

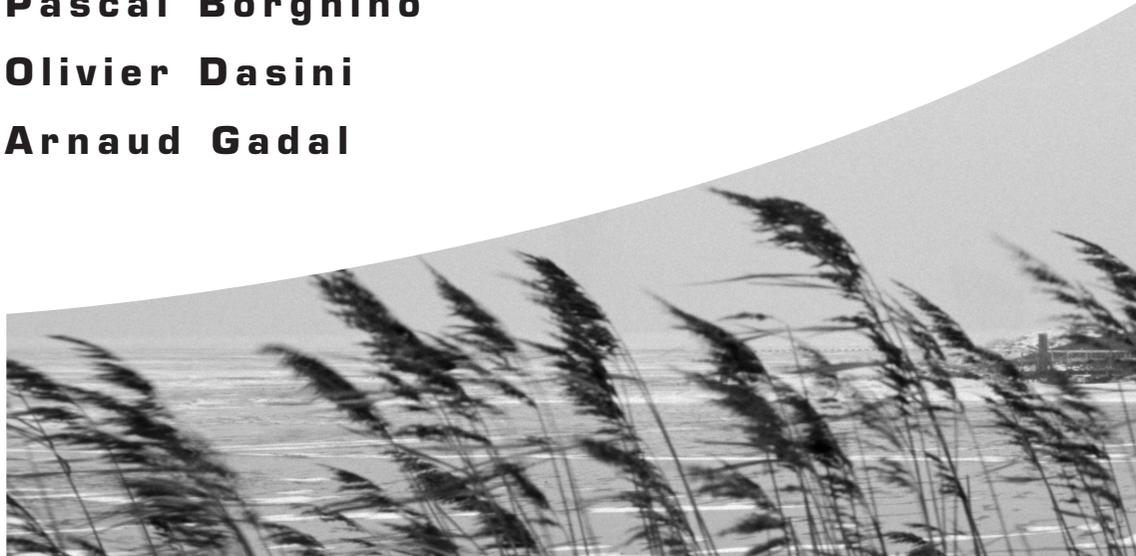
Audit et optimisation MySQL 5

Bonnes pratiques
pour l'administrateur

Pascal Borghino

Olivier Dasini

Arnaud Gadal



EYROLLES

Audit et optimisation MySQL 5

La grande majorité des applications web s'adossent à la base de données MySQL et imposent à l'administrateur de base de données des contraintes de performances et de fiabilité.

Un concentré d'expertise pour le DBA MySQL : les bonnes pratiques, de la conception à l'optimisation

Cet ouvrage s'adresse à tous ceux qui conçoivent, exploitent et maintiennent une base de données MySQL et souhaitent optimiser les performances de leurs serveurs ou rencontrent des problèmes de charge. Il répond aux questions de l'administrateur : que faire en cas de problèmes de performances liés à la base de données ? Quelles directions prendre face à un serveur MySQL réticent, en pleine situation d'urgence alors que les utilisateurs grondent ?

Qu'il s'agisse d'une mauvaise gestion de la mémoire vive, de disques saturés, d'une gestion perfectible des index, de requêtes trop gourmandes, de moteurs de stockage inadaptés, etc., cet ouvrage aidera l'administrateur ou le développeur MySQL à trouver le goulet d'étranglement en cause. Non sans décortiquer le fonctionnement du serveur MySQL et de ses différents moteurs (InnoDB, MyISAM, Merge, Memory/HEAP, Archive...), les auteurs guident le DBA à travers toutes les bonnes pratiques d'audit et d'optimisation, de la conception du schéma de la base jusqu'à la résolution des problèmes liés à la réplication, sans oublier de l'éclairer sur les choix matériels à faire pour ses serveurs.

Au sommaire

Diagnostic d'urgence et traitements de choc • Procédures adaptées au niveau d'urgence : dix minutes, une heure, une journée • **Dans les entrailles de votre serveur MySQL** • Caractéristiques physiques et éléments clés du serveur • Mémoire • Disques • CPU • Réseau • 64 bits • Limites de MySQL face au hardware • CPU multicoeur • Réplication monothreadée • **Fonctionnement de MyISAM et d'InnoDB** • Étude des différents moteurs de stockage • Comprendre son moteur de stockage • MyISAM • InnoDB • Doit-on forcément sacrifier les performances à la stabilité ? • **Analyser le fonctionnement de son serveur MySQL : monitoring** • Où trouver les informations pertinentes • Variables système et variables d'état • Quels outils choisir ? • Outils propres à MySQL • mysqladmin / mysqladministrator • Outils externes • iostat et vmstat • top et htop • Détecter les goulets d'étranglement • I/O disques • CPU • Réseau • **Évaluer les performances de son serveur** • Benchmarks et dimensionnement (capacity planning) • **Exploiter les logs** • Logs d'erreur • Détection des requêtes coûteuses : slow queries log • Logs système • syslog • dmesg • **Problèmes liés à la réplication** • Solutions aux problèmes fréquents • Réplication et performance • Réplication et fiabilité • Reprise sur arrêt d'une réplication • **Tuning du serveur MySQL** • Analyser les tables • Analyser les index • Vérifier les droits des utilisateurs • Fichier de configuration de MySQL • Le « trop » ennemi du « bien » ? • Les paramètres qu'il faut maîtriser • **Où trouver de l'aide** • Blogs • Forums.

