Christian Soutou

Apprendre SQL avec MySQL

Avec 40 exercices corrigés

EYROLLES

CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

Du même auteur

C. SOUTOU. – **De UML à SQL**.
N°11098, 2002, 500 pages.

C. SOUTOU. – **SQL pour Oracle –** 2e édition.
N°11697, 2005, 480 pages.

Autour de SQL et MySQL

P. J. PRATT – **Initiation à SQL**.
N°9285, 2001, 328 pages.

A.G. TAYLOR. – **SQL Web Training**.
N°25413, 2002, 428 pages.

R. LENTZNER. – **300 astuces pour SQL et MySQL**.
N°25359, 2001, 254 pages.

M. KOFLER. – **MySQL 5.** ***Guide de l'administrateur et du développeur***.
N°11633, 2005, 672 pages.

J.-M. AQUILINA. – **Aide-mémoire MySQL**.
N°25451, 2002, 384 pages.

J.-M. DEFRANCE. – **PHP/MySQL avec Flash MX 2004**.
N°11468, 2005, 710 pages.

P. CHALÉAT, D. CHARNAY et J.-R. ROUET. – **Les Cahiers du programmeur PHP/MySQL et JavaScript**.
N°11678, 2005, 212 pages.

J.-M. DEFRANCE. – **PHP/MySQL avec Dreamweaver 2004 (best of)**.
N°11709, 2005, 550 pages.

Christian Soutou

Apprendre SQL avec MySQL

Avec 40 exercices corrigés

EYROLLES

ÉDITIONS EYROLLES
61, bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

© Groupe Eyrolles, 2006, ISBN : 2-212-11915-1

Pour Aurélia, mon chat aux yeux si bleus, si verts, si gris.
Pour René et Lydie, Jean et Denise qui sont devenus mes parents.

Table des matières

Remerciements

Je n'ai que deux personnes à remercier. Il s'agit de deux jeunes informaticiens rencontrés au hasard d'un forum. Ils sont talentueux et désintéressés, ce qui devient tellement rare dans ce monde d'individualisme exacerbé. Le premier recherchait un emploi à la période de la rédaction, souhaitons qu'il trouve clavier à ses mains. Le second dirige la rubrique MySQL du site Developpez.com.

Merci, Pierre Caboche, pour la lecture de la première moitié de l'ouvrage, pour tes remarques que j'ai (presque) toutes prises en compte, pour les compléments en ligne à propos des opérateurs ensemblistes dans les requêtes.

Merci, Guillaume Lebur, pour tous tes commentaires de qualité et pour tes corrections à propos de la programmation sous MySQL. Merci pour ton activité et tes tutoriels mis en ligne sur le site de Developpez.com.

Avant-propos

Nombre d'ouvrages traitent de SQL et de MySQL ; certains résultent d'une traduction hasardeuse et sans vocation pédagogique, d'autres ressemblent à des Bottin téléphoniques ou proviennent de la traduction de la documentation officielle en moins bien. Les survivants ne sont peut-être plus vraiment à jour.

Ce livre a été rédigé avec une volonté de concision et de progression dans sa démarche ; il est illustré par ailleurs de nombreux exemples et figures. Bien que la source principale d'informations fût la documentation officielle de MySQL (http://dev.mysql.com/doc), l'ouvrage ne constitue pas un condensé de commandes SQL. Chaque notion importante est introduite par un exemple simple et que j'espère démonstratif. En fin de chaque chapitre des exercices vous permettront de tester vos connaissances.

La documentation en ligne de MySQL (*MySQL 5 Reference Manual*) représente une dizaine de mégaoctets au format HTML. Tous les concepts s'y trouvant ne pourraient pas être ici décemment expliqués, sauf peut-être si cet ouvrage ressemblait à un annuaire. J'ai tenté d'en extraire seulement les aspects fondamentaux sous la forme d'une synthèse.

Vous n'y trouverez donc pas des considérations à propos d'aspects avancés du langage ou du serveur comme l'optimisation de requêtes, la restauration d'une base, la réplication, la version du serveur à partir de laquelle telle ou telle fonction est apparue, etc.

Ce livre résulte de mon expérience de l'enseignement dans le domaine des bases de données en premier, deuxième et troisième cycles universitaires dans des cursus d'informatique à vocation professionnelle (IUT, licences et masters professionnels).

Cet ouvrage s'adresse principalement aux novices désireux de découvrir SQL en programmant sous MySQL.

- Les étudiants et enseignants trouveront des exemples pédagogiques pour chaque concept abordé, ainsi que des exercices thématiques.
- Les développeurs PHP ou Java découvriront des moyens de stocker leurs données.

