

Les Benchmarks pour les SGBDs

Didier Donsez

Université Joseph Fourier - Grenoble 1

PolyTech' Grenoble - LIG / ADELE

Didier.Donsez@imag.fr

Didier.Donsez@ieee.org



Licence

- Cette présentation est couverte par le contrat Creative Commons By NC ND
 - <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr/>

Citation

When you can measure what you are speaking about, and express it in numbers, you know something about it; but when you cannot measure it, when you cannot express it in numbers, your knowledge is of a meager and unsatisfactory kind; it may be the beginning of knowledge, but you have scarcely in your thoughts advanced to the state of Science, whatever the matter may be.

Lord Kelvin, 1883

Plan

- Qu'est ce qu'un Benchmark ?
- Benchmarks SGBDs Relationnels
- Benchmarks SGBDs Objets
- Benchmark SGBDs Objet-Relationnel
- Benchmarks, Web et SGBDs
- Comment sont effectués les Benchmarks ?
- Interprétation des Résultats
- Conclusion et Bibliographie

Qu'est ce qu'un Benchmark ?

- **Benchmark**
 - Banc de Performances
 - Mesurer les performances d'un système (matériel / logiciel) sous une charge de travail caractérisant une application type.
 - Cette application peut être définie selon des spécifications écrites par des organismes compétents
- **Intérêt**
 - fournir un indicateur fiable et global de qualité des produits
 - comparer les produits entre eux (avant d'acheter)
 - fournir des arguments commerciaux
 - dimensionner son système en fonction de ses besoins avant achat ou avant migration
 - version de logiciel ou génération de matériel
- **Remarque : ATTENTION**
 - à l'écart entre Application Réelle (la votre) et Application «Modèle» (celle utilisé par le banc d'essai)

Les Benchmarks pour SGBDs d 'Entreprise

- Wisconsin, *AS3AP* (ANSI SQL Standard Scalable and Portable)
 - Premiers bancs d 'essai
- *TPC-A et TPC-B*
 - Transactionnel bancaire
- *TPC-C, TPC-E*
 - Système d 'Information d 'Entreprise (Mix)
- *TPC/D, TPC-H, TPC-R*
 - InfoCentre (BD Décisionnelle)
- *TPC-W, TPC-App*
 - E-business (Web et Commerce Electronique)

Wisconsin Benchmark

(University of Wisconsin)

- Premier benchmark BD dans la littérature
- But
 - SGF et Premiers moteurs SGBD-R
 - Comparaison des performances des algorithmes des opérateurs relationnels
 - Variables des tests
 - Taille des relations
 - Sélectivité des attributs (champs)
 - Taille des opérandes
 - Indexé ou non
- Conditions d 'expérimentation
 - Environnement mono-utilisateur
 - requête 1 à 1 (batch), buffers mémoire purgés

TPC (<http://www.tpc.org>) Transaction Processing-performance Council

- corporation de 44 entreprises (*San José, 1988*)
 - But: Définir des benchmarks
 - pour des SGBDs
 - pour des Moniteurs Transactionnels
 - 5 benchmarks BD
 - TPC-A et TPC-B Transactionnel bancaire (OLTP)
 - TPC-C et TPC-E Transactionnel Prise de commande (OLTP)
 - TPC-D, TPC-H , TPC-R Décisionnel (OLAP)
 - 1 benchmark Web dynamique
 - TPC-W Web et Commerce Electronique B2C