À qui s'adresse cet ouvrage ?

- À tous les administrateurs de bases de données en quête de performances ;
- Aux DBA MySQL souhaitant aiguïser leur capacité à auditer et optimiser leurs bases ;
- Aux administrateurs système souhaitant approfondir leur compréhension des relations entre une base MySQL et les matériel et système d'exploitation sous-jacents ;
- Aux développeurs (Java, PHP, Ruby, Python...) utilisant MySQL et rencontrant des problèmes de performances.



Les auteurs

Pascal Borghino est architecte de bases de données chez Yahoo! International. Il est confronté au quotidien à de nombreux problèmes, tant au niveau du design, de l'extensibilité que des performances. Il est président et fondateur du MySQL User Group Francophone (LeMUG.fr) et créateur du blog www.dbnewz.com.

Olivier Dasini a 10 ans d'expérience en tant que consultant et formateur certifié MySQL. Aujourd'hui expert en bases de données chez Orange Business Services, il milite pour la promotion des logiciels libres et est également fondateur du blog de vulgarisation autour de MySQL <http://dasini.net/blog>. Il est co-fondateur du MySQL User Group Francophone LeMUG.fr.

Arnaud Gadal est l'administrateur des bases de données MySQL de Virgin Mobile. Il est certifié MySQL 5 (développement, administration, cluster), membre du MySQL User Group et principal auteur sur www.dbnewz.com

Audit et optimisation MySQL 5

**Bonnes pratiques
pour l'administrateur**

Chez le même éditeur

J.-M. DEFRANCE. – **Premières applications web avec Ajax, jQuery et PHP.**

N°12672, 2010, 474 pages

J. GABÈS. – **Nagios 3 pour la supervision et la métrologie.** *Déploiement, configuration et optimisation.*

N°12473, 2009, 510 pages

T. SARLANDIE. – **Programmation iPhone OS 3.** *Conception, ergonomie, développement et publication.*

N°12477, 2009, 276 pages

S. JABER. – **Programmation GWT 2.** *Développer des applications RIA et Ajax avec le Google Web Toolkit.*

N°12569, 2010, 484 pages

P. SULTAN, dirigé par N. MAKARÉVITCH. – **Asterisk.** *Études de cas.* (coll. *Cahiers de l'Admin*).

N°12434, 2010, 298 pages.

R. RIMELÉ. – **Mémento MySQL.**

N°12720, 2^e édition 2010, 14 pages.

C. PIERRE DE GEYER, G. PONÇON. – **Mémento PHP 5 et SQL.**

N°12457, 2^e édition 2009, 14 pages.

R. M. STALLMAN, S. WILLIAMS, C. MASUTTI (Framasoft). – **Richard Stallman et la révolution du logiciel libre.**

Une biographie autorisée. N°12609, 2010, 344 pages.

H. BERSINI, I. WELLESZ. – **La programmation orientée objet.** *Cours et exercices en UML 2 avec Java 5, C# 2,*

C++, Python et PHP 5. N°12441, 4^e édition, 2009, 602 pages (collection Noire).

V. MESSENGER ROTA. – **Gestion de projet.** *Vers les méthodes agiles.*

N°12518, 2^e édition 2009, 272 pages (collection Architecte logiciel).

J.-L. BÉNARD, L. BOSSAVIT, R. MÉDINA, D. WILLIAMS. – **Gestion de projet eXtreme Programming.**

N°11561, 2002, 300 pages (collection Architecte logiciel).

A. FERNANDEZ-TORO, préface de H. SCHAUER (HSC Consultants). – **Management de la sécurité de l'information.**

Implémentation ISO 27001. Mise en place d'un SMSI et audit de certification. N°12622, 2^e édition, 2009, 284 pages.

G. PONÇON. – **Best practices PHP 5.** *Les meilleures pratiques de développement en PHP.*

N°11676, 2005, 480 pages.

L. BLOCH, C. WOLFHUGEL. – **Sécurité informatique.** *Principes et méthode à l'usage des DSI, RSSI et administrateurs.*

N°12525, 2009, 292 pages.

F. POTENCIER et H. HAMON. – **Symfony.** *Mieux développer en PHP avec Symfony 1.2 et Doctrine.*

N°12494, 2009, 510 pages.

G. PONÇON ET J. PAULI. – **Zend Framework.**

N°12392, 2008, 460 pages.

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

Audit et optimisation MySQL 5

Bonnes pratiques
pour l'administrateur

Pascal Borghino

Olivier Dasini

Arnaud Gadal

EYROLLES



Éditions Eyrolles
61, bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

BIBLIOTHEQUE DU CERIST



Le code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée notamment dans les établissements d'enseignement, provoquant une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans l'autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

© Groupe Eyrolles, 2010, ISBN : 978-2-212-12634-1

Avant-propos

Un ouvrage en français pour aller plus loin

L'idée de départ de cet ouvrage fut d'écrire ce que nous-mêmes aurions aimé trouver en librairie au rayon MySQL.

