



# 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
<b>MySQL et la mémoire</b> .....	45
Comment MySQL utilise-t-il la mémoire ? .....	46

## CHAPITRE 3

### **Les moteurs de stockage ..... 49**

<b>Mécanismes d'un moteur de stockage</b> .....	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
<b>Moteurs disponibles : InnoDB, MyISAM, Merge, Memory, Archive</b> .....	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
<b>Connaître et savoir exploiter les outils de surveillance .....</b>	<b>114</b>
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
<b>Étude de cas : analyse d'un serveur MySQL .....</b>	<b>120</b>
RAPPEL <i>write-through/write-back</i> .....	123
<b>Mesurer l'activité du serveur .....</b>	<b>124</b>
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
<b>Évaluer les performances d'un système .....</b>	<b>131</b>
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**

<b>Le journal des erreurs .....</b>	<b>142</b>
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
<b>Le journal des requêtes lentes .....</b>	<b>148</b>
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
<b>BON À SAVOIR</b> <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**

<b>Tuning serveur : variables de session, variables globales, handlers</b> . . . . .	193
<b>VOCABULAIRE</b> <i>Cache et buffer (tampon)</i> . . . . .	194
Les variables de session . . . . .	195
<i>read_buffer_size</i> . . . . .	195
<i>read_rnd_buffer_size</i> . . . . .	195
<i>sort_buffer_size</i> . . . . .	195
<i>join_buffer_size</i> . . . . .	196
<i>tmp_table_size</i> et <i>max_heap_table_size</i> . . . . .	196
Les variables globales au serveur . . . . .	196
<i>Le cache de table</i> . . . . .	196
<i>Le cache de thread</i> . . . . .	197
<i>Table_locks_immediate</i> et <i>Table_locks_waited</i> . . . . .	198
<i>Aborted_clients</i> . . . . .	198
<i>Aborted_connects</i> . . . . .	198
<i>Les handlers</i> . . . . .	199
<i>Exemple d'optimisation d'une requête</i> . . . . .	199
<b>Les droits des utilisateurs</b> . . . . .	203
<b>Optimisations pour InnoDB, MyISAM et MEMORY</b> . . . . .	204
Optimisation InnoDB . . . . .	204
Optimisation MyISAM . . . . .	205
<i>Cache d'index multiples</i> . . . . .	206
Optimisation Memory . . . . .	207
<b>ATTENTION</b> <i>Limiter la taille des tables</i> . . . . .	207
<b>RAPPEL</b> <i>Limitations du moteur Memory</i> . . . . .	207
<b>Le cache de requêtes (query cache)</b> . . . . .	207
Gestion du cache de requêtes . . . . .	210
<b>ATTENTION</b> <i>Taille du cache de requêtes</i> . . . . .	210
<b>Le partitionnement</b> . . . . .	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
<b>CHAPITRE 8</b>	
<b>La réplication MySQL .....</b>	<b>217</b>
<b>Introduction à la réplication</b> .....	217
<b>Intérêt de la réplication</b> .....	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
<b>À l'intérieur de la réplication</b> .....	221
<b>Mise en place de la réplication</b> .....	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
<b>Commandes de la réplication</b> .....	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
<b>Problèmes liés à la réplication</b> .....	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
<b>Architectures de réplication avancées</b> .....	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

<b>Trouver de l'aide en urgence</b> . . . . .	254
Les ressources internes . . . . .	254
Les ressources externes . . . . .	254
Les moteurs de recherche . . . . .	254
Le support officiel MySQL . . . . .	254
Les organismes externes . . . . .	255
<b>Trouver de l'aide hors contexte d'urgence</b> . . . . .	256
Formations . . . . .	256
Où poser votre question ? . . . . .	256
L'association LeMug . . . . .	256
Les blogs . . . . .	257
Les forums et mailing-lists MySQL officiels . . . . .	257
<b>Aller plus loin et enrichir ses connaissances</b> . . . . .	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