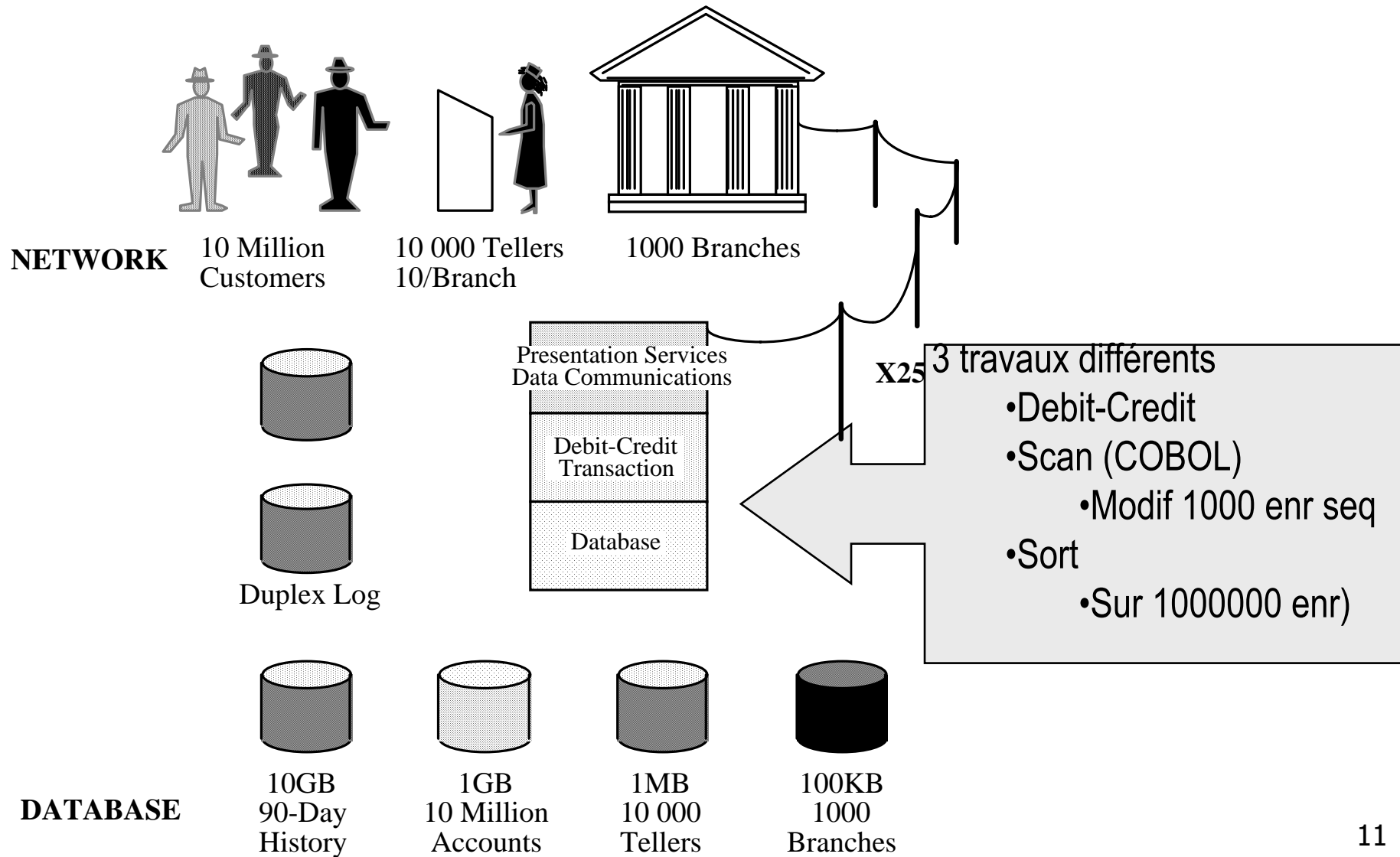
Status actuels des benchmarks TPC

- | ■ Benchmark | Création | Status |
|-------------|-------------------------|----------------------|
| ■ TPC-A | 1989 | obsolète au 6/6/1995 |
| ■ TPC-B | 08/1990 | obsolète au 6/6/1995 |
| ■ TPC-C | 07/1992 | actif |
| ■ TPC-D | 04/1995 | obsolète au 4/6/99 |
| ■ TPC-E | resté à l'état de draft | |
| ■ TPC-H | | actif |
| ■ TPC-R | | actif |
| ■ TPC-W | | actif |
-
- “The Evolution of TPC Benchmarks: Why TPC-A and TPC-B are Obsolete”, C. Levine, J. Gray, S. Kiss, W. Kohler, Open OLTP Report, Vol. 4, No 7, Nov., 1993. pp. 2-14. Standish Group, Yarmouth, MA.

TPC/A & TPC/B: Débit/Crédit

- L'article initiateur
 - Anon et al, "A Measure of Transaction Processing Power", *Datamation*, V.31.7, April 1985, pp. 112-118
- TPC/A & B
 - OLTP : OnLine Transaction Processing
 - Simulation d'Opération de Débit et Crédit sur des comptes bancaires
 - TPC/A : Environnement réel
 - Humain (temps de réflexion de 60 secondes)
 - Terminaux, Réseaux (LAN ou WAN), SGBD
 - Contraintes sur les temps de réponse
 - TPC/B : Environnement Batch
 - SGBD standalone
 - plus simple à expérimenter

L'application Datamation 85



Didier Donsez, 1998-2010, Benchmarks pour SGBDs

TPC/A et TPC/B

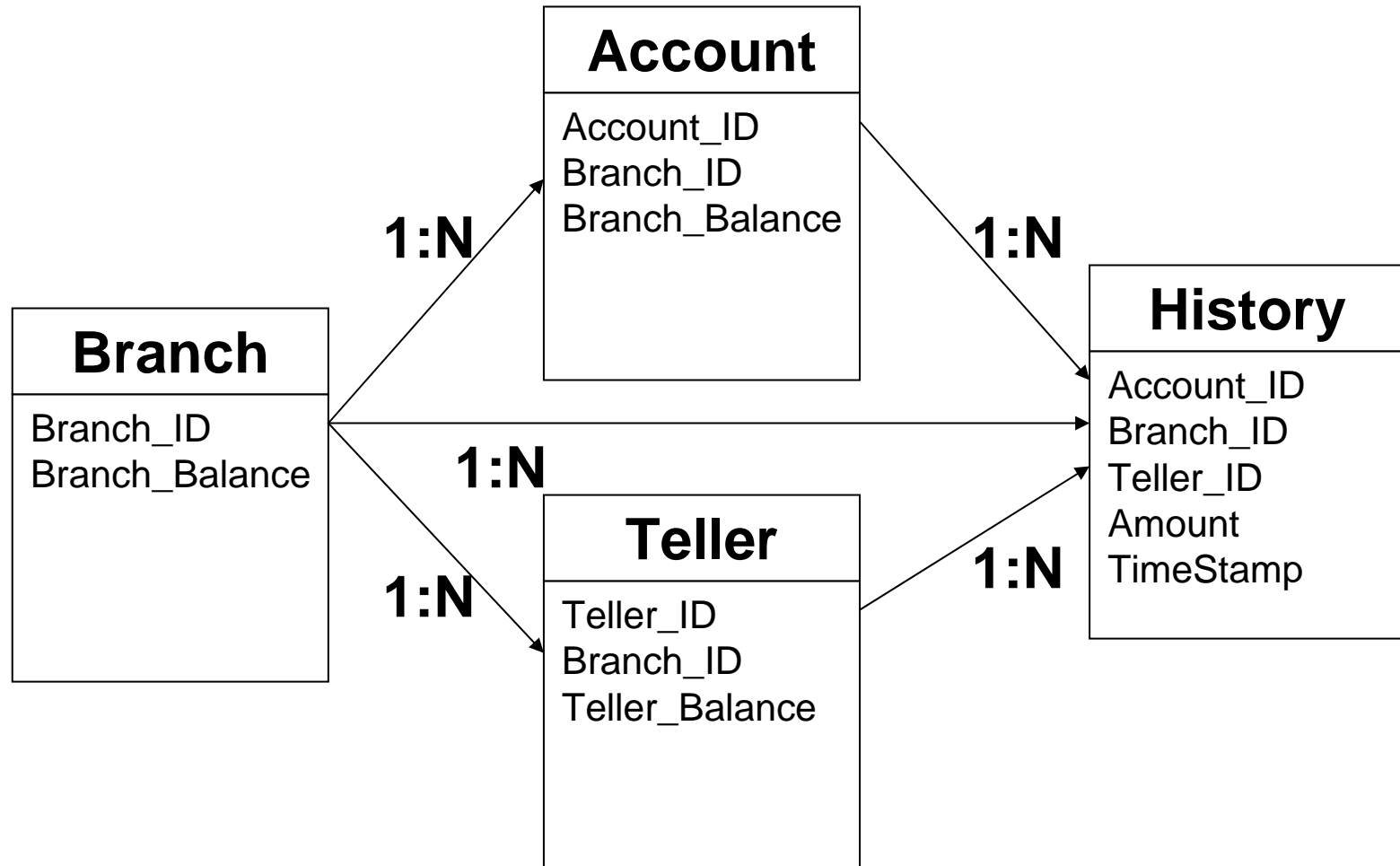
■ Base

- 100 000 comptes client
- 10 terminal ou DAB par agence (branch)
- au moins 1 agence
- un historique de description des transactions

■ Transaction

- Lire message du terminal (100 octets)
- Lire et Ecrire l'enr. du compte client (acc aleatoire)
- Ecrire l'enr. d'historique (acc sequentiel)
- Lire et Ecrire l'enr. du terminal (acc aleatoire)
- Lire et Ecrire l'enr. du agence (acc aleatoire)
- Envoyer message au terminal (200 octets)

TPC-A



TPC/A et TPC/B

- Goulots d'étranglement
 - compte client : indexation
 - historique : fin partagée par tous les trans
- Performances
 - Travail
 - 100 000 instructions, 2-3 IOs disque
 - 2 interactions avec le terminal
 - Mesures
 - TPS : nombre de transactions par seconde
 - Condition: 95 % (90%) des transactions ont un temps de réponse inférieur à 2 secondes (1 sec)
 - Ratio Coût en \$ / TPS

