3.1. Analogies physiques des grandeurs de performances	99
2.3.2. Représentations matricielles des résultats	109
2.4. Techniques d'analyse des données	112
2.4.1. Analyse factorielle des correspondances	112
2.4.2. Analyse des composantes principales.....	112
2.4.3. Typologie.....	113

3. CONTROLES DE VRAISSEMLANCE ET VALIDATION DES RESULTATS DE MESURE	115
3.1. Etalonnage statistique d'une chaîne de travaux	117
3.1.1. Construction d'une matrice des écarts par rapport à un étalon	117
3.1.2. Exemple de points de références : graphe de KIVIAT	119
3.1.3. Exemple de validation d'un vecteur étalon contrôle des enregistrements de monitoring.....	121
3.1.4. Etalonnage généralisé : simulation, benchmark, comptabilité.....	123
3.2. Traitement des correspondances d'une chaîne multiméthodique.....	125
3.2.1. Les points de repère d'une chaîne multiméthodique.....	125
3.2.2. Les contrôles verticaux : croisement des résultats de monitoring.....	127
3.2.3. Exemple de contrôles horizontaux : benchmark et simulation	131
4. TRAITEMENTS MATHEMATIQUES ET STATISTIQUES.....	133
4.1. Analyse des files d'attente : étude de quelques cas simples	135
4.1.1. Définitions des phénomènes d'attente.....	135
4.1.2. Les comportements d'attente : test d'une arrivée de la loi de Poisson.....	136
4.1.3. Les comportements de service : test d'une loi exponentielle	139
4.2. Traitements par régression linéaire	143
4.2.1. Méthode : régression simple et multiple.....	143
4.2.2. Cas 1 : régression sur résultats de simulation.....	150
4.2.3. Cas 2 : régression sur résultats de mesure	153
4.2.4. Cas 3 : calcul des intervalles de confiance	155
4.3. Traitements corrélatifs.....	158
4.3.1. Méthode : corrélation simple et multiple	158
4.3.2. Cas 1 : corrélation des temps CPU et des débits de facturation.....	162
4.3.3. Cas 2 : corrélation d'un mix évaluateur avec les résultats de benchmark	163
4.4. Autres méthodes.....	166
4.4.1. Loi de STUDENT - FISHER et analyse de la variance	166
4.4.2. Le test F de SNEDECOR et l'analyse de la variance.....	168
4.4.3. Exemple de traitement	170
5. ESTIMATIONS ET SIMULATIONS	171
5.1. Estimations et simulations : définitions.....	172
5.2. Calculs d'estimateurs ou de prédicteurs	173
5.2.1. Rappels des contraintes de l'estimation statistique.....	173
5.2.2. Estimateurs sur échantillonnage, utilisation pratique	174
5.3. Simulation à événements discrets	176
5.3.1. Définition générale de la simulation à événements discrets	176
5.3.2. Présentation des langages de simulation.....	176
5.3.3. Structure d'un noyau de synchronisation	177
5.3.4. Exemple d'utilisation du langage GPSS.....	179
5.3.5. Exemple d'utilisation du langage SIMULA.....	183

5.4. Simulation globale des systèmes informatiques :	
Exemple d'utilisation des langages SCERT et CASE	186
5.4.1. Définition du problème	186
5.4.2. Sélection des grandeurs	187
5.4.3. Contrôle de validation multiméthodique	189
5.4.4. Simulations	191
5.4.5. Evaluation	194
6. EXPLOITATION DES CONCLUSIONS : ETUDES DE CAS	199
6.1. Etude de Cas 1 : Amélioration d'un Plan Informatique	201
6.1.1. Position de l'Entreprise DACTYL	201
6.1.2. Plan d'évaluation	201
6.1.3. Plan Informatique	210
6.2. Etude de Cas 2 : Evaluation d'un Système Temps Partagé	213
6.2.1. Détermination des objectifs de performance	213
6.2.2. Détermination des files d'attente	215
6.2.3. Calcul de la mémoire	220
6.2.4. Interprétation économique	223
6.3. Etude de Cas 3 : Mesures d'un système opérationnel de gestion de transactions	227
6.3.1. Objectifs	227
6.3.2. Résultats techniques	229
6.3.3. Interprétation économique	231
7. CONCLUSIONS	233
 ANNEXES	
ANNEXE 1 : REFERENCES ET BIBLIOGRAPHIE	241
ANNEXE 2 : INFORMATIONS GENERALES COMPLEMENTAIRES	249
ANNEXE 3 : PRESENTATION DES PRODUITS OUTILS	261

P R E A M B U L E

L'objet principal du présent ouvrage est d'initier le lecteur aux activités d'évaluation de performance des systèmes informatiques. Aussi ai-je à cet effet tenté de rassembler, sur le plan des méthodes et des techniques, ce qui peut intervenir d'une manière intéressante dans l'étude d'évaluation calculée et mesurée.