Le contenu que nous vous proposons aujourd'hui, et qui sera détaillé dans quelques paragraphes, est le fruit de la diversité de nos expériences respectives (un administrateur base de données, un expert MySQL et un architecte bases de données). En parcourant ce livre, vous profiterez de nos expériences acquises auprès de grands comptes de l'univers Internet, tels que Orange Business Services, Virgin Mobile ou encore Yahoo!

Nous souhaitons écrire un livre permettant de mieux comprendre à la fois MySQL en tant que pièce logicielle, mais aussi son lien avec le serveur physique sur lequel cette base de données est installée. Cette subtile interaction entre logiciel et matériel où interviennent plusieurs centaines de variables et autres paramètres, est susceptible d'atteindre de hautes performances lorsque tous agissent de concert.

Cependant, il ne s'agit pas uniquement de décrire les mécanismes responsables des multiples comportements de MySQL observés ; il faut surtout les expliquer.

Directement issu de nos vies professionnelles, cet ouvrage est un reflet condensé de nos différentes expériences. Ce que vous lirez ici, nous l'avons vraiment vécu. Les fortes charges, les pics d'affluence, les corruptions de données, les requêtes qui n'en finissent pas, une volumétrie qui explose, des répliquions en échec, des serveurs MySQL à l'agonie... nous y avons tous goûté !

Fort heureusement, les problèmes que nous venons d'évoquer ne sont pas une fatalité et les bonnes pratiques exposées dans cet ouvrage vous permettront de les éviter pour la plupart ou, en tout cas, de les gérer au mieux. Rassurez-vous, les différents chapitres qui vont suivre ne sont pas une suite de récits de cataclysmes MySQL ! Au con-

traire, il s'agit plutôt de prévenir ces écueils en adoptant les bonnes techniques qui vous permettront, à vous qui gérez ou utilisez au quotidien des bases MySQL, de les utiliser le mieux possible.

Le titre, *MySQL 5 - Audit et optimisation*, résume le cœur de l'ouvrage. En analysant techniquement un serveur MySQL lors de la phase d'audit, nous établissons un diagnostic qui permettra les optimisations appliquées sur cette machine. C'est ainsi que tous les chapitres apportent leur valeur ajoutée à cette thématique.

Nous ne connaissons pas d'ouvrage en français rassemblant l'étendue des thèmes évoqués ici. Le livre que vous tenez entre les mains n'est pas simplement du contenu pointu « en français ». Sa plus-value réside également dans notre fort intérêt pour MySQL. Nous sommes trois passionnés de cette base de données (blogueurs, association LeMug.fr) et notre but tout au long du livre est de vous faire partager cette passion tout en décortiquant les mécanismes de MySQL de façon claire et pratique. Encarts, schémas et exemples étayeront notre propos et vous guideront tout au long du chemin que nous vous avons tracé vers l'optimisation de vos serveurs MySQL.

À qui s'adresse cet ouvrage ?

Cet ouvrage est particulièrement destiné à tous ceux qui ont déjà des connaissances de base en MySQL et qui sont soumis à des problèmes liés à une activité croissante sur leurs bases de données.

Qu'il s'agisse d'une audience croissante, de données de plus en plus lourdes ou encore d'engranger rapidement de nouvelles connaissances pointues sans avoir à parcourir toute la blogosphère anglophone, ce livre saura vous apporter des solutions concrètes ou vous aiguiller vers la bonne façon de faire.

De par son contenu, cet ouvrage s'adresse plutôt aux administrateurs de bases de données, qu'ils soient spécialistes de MySQL ou pas, qu'aux développeurs. Cependant, les plus curieux d'entre eux trouveront des informations sur l'optimisation de leurs requêtes et sur les différences entre les moteurs de stockage, par exemple.

Pour les administrateurs MySQL, nous avons essayé d'apporter le maximum d'informations utiles à leur métier, notamment sur les outils que nous utilisons pour auditer un serveur, l'optimiser, mesurer ses performances, anticiper ses problèmes... Vous y trouverez donc tous nos meilleurs conseils.

Structure de l'ouvrage

L'ouvrage est découpé en huit chapitres qu'il est possible d'aborder indépendamment les uns des autres. Si certains thèmes sont abordés dans plusieurs chapitres, nous le signalons par des renvois appropriés. De notre point de vue, seul le chapitre « Gérer une situation d'urgence avec MySQL » devait apparaître en premier, l'ordre de lecture des autres chapitres n'ayant que peu d'importance.

Si vous êtes particulièrement intéressé par la réplication, vous avez notre bénédiction pour attaquer directement par le chapitre 7.

Outre les liens entre chapitres que nous venons d'évoquer et la possibilité de ne lire que certains chapitres, c'est en lisant l'intégralité de l'ouvrage que vous aurez une vue d'ensemble de toutes les techniques décrites, ce qui vous rendra plus efficace.