20 ans plus tard

- *“A \$2k computer can execute about 8k transactions per second. This is 80x more than one of the largest US bank’s 1970’s traffic – it approximates the total US 1970’s financial transaction volume. Very modest modern computers can easily solve yesterday’s problems.” Gray and Levine*
- **A lire**
 - “A Measure of Transaction Processing 20 Years Later,” Jim Gray, MSR-TR-2005-57, April 2005. IEEE Data Engineering Bulletin, V.28.2, pp. 3-4, June 2005
 - “Thousands of DebitCredit Transactions-Per-Second: Easy and Inexpensive”, Jim Gray; Charles Levine, MSR-TR-2005-39, April 2005

Amélioration des performances sur 15 ans

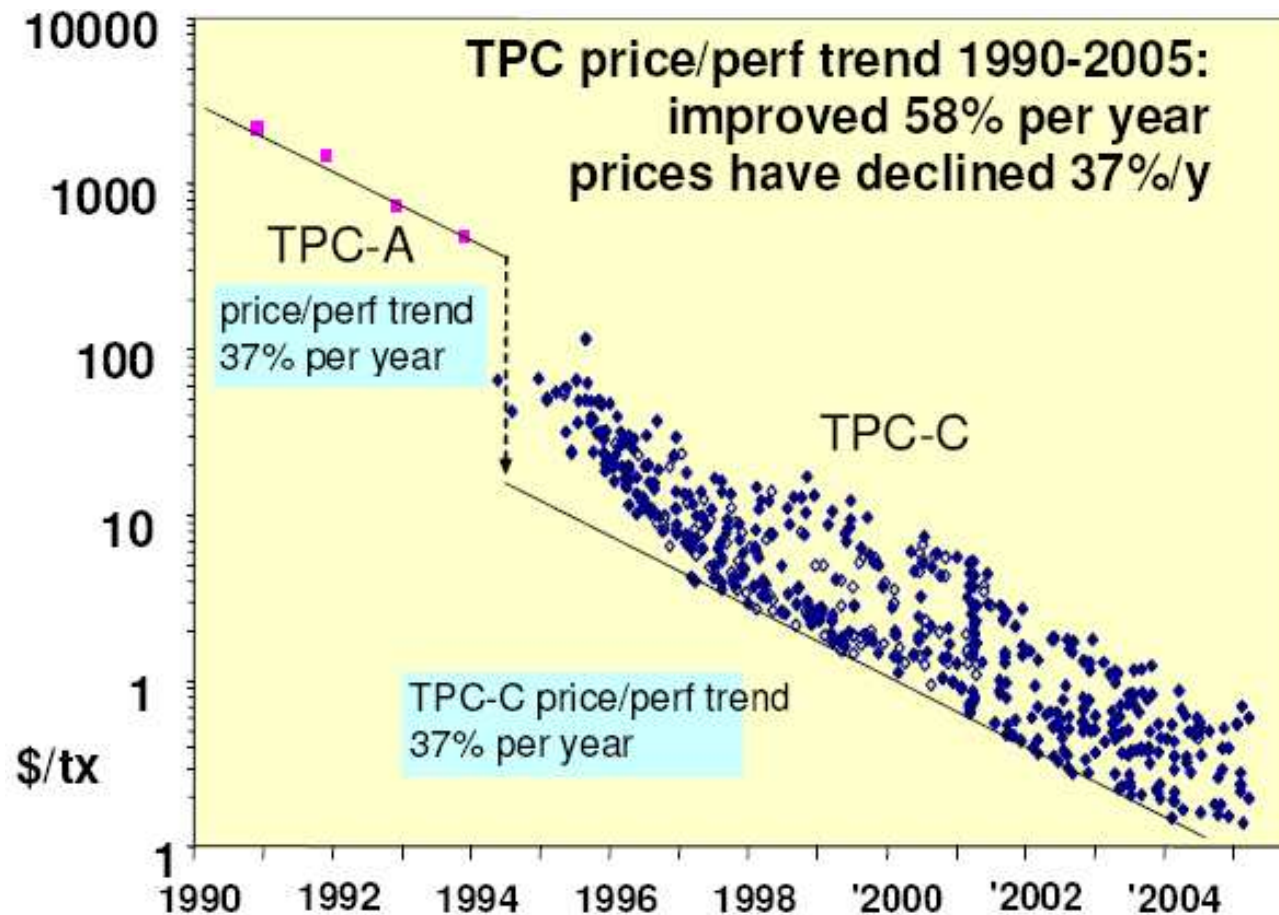


Figure 1 (by Charles Levine from [2]): Price/performance trend lines for TPC-A and TPC-C. The 15-year trend lines track Moore's Law (100x per 10 years.)

TPC/C : Order/Entry

- Simulation d'une application de prise de commande et de gestion de stock
 - palie la simplicité du Débit Crédit
- mélange 5 types de transaction (plus ou moins lourdes)
 - New Order
 - Payment
 - Order-Status
 - Delevery
 - Stock Level

TPC/C

- Base : ~350 Mo
 - 9 tables
 - Warehouse (1 ligne, 89 octets/ligne)
 - District (10 lignes, 95 octets/ligne)
 - Customer (30 000 lignes, 655 octets/ligne)
 - History (30 000 lignes, 46 octets/ligne)
 - Order (30 000 lignes, 24 octets/ligne)
 - New-Order (9 000 lignes, 8 octets/ligne)
 - Order-Line (300 000 lignes, 54 octets/ligne)
 - Stock (100 000 lignes, 306 octets/ligne)
 - Item (100 000 lignes, 82 octets/ligne)

TPC/C

■ Contraintes

- Temps de réponse pour New Order, Payment, Order-Status
- Batch pour Delevery
- Cohérence pour StockLevel