Guide de lecture

Ce livre s'organise autour de trois parties distinctes mais complémentaires. La première intéressera le lecteur débutant en la matière, car elle concerne les instructions SQL et les notions de base de MySQL. La deuxième partie décrit la programmation avec le langage procédural de MySQL. La troisième partie attirera l'attention des programmeurs qui envisagent d'utiliser MySQL à l'aide d'outils natifs, ou tout en programmant avec des langages évolués ou via des interfaces Web (PHP ou Java).

Première partie : SQL de base

Cette partie présente les différents aspects du langage SQL de MySQL, en étudiant en détail les instructions de base. À partir d'exemples, j'explique notamment comment déclarer, manipuler, faire évoluer et interroger des tables avec leurs différentes caractéristiques et leurs éléments associés (contraintes, index, vues, séquences). Nous étudions aussi SQL dans un contexte multi-utilisateur (droits d'accès), et au niveau du dictionnaire de données.

Deuxième partie : programmation procédurale

Cette partie décrit les caractéristiques du langage procédural de MySQL. Le chapitre 6 traite des éléments de base (structure d'un programme, variables, structures de contrôle, interactions avec la base et transactions). Le chapitre 7 traite des sous-programmes, des curseurs, de la gestion des exceptions, des déclencheurs et de l'utilisation du SQL dynamique.

Troisième partie : langages et outils

Cette partie intéressera les programmeurs qui envisagent d'exploiter une base MySQL en utilisant un langage de programmation. Le chapitre 8 détaille l'API JDBC 3.0 qui permet de manipuler une base MySQL 5 par l'intermédiaire d'un programme Java. Le chapitre 9 décrit les principales fonctions de l'API *mysqli* qui permet d'interfacer un programme PHP 5 avec une base MySQL 5.

Le chapitre 10 synthétise les fonctionnalités de plusieurs outils graphiques tels que *MySQL Administrator*, *MySQL Query Browser* et *phpMyAdmin*. D'autres consoles graphiques d'administration sont étudiées, à savoir *Toad for MySQL*, *Navicat* et *EMS SQL Manager*.

Annexe

L'annexe contient une bibliographie et des adresses Web.

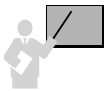
Typographie

La police `courrier` est utilisée pour souligner les instructions SQL, noms de types, tables, contraintes, etc. (ex : `SELECT nom FROM Pilote`).

Les majuscules sont employées pour les directives SQL, et les minuscules pour les autres éléments. Les noms des tables, index, vues, fonctions, procédures… sont précédés d'une majuscule (exemple : la table `CompagnieAerienne` contient la colonne `nomComp`).

Les termes de MySQL (bien souvent traduits littéralement de l'anglais) sont notés en italique, exemple : *trigger*, *table*, *column*, etc.

Dans une instruction SQL, les symboles { } désignent une liste d'éléments, et le symbole « | » un choix (exemple `CREATE { TABLE | VIEW }`. Les symboles « [» et «] » précisent le caractère optionnel d'une directive au sein d'une commande (exemple : `CREATE [UNIQUE|FULLTEXT|SPATIAL] INDEX index_name [USING index_type] ON table_name (index_col_name,…)`).



Ce sigle introduit une définition, un concept ou une remarque importante. Il apparaît soit dans une partie théorique soit dans une partie technique pour souligner des instructions importantes ou la marche à suivre avec SQL.

Ce sigle annonce soit une impossibilité de mise en œuvre d'un concept soit une mise en garde. Il est principalement utilisé dans la partie consacrée à SQL.

J'en profite pour faire passer le message suivant : si vous travaillez en version 4 de MySQL, certaines instructions décrites dans ce livre ne fonctionneront pas. Cet ouvrage n'est pas un guide de référence ! Vous trouverez sur le Web des ressources pour connaître la compatibilité de telle ou telle fonction SQL.

Ce sigle indique que le code source est téléchargeable à partir du site des éditions Eyrolles (www.eyrolles.com). Cela est valable pour les exercices corrigés mais aussi pour tous les exemples du livre.

Ce sigle signale une astuce ou un conseil personnel.

Contact avec l'auteur – Corrigés des exercices

Si vous avez des remarques à formuler sur le contenu de cet ouvrage, n'hésitez pas à m'écrire à l'adresse `soutou@iut-blagnac.fr`. Ne me demandez pas de déboguer votre procédure cataloguée ou d'optimiser une de vos requêtes… Seules les remarques relatives à l'ouvrage trouveront une réponse.

Par ailleurs, un site d'accompagnement de l'ouvrage (*errata*, corrigés des exercices, source des exemples et compléments) est en ligne et accessible via www.editions-eyrolles.com.