De plus, nous n'avons pas multiplié le nombre de chapitres artificiellement mais choisi au contraire de restreindre notre champs d'étude aux notions les plus importantes selon nous concernant l'audit et l'optimisation d'un serveur MySQL.

Nous débuterons donc par MySQL et l'urgence (**chapitre 1**). Que faire quand rien ne va plus ? Les bases de données sont un domaine où ne rien faire est parfois la meilleure des solutions... dans l'attente de trouver une réponse adaptée ; et où « tenter » quelque chose sans en analyser les conséquences est potentiellement dramatique et à éviter. Dix minutes, une heure ou une journée, voici les trois scénarios « d'urgence » que nous vous proposons de résoudre dans ce premier chapitre, le tout agrémenté de nos meilleurs conseils dans un tel contexte.

Le **chapitre 2**, « Choisir son serveur MySQL », met l'accent sur les impacts du matériel sur MySQL. La mémoire, les disques (RAID et cartes contrôleur, SSD), les processeurs (quantité, combien de cœurs ?), ces éléments ont une importance cruciale pour la base de données. Apprenez à les choisir.

InnoDB, MyISAM, Memory, Archive... une des spécificités de MySQL est de pouvoir connecter au serveur plusieurs « moteurs » de stockage, encore faut-il le faire à bon escient. Rendez-vous au **chapitre 3** pour mesurer quels sont les impacts du choix d'un moteur par rapport à un autre. Saviez-vous par exemple que le plan d'exécution de vos requêtes varie en fonction du moteur ? Comment fonctionnent les index ou les caches selon les moteurs, quelles sont les forces et les faiblesses de chacun ? Toutes les informations dont vous avez besoin pour choisir le moteur qu'il vous faut se trouvent ici.

Le **chapitre 4** vous aidera à connaître l'état de santé de votre serveur MySQL. Prendre le pouls d'un serveur nécessite de comprendre le fonctionnement des variables système et des variables de statut. Quels sont les liens qui les unissent et les outils qui les exploitent ? Vérifier l'état de santé du moteur InnoDB lui-même, pré-

voir la capacité maximale de votre système (*capacity planning*) et une étude de cas sont au programme.

Les journaux MySQL sont détaillés au **chapitre 5**. Ne sous-estimez pas la puissance des logs. Bien exploités, ils seront un allié de premier ordre non seulement en cas de coup dur mais également au quotidien. Jugez plutôt : journalisation des erreurs, logs des requêtes lentes, logs binaires pour la réplication, les logs sont partout.

Les **chapitres 6 et 7** baignent dans l'optimisation. Les index, les requêtes, l'étude du serveur lui-même (variables clés du fichier `my.cnf`), les caches en tous genres, mais aussi les optimisations propres à certains moteurs de stockage ainsi que le partitionnement sont autant de notions abordées dans ce chapitre.

La réplication se dévoile au **chapitre 8**. Cette fonctionnalité cruciale offerte par MySQL y est traitée avec beaucoup de détails. À quoi sert-elle, comment la mettre en place, quelles sont les commandes clés sur le maître et l'esclave ? Les différentes architectures disponibles et la résolution des problèmes liés à cette technologie sont également au programme.

Enfin, si d'aventure notre ouvrage vous laissait avec des questions en suspens, le **chapitre 8** indique où trouver de l'aide. Souhaitez-vous obtenir une aide de toute urgence ou simplement poser une question générale sur un forum ou une mailing-list adéquate ? Peut-être cherchez-vous les meilleurs blogs francophones ou anglophones pour enrichir vos connaissances ? Vous y trouverez nos meilleures adresses.

Remerciements

Plus attendue que la gloire éternelle liée à la rédaction d'un ouvrage technique, l'écriture de ces quelques paragraphes de remerciements fait sans doute partie d'une des motivations principales d'un auteur, nous nous plions donc volontiers à cette tradition.

Écrire ce livre à plusieurs mains a été pour moi une expérience enrichissante en grande partie grâce au professionnalisme de mes co-auteurs. Je tenais donc premièrement à remercier Arnaud et Olivier pour leur travail et leur bonne humeur. Ensuite, nos éditrices Muriel Shan Sei Fan et Sophie Hincelin, ainsi que Pascale Sztajn bok et Gaël Thomas de l'équipe éditoriale d'Eyrolles qui ont pu gérer avec patience nos légers retards et nous ont permis de nous focaliser sur le contenu et le fond. Ce livre n'aurait pas vu le jour non plus sans Véronique Loquet d'ALX communication, dont la passion et la connaissance du monde de l'open source ont su nous ouvrir les portes nécessaires. Encore merci Véronique !

Je voulais aussi remercier mes managers qui ont permis mon implication dans le monde de MySQL, dans l'ordre : Rémy, Bruno, Dana et Rusty... Je n'oublie pas non plus mes formidables amis de la communauté MySQL elle-même : merci Jeremy, Éric et toute la bande.

Enfin, merci à mes parents Daniel et Danielle qui seront toujours à la source de tous mes accomplissements...