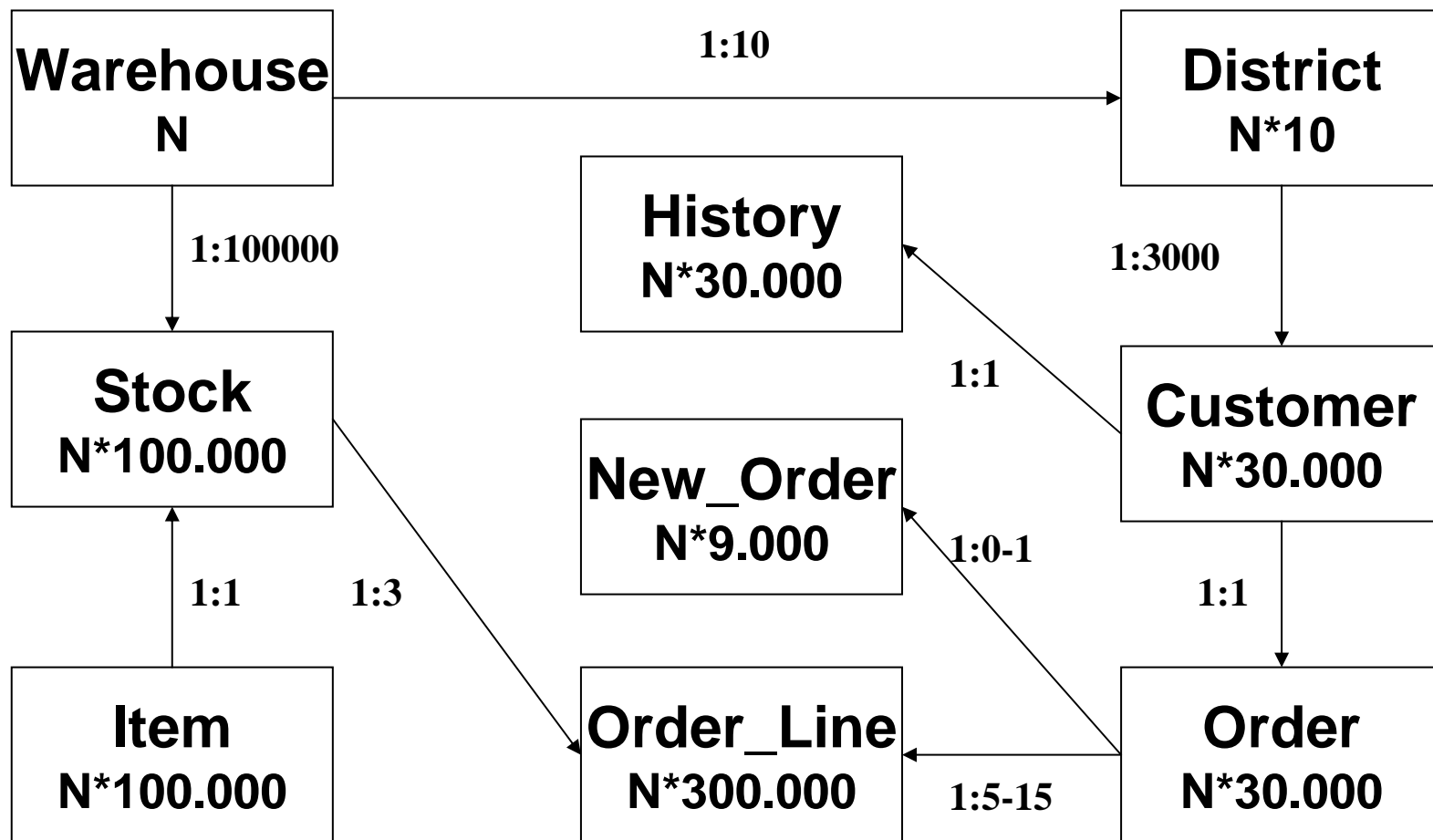
■ Charge de Travail (workload)

- même nombre de New Order et Payment
- et 1 Order-Status, Delevery, Stock Level
tous les 10 New Order

■ Mesures

- TPMC : nombre de transactions New Order par minute

Modèle de Données de TPC-C



TPC-E : Entreprise

- Extension de TPC-C (Draft puis Abandonné)
- Même modèle de données, mais 16 x plus grande
 - archivage sur 180 jours (au lieu de 90 jours)
- 3 transactions de plus dans TPC-E
 - Customer_Inquiry
 - consultation de l'état d'un compte client
 - 1 lecture, temps de réponse < 1 sec
 - Customer_Status
 - édition des paiements effectués par client (groupement par district et par magasin)
 - Customer_Demographics
 - analyse les activités des clients en fonction de la démographie

TPC-Energy

- Motivation
 - Green Computing
 - Energy consumption of the System under Test

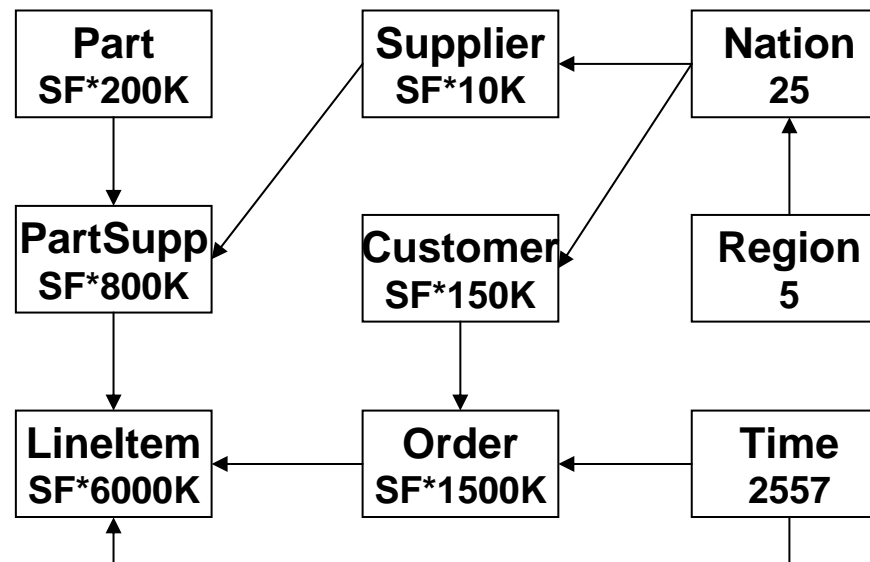
- Metric
 - Energy Primary Metric = Consumption / Performance
 - TPC-E example: 32 watts/tpsE

Benchmark pour les BD Décisionnelles (InfoCentre)

- Charge de travail
 - Data Warehouse & Data Mining
- Les benchmarks DW du TPC
 - TPC-D : BD Décisionnelles (InfoCentre) *Obsolète*
 - TPC Benchmark H (TPC-H)
ad-hoc, decision support benchmark
 - TPC Benchmark R (TPC-R)
business reporting, decision support benchmark
- Autre
 - The Drill Down Benchmark (VLDB98)
 - Data Mining (décisionnel)
 - performance d'un SGBD en ' backend ' d'un outil de Data Mining