Mais il apparaît difficile de limiter l'évaluation du bon fonctionnement des moyens informatiques aux seules opérations de mesure qui, isolément, ne pourraient dépasser le stade de contrôle technique. A l'autre extrême, il n'était pas possible d'envisager une réflexion complète sur l'ensemble des éléments qui participent à l'évaluation globale d'un centre ou d'une organisation informatique : un risque d'éparpillement en découlait, d'autant plus que la plupart des secteurs professionnels font intervenir dans les affaires d'évaluation des contraintes inhérentes à leur spécialité (banques, assurances, applications médicales, organisation de points de vente, etc ...).

Un compromis m'a fait préférer une tentative de rapprochement des outils et des méthodes générales autour d'une idée centrale : comment les utiliser au mieux dans l'analyse et la synthèse des données ?

Certains lecteurs pourront ne pas se contenter du niveau de cet ouvrage. Je les invite à consulter les documents cités en référence, lesquels étudient plus à fond les effets bénéfiques d'une approche multiméthodique (plusieurs méthodes utilisées simultanément, ou à peu près, sur un même problème d'évaluation).

Un certain nombre de remarques, de corrections et de compléments n'auraient pas été possibles sans l'intervention de MM. C. BONNIN (IBM), F. CASTAGNEDE (TESDATA), A. LAMOTHE (EDF), J. LEROUDIER et D. POTIER (IRIA), P. de RIVET et A. WOODCOCK (CII Honeywell Bull). Qu'ils en soient ici vivement remerciés.

Enfin ma reconnaissance toute particulière va à Catherine SARZOTTI pour son aide dans la mise au point de cet ouvrage.

A. SARZOTTI

NOTES DE REDACTION

La rédaction concerne essentiellement une présentation des principaux outils (CHAPITRE 1), le traitement des grandeurs (CHAPITRE 2, 3, 4, 5) complété par quelques études de cas (CHAPITRE 6).

Les références utilisées ont été regroupées en ANNEXE 1. Le système de pointage aux références reste global pour éviter un alourdissement du texte par un système d'indexation compliqué. Cependant, les principaux travaux évoqués sont indicés avec plus de précision sur certains chapitres.

Les ANNEXES 2 et 3 reprennent les données historiques concernant les méthodes et les produits d'évaluation par mesure ou simulation.

Les conventions suivantes ont été utilisées :

- (EX) référence un EXEMPLE
- (AN) référence une APPLICATION NUMERIQUE
- (RM) référence un RESUME ou une REMARQUE

Les renvois seront ainsi codifiés :

(REF. 3) Renvoi au numéro de référence concernant la documentation sous REFERENCE 3 en ANNEXE 1.

(ANN. 3/2) Numeró d'ANNEXE 3/2.

(CHAP. 2) Renvoi au CHAPITRE 2.

Enfin, le vocabulaire technique utilisé repose sur quelques termes anglo-saxons les plus employés et parfois mieux connus, tels que :

CPU : Central Processor Unit ou Unité Centrale de l'ordinateur

I/O : Input - Output ou Entrée - Sortie

BENCHMARK : banc d'essai

OVERHEAD : temps d'occupation des processeurs sur des fonctions de service

PROCESSEUR CPU : idem CPU ou UC

PROCESSEUR I/O : unité hardware de contrôle des I/O

TELEPROCESSING : télétraitemet



**Introduction :
Les outils d'évaluation
et leur emploi**

Les TECHNIQUES D'EVALUATION ET DE MESURE DES SYSTEMES INFORMATIQUES recouvrent des actions scientifiques classiques sur des objectifs de connaissance et d'amélioration du fonctionnement des produits.