Pascal Borghino

Je remercie mes deux amis, co-auteurs et gourous MySQL, Arnaud et Pascal, sans qui ce livre n'aurait jamais vu le jour. Je tiens également à y associer toute l'équipe de MySQL France, notamment Stéphane Varoqui et Serge Frezefond pour leur savoir infini. Merci à tous les passionnés du logiciel libre rencontrés au fil des années, sur les forums, les salons, dans les associations (LeMUG.fr, l'AFUP, l'April...) et sur mon blog (<http://dasini.net/blog/>).

Une tendre pensée pour mes parents Jean et Jocelyne, mes sœurs Karen et Linda, mon frère Floriant et à Kapinou (pour ta patience).

Enfin, je dédie ce livre à la mémoire de Valérie et Paul BERCHEL, ainsi que celle de Raymond DASINI.

Olivier Dasini

Je ne crois pas au destin mais plutôt au timing et un peu au hasard. Début 2006, je quittais Paris pour trois ans au détour d'un job d'ingénieur développement PHP pour le soleil de Sophia-Antipolis. Au bout d'un an, alors que je renforçais sérieusement mes connaissances MySQL, deux collègues là-bas ont probablement fait basculer ma carrière. Tout d'abord Gilles Oliveri (merci), qui a remarqué que je serais peut-être mieux employé à faire du MySQL que du PHP chez Orange, puis Cyril Scetbon (merci) qui m'a fait confiance et m'a accueilli dans la cellule Bases de données où j'ai pu apprendre, parfaire mes connaissances et surtout les mettre en pratique.

En 2008, ma passion pour MySQL m'a poussé à me rendre à la conférence annuelle de MySQL en Californie. Là-bas, Damien Seguy (merci) m'a présenté à Pascal (merci) qui m'a proposé de blogger pour dbnewz.com lors d'un MySQL Quizz Show alors que je lui reprochais de ne pas publier assez souvent ! Pas rancunier l'animal...

Quant à Olivier (merci), j'ai rencontré sa bonne humeur légendaire lors d'un forum PHP/MySQL il y a quelques années. À croire que toutes les routes mènent à MySQL...

Mi-2009, Pascal et Olivier m'ont proposé d'être le troisième homme pour la rédaction de cet ouvrage. J'ai accepté avant de savoir que j'aurais à les relire... Une pure folie... que je ne regrette pas ! Merci encore à tous les deux.

À toute l'équipe Eyrolles qui a pris soin de nous pendant toute cette aventure, merci. Enfin, à vous qui lisez ces quelques lignes, merci. Autant de motivation pour lire un avant-propos est très bon signe pour la suite.

Bonne lecture !

Arnaud Gadal

Table des matières

CHAPITRE 1

Gérer une situation d'urgence avec MySQL..... 1

À chaque degré d'urgence sa panoplie d'outils 1

Temps de résolution : dix minutes 2

Étape 0 : informez et communiquez ! 2

Ne restez pas seul et discutez avec d'autres administrateurs 3

Consultez les informations système : journal d'erreurs, activités disques et processeur... 3

Tentez de vous connecter à la base 4

ATTENTION *Précautions à prendre avec une table MyISAM corrompue* 4

ASTUCE *Défilement page par page pour SHOW FULL PROCESSLIST* 5

À SAVOIR *Éviter l'empilement des requêtes et décrypter le SHOW PROCESSLIST* 5

REMARQUE *Se référer aux chapitres concernés* 6

Supprimer les requêtes les plus lourdes 6

PRATIQUE *Supprimer des requêtes rapidement* 7

Éviter que l'authentification des utilisateurs repose sur un DNS : l'erreur unauthenticated user 8

Consulter son système de surveillance 8

Tranche de vie d'une campagne marketing improvisée 9

Temps de résolution : une heure 10

La chasse aux requêtes lentes 10

À LIRE *Un chapitre consacré à l'étude des journaux* 10

Réécrire les requêtes trop coûteuses 10

ASTUCE *Les tables statiques à la rescousse* 11

Les problèmes de réplication 12

Temps de résolution : une journée 13

LIRE *Chapitre 8 consacré à la réplication* 13

PRATIQUE *Un problème peut en cacher un autre* 14

Conseils généraux face à l'urgence 15

Tirer profit du passé 15

Anticiper les problèmes 15

ATTENTION *Modifications à chaud, en production* 15

<i>L'entraînement à l'urgence</i>	16
<i>Enregistrer les données de l'incident</i>	16
<i>L'état d'esprit à adopter dans l'urgence</i>	16
<i>Trouver de l'aide</i>	17