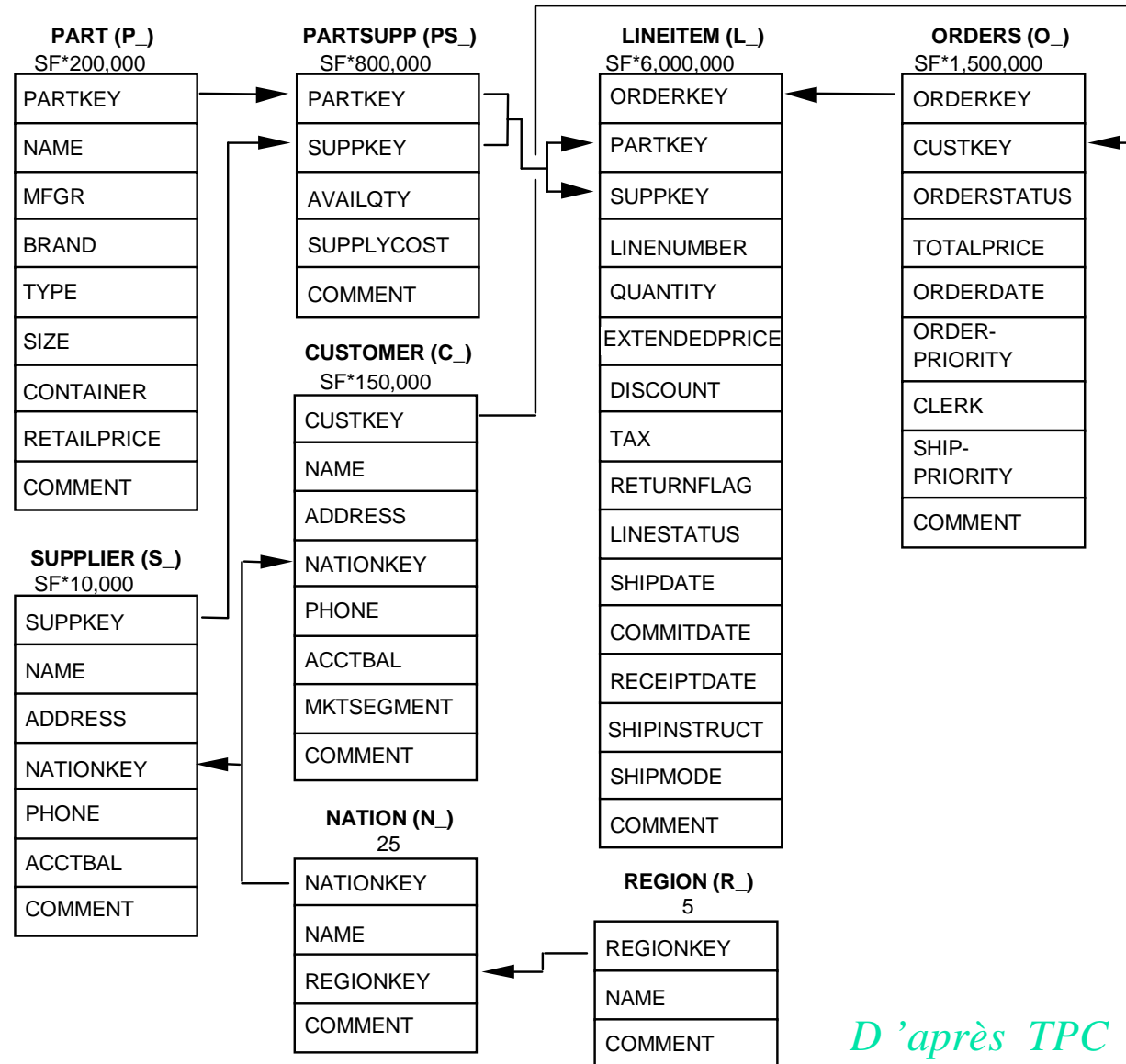
TPC-D : BD Décisionnelles (InfoCentre)

- SF : Scale Factor
 - 1,10,30,100,300,1000,3000,10000
 - soient des BDs de 1 Go à 10 To
- Modèle de données



Modèle de données du TPC-D H R

■ 8 tables



TPC H et R

- decision support benchmark
- The TPC Benchmark H (TPC-H)
ad-hoc
 - suite de requêtes ad-hoc (orienté business) et de modifications concurrentes
 - large volumes of data,
 - queries with high degree of complexity
 - Measure
 - TPC-H Composite Query-per-Hour Performance Metric (QphH@Size)
- The TPC Benchmark R (TPC-R)
business reporting, decision support benchmark
 - Similaire au TPC-H, mais permet des optimisations sur les requêtes complexes.
 - Measure
 - TPC-R Composite Query-per-Hour Performance Metric (QphR@Size)
- Taille des bases
 - SF (Scaling Factor)=1 (~1Go), 10, 30, 100, 300, 1,000, 3,000, 10,000

Suite de Requêtes du TPC-H & R

- Pricing Summary Report Query (Q1)
- Minimum Cost Supplier Query (Q2)
- Shipping Priority Query (Q3)
- Order Priority Checking Query (Q4)
- Local Supplier Volume Query (Q5)
- Forecasting Revenue Change Query (Q6)
- Volume Shipping Query (Q7)
- National Market Share Query (Q8)
- Product Type Profit Measure Query (Q9)
- Returned Item Reporting Query (Q10)
- Important Stock Identification Query (Q11)
- Shipping Modes and Order Priority Query (Q12)
- Customer Distribution Query (Q13)
- Promotion Effect Query (Q14)
- Top Supplier Query (Q15)
- Parts/Supplier Relationship Query (Q16)
- Small-Quantity-Order Revenue Query (Q17)
- Large Volume Customer Query (Q18)
- Discounted Revenue Query (Q19)
- Potential Part Promotion Query (Q20)
- Suppliers Who Kept Orders Waiting Query (Q21)
- Global Sales Opportunity Query (Q22)
- New Sales Refresh Function (RF1)
- Old Sales Refresh Function (RF2)

Exercice : quelle configuration choisir pour un niveau de perf =2800 QphH

Exemple de résultats

- TPC-H Results - Revision 1.X - 300GB Scale Factor

■ 01/2001

Didier Donsez, 1998-2010, Benchmarks pour SGBDs

Company	System	SF	QphH	Price Perf. (\$/QphH)	Total Sys. Cost	Currency	Database Software	Operating System	CPU Type	# Cr
HP	NetServer LXr 8500	300	1402.5	207	290737	US \$	Microsoft SQL Server 2000	Microsoft Windows 2000	Intel Pentium III Xeon 700MHz	8 N
Compaq	ProLiant 8000-8P	300	1506.8	280	422173	US \$	Microsoft SQL Server 2000	Microsoft Windows 2000	Intel Pentium III Xeon 700MHz	8 N
Compaq	AlphaServer ES40 Model 6/667	300	2832.1	1058	2995034	US \$	Informix XPS 8.31 FD1	Compaq Tru64 UNIX V5.1	Alphachip 21264 667 MHz	16 Y
IBM	NUMA-Q 2000	300	4027.2	652	2625301	US \$	IBM DB2 UDB 7.1	DYNIX/ptx 4.5.1	Intel Pentium III Xeon 700MHz	32 N
Compaq	AlphaServer GS320 Model 6/731	300	4951.9	983	4865968	US \$	Informix XPS 8.30 FC3	Compaq Tru64 UNIX V5.1	AlphaChip 21264A 731 MHz	32 N
IBM	NUMA-Q 2000	300	5923.2	653	3868930	US \$	IBM DB2 UDB 7.1	DYNIX/ptx 4.5.1	Intel Pentium III Xeon 700MHz	48 N
IBM	NUMA-Q 2000	300	7334.4	616	4516767	US \$	IBM DB2 UDB 7.1	DYNIX/ptx 4.5.1	Intel Pentium III Xeon 700MHz	64 N