Cependant leur emploi ne peut se limiter au contrôle des performances (au sens traditionnel de la mesure industrielle sur des "vitesses" limites) ; d'une façon de plus en plus importante, l'utilisation des techniques facilitera et complètera directement l'action d'évaluation globale des moyens informatiques : celle qui précède les choix et les décisions sur les produits depuis leur conception jusqu'à leur utilisation la plus intensive.

Pour toutes ces raisons, le terme de "performance" - pris immédiatement dans un sens trop restrictif de vitesse - n'apparaît pas dans le titre. Et, l'imprécision que recouvre le mot "évaluation" rend indispensable - pour mieux se comprendre - la reprise des définitions les plus larges.

D'une façon générale, les procédés et les méthodes d'EVALUATION restent, depuis toujours, associés à presque toutes les démarches humaines et scientifiques : il s'agit, dit-on, de l'art de la comparaison pour saisir la meilleure solution en confirmant un jugement, un niveau de connaissance ou bien en suscitant idées et découvertes. C'est encore "l'estimation de la valeur, du nombre, de l'importance ou de la grandeur des choses" dit le Dictionnaire. Mais peut-on bien connaître et définir exactement le processus mental de l'évaluation ?

Ainsi, en tant qu'activité humaine permanente et avec le talent, l'expérience ou l'habitude, l'acte d'évaluation sera, sans doute, d'abord caractérisé par le pressentiment, l'intuition ou la prémonition associés bien sûr à l'observation et au raisonnement : les outils et les méthodes suivent ou accompagnent...

EX Exemples d'actes généraux d'évaluation

- les phénomènes boursiers, les enchères, le maquignonage, etc... en tant qu'évaluations financières.
- les propositions de lois procèdent par évaluation politique.
- le diagnostic médical, les tests psychologiques, l'appréciation d'une situation militaire, etc... sont également des actions d'évaluation.

D'une façon complémentaire et indispensable, les techniques et les outils interviennent en tant qu'instruments de saisie objective des éléments de jugement d'évaluation : les comptabilités, les mesures, les rapports, le renseignement, l'enregistrement des données.

Ainsi, l'ordinateur lui-même constitue bien un outil d'évaluation pour l'entreprise en calculant, par exemple, un programme financier, une rotation de stock, les résultats d'un sondage, etc...

Il reste que, paradoxalement, le système informatique lui-même, constituant un ensemble de moyens importants et coûteux (matériels, services, personnels, étude, etc...) provoque encore quelques difficultés au niveau de son évaluation propre : quel est le meilleur matériel sur ce type de besoin ? le meilleur prix ? le critère de fonctionnement optimum ? les limites ou potentiels d'utili-

sation dans le cadre d'un budget, d'une réglementation ou d'une catégorie de personnel ?

C'est ainsi, qu'autour d'un produit informatique - comme dans les autres produits de consommation et pour tout projet important, l'essentiel des activités d'évaluation conduit à souhaiter des opérations complètes de COMPARAISON (souvent par COUPLAGE pour simplifier) :

- PREVU/REEL
- HYPOTHESE OPTIMISTE/HYPOTHESE PESSIMISTE
- CALCUL/MESURE
- COUT/PERFORMANCES
- etc...

Et, sans autre précision, ces comparaisons assurent le fond des études commerciales, financières, techniques ou scientifiques. Ainsi, le sujet de l'évaluation reste suffisamment vaste et difficile pour assurer le quotidien de la profession.

Les activités et les méthodes d'évaluation mesurées du comportement des machines ont suivi, quant à elles, le développement de l'informatique avec plus ou moins d'intensité.