CHAPITRE 2

Choisir son serveur MySQL 19

La mise à jour matérielle, une étape nécessaire ? 20

Les questions à se poser 20

ASTUCE *Identifier les goulets d'étranglements* 20

ASTUCE *Optimiser son serveur* 21

JARGON *Scaling up, scaling out et scaling back* 22

Du 64 bits oui... mais partout ! 22

Limites des systèmes 32 bits 23

ATTENTION *Ne soyez pas trop gourmands !* 23

RESSOURCES EN LIGNE *D'avantage de détails sur l'adressage mémoire* 24

Choisir ses processeurs 25

État des lieux 25

Les solutions face aux problèmes de montée en charge 25

JARGON *Architecture SMP vs NUMA* 25

REMARQUE *La compétition omniprésente entre les différents acteurs* 26

À LIRE ÉGALEMENT 27

Choisir son processeur : les critères de choix 27

Quelle est l'utilisation actuelle de vos processeurs ? 27

À SAVOIR *MySQL et la gestion des threads* 27

Fréquence vs nombre de cœurs 28

JARGON *OLTP, OLAP : deux catégories de systèmes à gérer différemment* 28

Benchmarks, encore et toujours 29

À LIRE ÉGALEMENT *Mesurer les performances de son système* 29

RAPPEL *Configurer son serveur MySQL* 30

ASTUCE *Pour aller plus loin* 31

Choisir ses disques et son système RAID 31

À SAVOIR *Temps d'accès mémoire vs temps d'accès disques* 32

Temps d'accès versus taux de transfert 32

À RETENIR *Lecture/écriture aléatoire ou séquentielle* 33

La technologie RAID 34

ATTENTION *La réplication et la montée en charge des écritures* 34

Les principaux niveaux de RAID 34

REMARQUE *Les opposants au RAID 5* 36

RESSOURCES EN LIGNE *D'autres niveaux de RAID existent* 37

Les deux implémentations du RAID : logicielle et matérielle 38

REMARQUE *Carte contrôleur RAID, force et faiblesse à la fois* 38

<i>Intérêt du cache sur une carte contrôleur RAID</i>	39
RAPPEL <i>Le cache de requêtes en amont de la carte RAID</i>	40
BON À SAVOIR <i>Les outils pour vérifier les réglages de sa carte contrôleur</i>	41
<i>Indispensable batterie</i>	42
EN PRATIQUE <i>Durée de vie de la batterie d'une carte RAID</i>	42
<i>Le cache interne des disques : une arme à double tranchant</i>	42
JARGON <i>innodb_flush_method = O_DIRECT</i>	43
À LIRE ÉGALEMENT	44
Les SSD : futur hit ?	44
MySQL et la mémoire	45
Comment MySQL utilise-t-il la mémoire ?	46

CHAPITRE 3

Les moteurs de stockage 49

Mécanismes d'un moteur de stockage	49
Installation et suppression d'un moteur	52
ATTENTION <i>Suppression d'un moteur de stockage utilisé par une table</i>	54
Les forces en présence : moteurs utilisés par l'application	54
B.A.-BA <i>Créer ses tables à partir de l'existant</i>	55
CONVENTIONS TERMINOLOGIQUES <i>Base de données, serveur, instance, schéma</i>	57
Les critères de choix d'un moteur	57
Moteurs disponibles : InnoDB, MyISAM, Merge, Memory, Archive	58
Le moteur InnoDB	58
B.A.-BA <i>Les propriétés ACID</i>	60
BON À SAVOIR <i>Le MVCC</i>	60
ASTUCE <i>Sortir une table d'un tablespace partagé</i>	63
POUR ALLER PLUS LOIN	63
MyISAM	63
<i>Mécanismes internes de MyISAM et formats de stockage</i>	67
B.A.-BA <i>Chaud, froid ou tiède ?</i>	67
RAPPEL <i>Mécanisme d'une commande ALTER TABLE</i>	68
Le moteur MERGE pour agréger plusieurs tables MyISAM	69
Le moteur MEMORY (anciennement HEAP)	71
Le moteur ARCHIVE pour un archivage compressé	72
Autres moteurs	72
<i>XtraDB</i>	72
<i>Falcon</i>	73
<i>Federated</i>	73
<i>Example</i>	73
<i>Blackhole</i>	73
<i>CSV</i>	74

<i>IBMDB2I</i>	74
<i>NDB (Network Database)</i>	74
Moteurs communautaires et autres	75
<i>Maria</i>	75
<i>PBXT</i>	75
<i>BLOB Streaming Engine (MyBS)</i>	76
<i>Mdbtools</i>	76
<i>Kickfire</i>	77
<i>TokuDB</i>	77
<i>Spider</i>	77
<i>Rethinkdb</i>	78