Résultats attendus

- Indicateurs
 - Performance sur un système donnée
 - Nb de Transactions réalisées par seconde
 - Coût du système complet (matériel+logiciel+maintenance)
 - Prix par 1 tps

- Exemple : le TPC-D (au 12/98)

Machine Sequent NUMA Q2000 + Base de 300 Go

 - + ORACLE 8
 - Puissance : 3232,3 TPC (soit 19700 F / tps)
 - + INFORMIX XPS
 - Puissance : 2667,7 TPC (soit 20800 F / tps)

Publication des Résultats

- IDEAS (<http://www.ideasinternational.com/>) et d'autres ...
 - Exemple : TPC/C 03/00

tpmC	\$/tpmC	Total Sys. Cost	Database Software	Operating System	TP Monitor	Server CPU Type	Server C
227079	19,1	4341603	Microsoft SQL Server 2000	Microsoft Windows	Microsoft COM+	Intel Pentium III Xeon	96
152208	18,9	2880431	Microsoft SQL Server 2000	Microsoft Windows	Microsoft COM+	Intel Pentium III Xeon	64
135816	52,7	7156910	Oracle 8i V8.1.6	IBM AIX 4.3.3	IBM TXSeries 4.2 for	IBM RS64-III 450MHz	24
135816	54,9	7462215	Oracle 8i V8.1.6	IBM AIX 4.3.3	IBM TXSeries 4.2 for	IBM RS64-III 450MHz	24
135461	97,1	13153324	Oracle8i Ent. Edition 8.1.6.0	Sun Solaris 2.6	BEA Tuxedo 6.3	Ultra SPARC II 400MHz	96
115396	105,6	12189298	Oracle 8i v.8.1.5.1	Sun Solaris 7	BEA Tuxedo 6.3	Ultra SPARC II 400MHz	64
110434	122,4	13521883	Oracle Oracle8 V8.0.5	IBM AIX 4.3.2	IBM TXSeries 4.2 for	IBM RS64-II 262 MHz	60
102542	139,5	14303550	Oracle Oracle8 Enterprise Editi	Digital Digital UNIX 4	Digital TP Web Serv	Digital DECchip 211	96
102024	63,2	6448894	Sybase Adaptive Server Enterpr	HP HP-UX 11.00	BEA Tuxedo 6.4	PA-RISC 8500 440MHz	32
101657	35,7	3627928	Oracle 8i V8.1.6	Microsoft Windows	Compaq DB Web C	Intel Pentium III Xeon	48
99275	39,1	3886116	Oracle 8i V8.1.6	Microsoft Windows	Compaq DB Web C	Intel Pentium III Xeon	48
93901	131,7	12363684	Oracle Oracle8 Enterprise Editi	DYNIX/ptx 4.4	BEA Tuxedo 6.3	Intel Xeon 405 MHz	64
92833	87,7	8142782	Oracle8i 8.1.5.1.1	HP HP-UX 11.00	BEA Tuxedo 6.4	PA-RISC 8500 440MHz	32
52118	81,2	4229894	Sybase Adaptive Server Enterpr	HP HP-UX 11.00	Tuxedo 4.2.2	HP PA-RISC 8200 2	16

Les Benchmarks pour SGBDs Objets

- Charge de Travail SGBDs OO
 - Navigation et Ensembliste (\neq OLTP)

- OO1 (*Cattell, Sun Microsystems*)

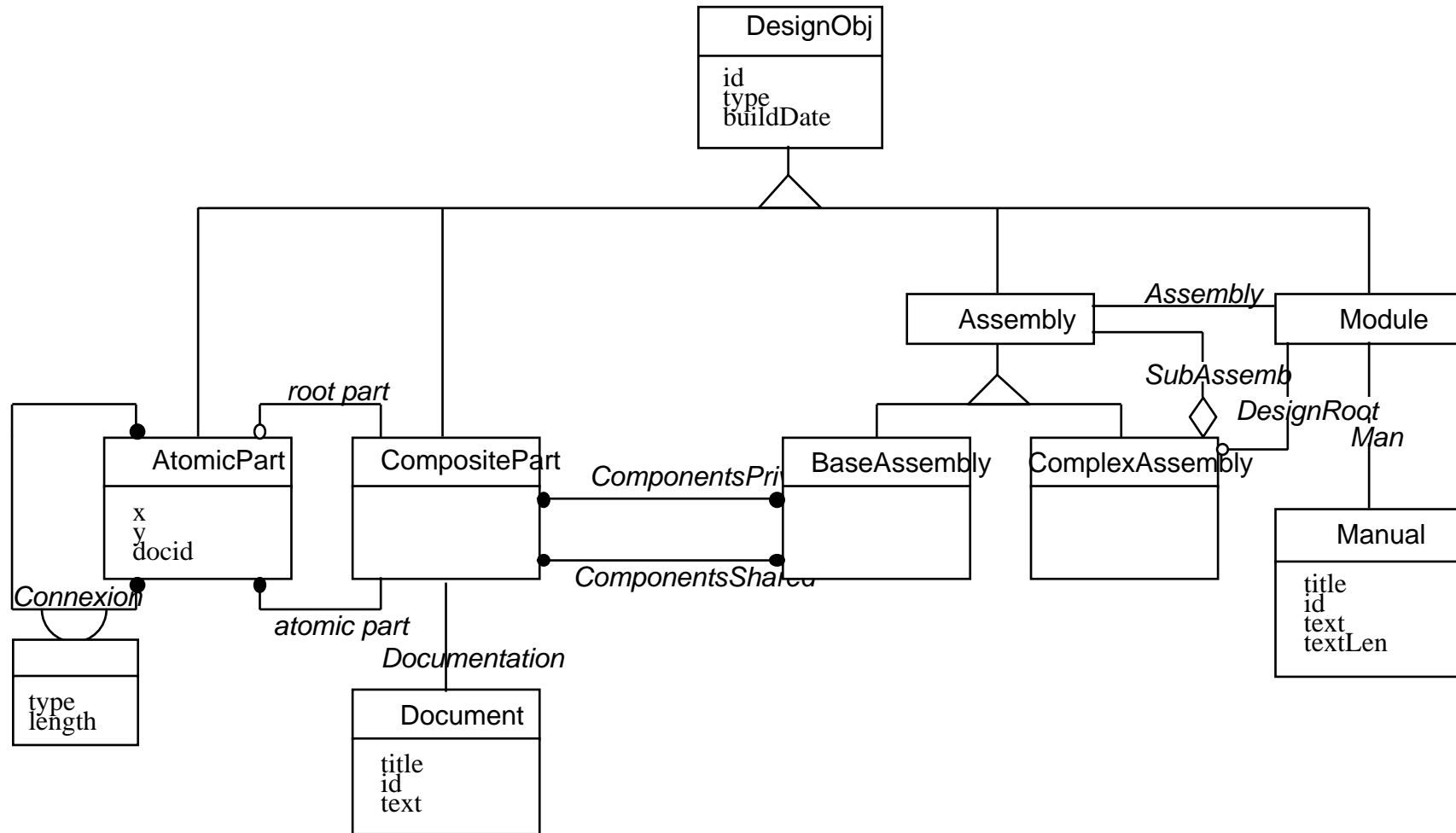
- HyperGraph
 - Amélioration de OO1

- OO7 (*Dewitt et al, Université de Wisconsin*)
 - modèle complexe d'un atelier CAD/CAM