Au niveau de la première génération (1401, CAB 500), les ordinateurs, de conception relativement simple, avec peu de logiciel, étaient définis essentiellement par les temps d'accès à la mémoire, les cycles d'unités centrales et le temps nominal des instructions essentielles. D'autre part, les problèmes de fiabilité restaient encore prépondérants. C'est avec l'introduction de la seconde génération que les premiers instruments de mesure et d'évaluation sont apparus : comptabilité des travaux, histogrammes automatiques des temps de travail, simulateurs à événements discrets (GPSS 1963) et les premiers simulateurs globaux de configuration (SCERT 1962). L'apparition de la multiprogrammation et des systèmes d'exploitation apportaient cependant suffisamment de facilités immédiatement perceptibles pour ne pas nécessiter des investissements importants sur l'outillage de contrôle (sinon au niveau des étapes de fiabilité, qualité, maintenance avec les oscilloscopes et les programmes de tests et diagnostics). Avec le développement de la 3/4ème génération (du niveau 370 IBM), la complexité des configurations et des exploitations créait de nouveaux problèmes (partage des ressources, équilibrage des charges, cartes de contrôles, etc...) qui font se développer des activités spécialisées (équipes "systèmes") dont le rôle, avec les nouveaux outils de contrôle (moniteurs, matériels externes ou programmes de mesure internes) sera d'équilibrer les flux de travaux sur les équipements et de suivre la circulation des charges sur les réseaux. Ces actions de pilotage et de réglage (tuning) sont précédées par des travaux de recherches qui se sont particulièrement intensifiés depuis 1970 (optimisation de la gestion des pages et de la multiprogrammation dans un espace d'adressage virtuel, par exemple).

Donc, dans une première limitation importante, par rapport à l'évaluation générale des moyens informatiques, le travail suivant proposera plus modestement :

1. d'introduire le lecteur à la connaissance des principaux outils et moyens appliqués à l'évaluation technique des systèmes informatiques. En insistant plus particulièrement sur les méthodes d'évaluation du comportement des systèmes (ou de leur performance, en ne se limitant pas à la vitesse), il n'était pas possible de prétendre couvrir l'ensemble des activités, ni même de les approfondir. Il s'agit bien de les faire connaître et d'essayer quelques applications.

2. de rechercher les avantages et les imperfections de chaque méthode en utilisation autonome.
3. de souligner l'intérêt des opérations multiméthodiques ; en provoquant, par exemple, des simultanéités d'expériences pour obtenir deux séries de résultats sur le même problème.

Ainsi, par simple convention de vocabulaire, nous définirons le terme d'**EVALUATION MULTIMETHODIQUE** comme le résultat d'un raisonnement d'évaluation accompli sur un même sujet à partir de plusieurs opérations (ou méthodes) d'**ESTIMATION** et/ou de plusieurs opérations de **MESURE**.

Un régime d'évaluation **MONOMETHODIQUE** sera de même la représentation d'une expérience réitérée sur la même méthode ou répétée sur le même sujet : ainsi plusieurs essais de simulation, portant sur le même projet détermineront une action monométhodique bouclée.

Enfin, le schéma conventionnel joint (FIG. 1) engage à distinguer les comparaisons **VERTICALES** et **HORIZONTALES** des méthodes et des résultats.

L'approche **MULTIMETHODIQUE HORIZONTALE** sera une association des éléments de mesure d'une part, et d'estimation d'autre part, en provenance de plusieurs méthodes considérées "horizontalement" (simulation et bancs d'essais, par exemple) ; de même, l'approche **MULTIMETHODIQUE VERTICALE** associe les éléments de mesure et d'estimation dans une série d'opérations de comparaison considérées "verticalement" (simulation et modèles mathématiques, par exemple) dans la même série de méthodes (estimation ou mesure).

EX) COMPARAISONS MULTIMETHODIQUES

Un exemple courant consiste à comparer les résultats de comptabilité machine avec les prévisions calculées sur un élément ou une chaîne de programmes d'application : opération dite, dans notre convention, multiméthodique horizontale.

De même, un "banc d'essai" (benchmark) détermine sur différents équipements, un ensemble de résultats dont la comparaison s'effectuera dans une opération monométhodique (ni horizontale, ni verticale, cette dernière opération sera de nature récursive).

Enfin, la comparaison d'un résultat d'évaluation avec un autre résultat d'évaluation, ou bien l'association d'un résultat de mesure avec un autre résultat de mesure seront considérées comme des opérations multiméthodiques verticales.

Cette structuration des méthodes comparatives sera conservée dans l'étude des comportements des Systèmes Informatiques. L'analogie du "réglage" se retrouve : choix et installation d'une nouvelle configuration, adaptation des moyens de calcul aux charges informatiques de l'Entreprise, enchaînement optimal des exploitations, plans informatiques, etc...

Ainsi, les différents aspects de quelques techniques d'évaluation seront abordés de la façon suivante :

- 1 - la sélection des outils et des techniques
- 2 - le classement des données
- 3 - les contrôles de vraisemblance