CHAPITRE 4

Surveiller son serveur MySQL..... 81

Où trouver les informations pertinentes ?	82
Variables système et variables de statut	82
DÉFINITION <i>Variables système ou de statut</i>	82
ALTERNATIVE <i>Récupérer les variables système ou de statut</i>	82
Quels outils choisir ?	83
À SAVOIR <i>Variables système et my.cnf</i>	83
ATTENTION <i>Une valeur peut en cacher une autre</i>	84
À SAVOIR <i>Différence entre un client et un outil MySQL</i>	84
Intérêt des outils de surveillance	84
B.A.-BA <i>key_buffer_size</i>	85
Outils et commandes fournis par MySQL	85
ATTENTION <i>Variables globales vs variables de session</i>	86
<i>Catégorie General</i>	87
B.A.-BA <i>MySQL vs mysqld</i>	88
ASTUCE <i>Les jokers dans les commandes MySQL : % et _</i>	89
LE SAVIEZ-VOUS <i>Deux descripteurs de fichiers pour une table MyISAM</i>	89
<i>Catégorie Performance</i>	91
À SAVOIR <i>Le cache de requête (Query Cache)</i>	91
RAPPEL <i>Le cache MyISAM</i>	93
RAPPEL	94
À SAVOIR <i>Ajuster la taille du cache d'index</i>	94
ATTENTION <i>Sortir un serveur client de la liste noire d'un serveur MySQL</i>	99
À SAVOIR <i>Droits nécessaires aux commandes SHOW STATUS et SHOW VARIABLES</i> ..	99
ASTUCE <i>Optimiser et analyser une requête avec USE INDEX/IGNORE INDEX</i>	104
La commande SHOW ENGINE INNODB STATUS	104
À SAVOIR <i>Différence entre mutex et sémaphores</i>	106
ASTUCE <i>Créer un deadlock délibéré</i>	108
À LIRE ÉGALEMENT <i>Le MVCC</i>	109

INFORMATION_SCHEMA	113
Connaître et savoir exploiter les outils de surveillance	114
Qu'est-ce que la performance ?	115
À LIRE <i>Technologie du disque</i>	116
LVM : la gestion des volumes logiques	117
JARGON <i>Transactionnel et cohérence, quelles différences ?</i>	118
B.A.-BA <i>Les différents types de sauvegardes (backups)</i>	119
Étude de cas : analyse d'un serveur MySQL	120
RAPPEL <i>write-through/write-back</i>	123
Mesurer l'activité du serveur	124
Les outils système	124
<i>La commande iostat</i>	125
<i>La commande vmstat</i>	126
<i>Les commandes netstat et mpstat</i>	127
ALTERNATIVE <i>oprofile, dtrace, ftrace et filefrag</i>	127
Outils d'audit : MySQLTuner et mysqlreport	127
ASTUCE <i>Surveiller son serveur à distance</i>	130
Outils d'analyse temps réel : mytop, mtop, innotop et maatkit	131
Évaluer les performances d'un système	131
JARGON <i>Le smoke test, un test aux limites</i>	132
MÉTHODE <i>Dimensionnement : les bons tests</i>	135
Bien dimensionner un système (capacity planning)	136
À SAVOIR <i>La notion de seuil</i>	138
À LIRE <i>La montée en charge matérielle</i>	138
À LIRE <i>Pour aller plus loin dans le domaine</i>	139

CHAPITRE 5

Exploiter les journaux de MySQL **141**

Le journal des erreurs	142
ASTUCE <i>Rotation des journaux avec logrotate</i>	143
Identifier et résoudre les problèmes	143
Modifier le tablespace ou les journaux d'InnoDB	143
Paramètre incorrect dans le fichier de configuration	144
Erreurs liées à la réplication	146
Erreurs diverses	147
ATTENTION <i>Effets de bord de l'option myisam_recover</i>	148
Le journal des requêtes lentes	148
Principe de fonctionnement	148
ATTENTION <i>Effets de bord de l'option log_queries_not_using_indexes</i>	149
ALTERNATIVE <i>Autres outils d'analyse</i>	151
Journaliser dans une table	152

Le journal général des connexions et requêtes	153
Exemples d'utilisations de la journalisation générale ?	154
La journalisation binaire	155
REMARQUE <i>L'option sync_binlog peut avoir un impact sur les performances</i>	155
TRANCHE DE VIE <i>La technique de Point In Time Recovery en pratique</i>	157
REMARQUE <i>Taille du journal binaire en fonction du mode de journalisation</i>	158
Bonnes pratiques	160

CHAPITRE 6

Optimiser sa base de données : du schéma aux requêtes 163

Conception de la base de données	163
Normalisation/dénormalisation	164
BON À SAVOIR <i>La normalisation</i>	164
OUTILS <i>Logiciels de modélisation</i>	165
<i>Ajouter des colonnes dans une table</i>	165
<i>Création de tables d'agrégation</i>	166
<i>Création de schémas orientés</i>	167
Des types de données ajustés	167
MÉTHODE <i>Un type optimal à un moment donné</i>	168
Les jointures	169
Les index	172
Index B-tree	173
B.A.-BA	173
BON À SAVOIR <i>Index Fulltext (Plaintext)</i>	174
Index B+tree	175
BON À SAVOIR <i>La table de hachage</i>	177
Index hash	177
ALTERNATIVE	180
Optimisation des requêtes	181
Connaître l'optimiseur pour mieux le comprendre	181
B.A.-BA <i>La sélectivité</i>	181
BON À SAVOIR <i>Optimiseurs à base de règles ou de coût (cost based ou rules based)</i>	182
La commande EXPLAIN pour analyser l'exécution des requêtes	182
PRATIQUE <i>Visualiser le plan d'exécution d'un DELETE ou d'un UPDATE</i>	183
REMARQUE <i>Attention à la fonction RAND()</i>	185
OUTILS <i>Représentation graphique du plan d'exécution avec Maatkit</i>	186
BON À SAVOIR <i>Optimisation des index et réorganisation des tables</i> <i>avec ANALYSE TABLE et OPTIMIZE TABLE</i>	187
Exemple d'optimisation d'un plan d'exécution	187
<i>Indexer les premiers caractères d'une colonne</i>	189
<i>Index couvrant (covering index)</i>	190