OO7 (*University of Wisconsin*)

- But
 - Charge de travail variée et plus réaliste sur une SGBD-OO en **client-serveur**
 - Modélise un environnement CAD/CAM
 - (Données et Requêtes)
 - Sources et Résultats sur <ftp.cs.wisc.edu/007>
- Scale Factor
- Conditions
 - Données déjà cachées en mémoire du client (Hot)
 - Données sur les disques du serveur (Cold)

Modèle de Données de OO7



OO7 *Opérations et Questions*

- Traversée de pointeurs
 - opération de déréférenciation (coté client)
 - Traversée dense / Traversée éparses
- Modification
 - champs d 'objets indexés ou non
 - modification répétées, modifications éparses
 - création et destruction d 'objets
- Questions ensemblistes
 - recherche exacte, sur intervalle
 - parcours de collection
 - path-join, ad-hoc join, single-level make

007 - Exemples de résultats

Essais (en seconde)	Exodus	Ontos	Objectivity	Objectstore
t1 froid.S3	34,8	28,9	38,5	22,7
t1 chaud.S3	10,6	8,1	17,9	6,2
t1 MB	734,5	1064,6	548,7	372,5
t2b froid.S3	40,5	39,8	60,8	35,9
t2b MB	963,3	901,7	1329,4	519,6
t9 froid.S3	0,2	1,3	8,3	1,2
t9 chaud.S3	0,002	0,002	0,02	0,01
t9 MB	0,2	4,9	11,1	1,1
q2 froid.S3	2,0	4,8	10,8	11,0
q2 chaud.S3	0,008	0,01	0,06	0,04
q2 MB	18,0	34,8	33	52,1
Taille BDS3 (en Mb)	11,5	4,2	5,7	4,4
Taille BDMB (en Mb)	103,8	51,7	54,6	37,5

Benchmarks pour les SIG

- Sequoia 2000 Benchmark

- ADT spatial / géographique

- Base : zone du Nevada de 1280 kms par 800 kms
 - Données de type : rasters, polygones, points, graphes directs
 - Charge de travail : mix de 10 requêtes SQL étendus (ADT).

- Références

- Michael Stonebraker, James Frew, Kenn Gardels, Jeff Meredith: The Sequoia 2000 Benchmark. SIGMOD Conference 1993: 2-11
 - <http://s2k-ftp.cs.berkeley.edu:8000/sequoia/>

Les Benchmarks pour SGBDs Objet-Relationnel

- SGBDs OR et Universels
 - Une norme SQL3 et des SGBDs Oracle, Informix, Sybase, DB2, CA-OpenIngres
- Charge de Travail SGBDs OR
 - Navigation et Ensembliste (Objet)
 - OLTP (Relationnel)
- BUCKY Object-Relational
 - *Carey et al, 1997, Université de Wisconsin*