<i>Préfixe d'index (leftmost prefix indexes)</i>	190
BON À SAVOIR <i>Pas de préfixes d'index pour les index hash</i>	190
<i>Taille des index</i>	190
Récapitulatif des bonnes pratiques d'optimisation des requêtes	190
<i>Découper les requêtes complexes en plusieurs plus simples.</i>	191

CHAPITRE 7

Optimiser son serveur MySQL **193**

Tuning serveur : variables de session, variables globales, handlers 193

VOCABULAIRE *Cache et buffer (tampon)* 194

Les variables de session 195

read_buffer_size 195

read_rnd_buffer_size 195

sort_buffer_size 195

join_buffer_size 196

tmp_table_size et *max_heap_table_size* 196

Les variables globales au serveur 196

Le cache de table 196

Le cache de thread 197

Table_locks_immediate et *Table_locks_waited* 198

Aborted_clients 198

Aborted_connects 198

Les handlers 199

Exemple d'optimisation d'une requête. 199

Les droits des utilisateurs 203

Optimisations pour InnoDB, MyISAM et MEMORY 204

Optimisation InnoDB 204

Optimisation MyISAM 205

Cache d'index multiples 206

Optimisation Memory 207

ATTENTION *Limiter la taille des tables* 207

RAPPEL *Limitations du moteur Memory* 207

Le cache de requêtes (query cache) 207

Gestion du cache de requêtes 210

ATTENTION *Taille du cache de requêtes* 210

Le partitionnement 211

Le partitionnement par RANGE 213

Le partitionnement par LIST 214

Le partitionnement par HASH 214

Le partitionnement par KEY 214

Partitionner sur différents disques 215

Partitionner sur différents disques avec MyISAM	215
BON À SAVOIR <i>Évolution du partitionnement</i>	215

CHAPITRE 8

La réplication MySQL 217

Introduction à la réplication	217
Intérêt de la réplication	219
Le dimensionnement horizontal (scale out)	219
La sauvegarde à chaud (hot backup)	219
Le basculement automatique (Failover)	220
Redondance géographique	220
Le cas du décisionnel	220
Tester une nouvelle version de MySQL	220
À l'intérieur de la réplication	221
Mise en place de la réplication	221
Configuration du maître	222
ATTENTION <i>Mot de passe en clair</i>	222
BON À SAVOIR <i>Filtrage des données répliquées</i>	224
Configuration de l'esclave	225
REMARQUE <i>Mettre à jour l'esclave avant le maître</i>	226
ATTENTION <i>Ancienne méthode de configuration</i>	226
Configuration avancée de l'esclave	226
Commandes de la réplication	227
Sur l'esclave	228
ATTENTION <i>Conséquences d'un RESET SLAVE</i>	228
ASTUCE <i>Comment savoir si le serveur esclave a du retard ?</i>	230
<i>La commande SHOW SLAVE STATUS.</i>	231
Sur le maître	232
ASTUCE <i>Déconnexion d'un serveur esclave</i>	232
ATTENTION <i>RESET MASTER peut casser la réplication</i>	233
Problèmes liés à la réplication	233
IO_THREAD stoppé	234
SQL_THREAD stoppé	234
DANGER <i>Ignorer les erreurs peut provoquer des incohérences</i>	235
BON À SAVOIR <i>Tables temporaires et réplication</i>	236
Architectures de réplication avancées	237
REMARQUE <i>MySQL Cluster</i>	237
Dual master en actif/passif	237
DANGER <i>Une réplique n'est pas une sauvegarde</i>	238
<i>Configuration</i>	239
OUTILS <i>Supervision des serveurs</i>	239

<i>Exemple : switchover pour une mise à jour online des serveurs MySQL</i>	239
<i>Récapitulatif</i>	241
ALTERNATIVE <i>Commencer par le maître</i>	241
Dual master en actif/actif	241
<i>Récapitulatif</i>	244
Réplication circulaire (nombre de répliquions > 2)	244
Esclave relais	244
<i>Configuration</i>	246
<i>Récapitulatif</i>	247
Partitionnement adapté au décisionnel	248
<i>Configuration</i>	249
<i>Récapitulatif</i>	250
Bonnes pratiques	250
À SAVOIR <i>Le sharding</i>	252

CHAPITRE 9

Où trouver de l'aide ? 253

Trouver de l'aide en urgence	254
Les ressources internes	254
Les ressources externes	254
Les moteurs de recherche	254
Le support officiel MySQL	254
Les organismes externes	255
Trouver de l'aide hors contexte d'urgence	256
Formations	256
Où poser votre question ?	256
L'association LeMug	256
Les blogs	257
Les forums et mailing-lists MySQL officiels	257
Aller plus loin et enrichir ses connaissances	257
La blogosphère de la communauté	258
Les séminaires web	259
Outils et sources de MySQL	259
La conférence MySQL	259
Les certifications	260

Index..... 261