BUCKY Object-Relational Benchmark

Université de Wisconsin

- *Benchmark of Universal or Complex Query Interfaces*

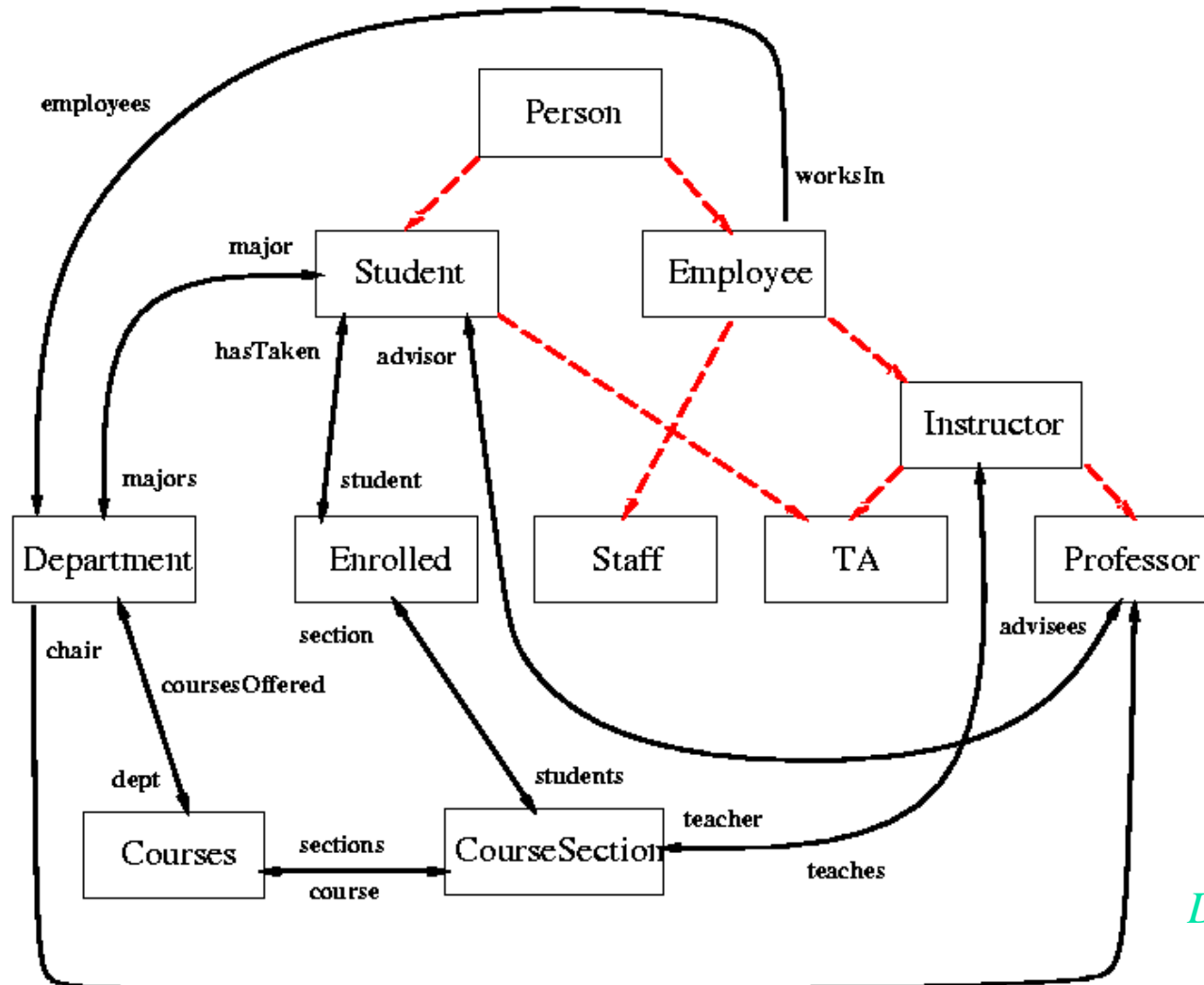
■ Objectifs

- mesurer les performances des les fonctionnalités O-R
 - ADT
 - Fonctions d 'ADT
 - Héritage
 - Colonnes Multivaluées (SET, MULTISSET, LIST)
 - Déréférenciation (1 et 2 niveaux)
- pas de navigation (traversée de référence) coté client (OO7)
- pas de transactionnel OLTP (TPC-x)

■ Méthodes

- 2 conceptions alternatives de la Base
 - conception Objet-Relationnelle / conception Relationnelle
- Comparaisons (Mesure de temps)
 - temps requête base OR par rapport temps requête base OR

Modèle de Données de BUCKY



Didier Donsez, 1998-2010, Benchmarks pour SGBDs

D'après [Cat97]

Les Benchmarks pour SGBDs sur le Web

- Charge de Travail
 - Interrogation d'une base via des browsers Web
 - Transactionnel sur le Web
 - Commerce électronique (sécurité, paiement...)
- Benchmarks
 - WebMark
 - orienté requête HTTP/GET sur des documents statiques
 - SPECWeb
 - TPC-W et TPC-App (voir le cours « Benchmarks pour services Web »)
 - orienté transactionnel
 - *A voir aussi : Apache JMeter, ObjectWeb CLIF, ...*
 - *itère et parallélise une scénario des requêtes HTTP sur un frontal Web*

Les autres benchmarks

- Orienté Métier
 - Sequoia Benchmark
 - Système d'Information Géographique
 - SGBD spatial

Benchmarks Bases XML

- Performance des SGBDs
 - OO, Relationnel, Dédié
- sur le stockage et la recherche
 - structurelle (XQuery), full text
- Travaux académiques
 - XMach-1, Xmark, XOO7, XBench ...
 - Voir <http://www.soi.city.ac.uk/~akmal/html.dir/benchmarks.html>

Des produits

- Benchmark Factory
 - www.csrad.com
 - Outil de test et de construction de benchmark
 - S3AP, Set-Query, Wisconsin, WebStone, TPC-B, C&D
 - sont prédéfinis

Benchmarks propriétaires

- SAP SA (standard application)
 - ERP workload
 - SAP APO, SAP BW, HR (Payroll), PS, Retail, ISU/CCS, TRBK
 - Metric : SAPs (no cost/saps ratio)
 - More
 - <http://service.sap.com/quicksizer>
 - <http://www.sap.com/benchmark>

Bibliographie - Livres

- Jim Gray, "The benchmark handbook for database and transaction processing systems", Ed. Morgan Kaufmann, ISBN 1-55860-292-5.
 - <http://www.benchmarkresources.com/handbook>
- Besancourt, Cart, Ferrié, Guerraoui, Pucheral, Traverson, «Les Systèmes Transactionnels», Ed. Hermes, 1997, ISBN 2-86601-645-9, Chapitre 13.
- P.A. Bernstein, E. Newcomer, «Principles of Transaction Processing for the Systems Professional», Ed. Morgan Kaufmann, 1997, ISBN 1-55860-415-4, Chapitre ??
- Robert Orfali, Dan Harkey, « Client/Server Programming with Java and Corba », 2ème édition, 1998, Ed Wiley, ISBN 0-471-24578-X.
 - voir l'implantation du TPC/A avec JDBC et Corba dans les chapitres 23 à 25

Bibliographie - Articles

- Datamation 85
- Bitton, DeWitt, Turbyfill: "Benchmarking database systems - a systematic approach", Proc. VLDB 1983.
 - article décrivant le Wisconsin Benchmark
- R. Cattell, J. Skeen, « Object Operation Benchmark », ACM TODS, 17(1), Mars 1992.
- Michael J. Carey, David J. DeWitt, Jeffrey F. Naughton, "The OO7 Benchmark", SIGMOD'93
- Michael J. Carey, David J. DeWitt, Chander Kant, and Jeffrey F. Naughton. A status report on the OO7 OODBMS benchmarking effort. In Proceedings of the ACM OOPSLA Conference, pages 414--426, Portland, OR, October 1994.
- T. Lougenia Anderson, Arne J. Berre, Moira Mallison, Harry H. Porter III, Bruce Schneider, "The HyperModel Benchmark", Intl Conf. on Extending Database Technology, Venice, Italy, March 1990, Springer Verlag.
- Michael J. Carey, David J. DeWitt, Jeffrey F. Naughton, Mohammad Asgarian, Paul Brown, Johannes Gehrke, Dhaval Shah, « The BUCKY Object-Relational Benchmark (Experience Paper) », Proceedings ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, May13-15, 1997, Tucson, Arizona, USA. SIGMOD Record 26(2), June 1997 pp135-146, <http://www.cs.wisc.edu/~naughton/bucky.html>

WWW

- Transaction Processing Council
 - <http://www.tpc.org>
- FAQ of comp.benchmarks
 - <http://sacam.oren.orln.edu/~dave/benchmark-faq.html>
- Le benchmark OO7
 - avec la voyelle O
et non avec le chiffre Zéro comme l'espion qui m'aimait ;-)
 - <ftp://ftp.cs.wisc.edu/OO7>
- Le site de Jim Gray (le guru du domaine)
 - <http://research.microsoft.com/~Gray/JimGrayResearch.htm>
- Autre
 - Benchmarking Club de Paris, www.benchmarking-club.paris.asso.fr

Benchmarks à tester

- Orfali sur CORBA (chapitres 24 à 26)
 - propose une approximation du benchmark TPC/B
 - pour un ORB CORBA et JDBC en mode 2 tiers et 3 tiers
- <http://www.ece.wisc.edu/~mikko/tpcw.html>
 - implémentation client Java, Servlets, JDBC, SGBDR du TPC/W
- <http://www.jdbms.org/tpcw.jar>
 - propose une approximation du benchmark TPC/W pour StoredObject (SGBD 100% Java)
- Rubis, Rubos, ... sur www.objectweb.org

Cours reliés

- cours « Benchmarks pour les services Web »
 - <http://www-adele.imag.fr/~donsez/cours/benchweb.pdf>