Introduction

Dans cette introduction, nous présentons, tout d'abord, le cadre général dans lequel cet ouvrage se positionne (SQL, le modèle de données et l'offre MySQL). Nous décrivons, pour finir, la procédure d'installation de MySQL sous Windows et l'utilisation de l'interface de commande en ligne pour que vous puissiez programmer en SQL dès le chapitre 1.

SQL, une norme, un succès

C'est IBM, *à tout seigneur tout honneur*, qui, avec System-R, a implanté le modèle relationnel au travers du langage SEQUEL (*Stuctured English as QUEry Language*), rebaptisé par la suite SQL (*Structured Query Language*).

La première norme (SQL1) date de 1987. Elle était le résultat de compromis entre constructeurs, mais elle était fortement influencée par le dialecte d'IBM. SQL2 a été normalisée en 1992. Elle définit quatre niveaux de conformité : le niveau d'entrée (*entry level*), les niveaux intermédiaires (*transitional* et *intermediate levels*) et le niveau supérieur (*full level*). Les langages SQL des principaux éditeurs sont tous conformes au premier niveau et ont beaucoup de caractéristiques relevant des niveaux supérieurs. Depuis 1999, la norme est appelée SQL3. Elle comporte de nombreuses parties (concepts objets, entrepôts de données, séries temporelles, accès à des sources non SQL, réplication des données, etc.).

Le succès que connaissent les éditeurs de SGBD relationnels a plusieurs origines et repose notamment sur SQL :

- Le langage est une norme depuis 1986, qui s'enrichit au fil du temps.
- SQL peut s'interfacer avec des langages de troisième génération comme C ou Cobol, mais aussi avec des langages plus évolués comme C++, Java ou C#. Certains considèrent ainsi que le langage SQL n'est pas assez complet (le dialogue entre la base et l'interface n'est pas direct), et la littérature parle de « défaut d'impédance » (*impedance mismatch*).
- Les SGBD rendent indépendants programmes et données (la modification d'une structure de données n'entraîne pas forcément une importante refonte des programmes d'application).
- Ces systèmes sont bien adaptés aux grandes applications informatiques de gestion (architectures type client-serveur et Internet) et ont acquis une maturité sur le plan de la fiabilité et des performances.
- Ils intègrent des outils de développement comme les précompilateurs, les générateurs de code, d'états, de formulaires.

- Ils offrent la possibilité de stocker des informations non structurées (comme le texte, l'image, etc.) dans des champs appelés LOB (*Large Object Binary*).

Nous étudierons les principales instructions SQL de MySQL qui sont classifiées dans le tableau suivant :

Tableau 0-1 Classification des ordres SQL

Ordres SQL	Aspect du langage
`CREATE – ALTER – DROP - RENAME – TRUNCATE`	Définition des données (LDD)
`INSERT – UPDATE – DELETE - LOCK TABLE`	Manipulation des données (LMD)
`SELECT`	Interrogation des données (LID)
`GRANT – REVOKE – COMMIT – ROLLBACK – SAVEPOINT - SET TRANSACTION`	Contrôle des données (LCD)

Modèle de données

Le modèle de données relationnelles repose sur une théorie rigoureuse bien qu'adoptant des principes simples. La table relationnelle (*relational table*) est la structure de données de base qui contient des enregistrements appelés aussi « lignes » (*rows*). Une table est composée de colonnes (*columns*) qui décrivent les enregistrements.

Tables et données

Considérons la figure suivante qui présente deux tables relationnelles permettant de stocker des compagnies, des pilotes et le fait qu'un pilote soit embauché par une compagnie :

Figure 0-1 *Deux tables*

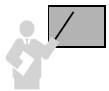
`Compagnie`

comp	nrue	rue	ville	nomComp
AF	10	Gambetta	Paris	Air France
SING	7	Camparols	Singapour	Singapore AL

`Pilote`

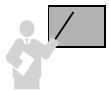
brevet	nom	nbHVol	*compa*
PL-1	Louise Ente	450	AF
PL-2	Jules Ente	900	AF
PL-3	Paul Soutou	1000	SING

Les clés



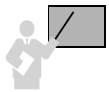
La clé primaire (*primary key*) d'une table est l'ensemble minimal de colonnes qui permet d'identifier de manière unique chaque enregistrement.

Dans la figure précédente, les colonnes « clés primaires » sont notées en gras. La colonne `comp` représente le code de la compagnie et la colonne `brevet` décrit le numéro du brevet.



Une clé est dite « candidate » (*candidate key*) si elle peut se substituer à la clé primaire à tout instant. Une table peut contenir plusieurs clés candidates ou aucune.

Dans notre exemple, les colonnes `nomComp` et `nom` peuvent être des clés candidates si on suppose qu'aucun homonyme n'est permis.



Une clé étrangère (*foreign key*) référence dans la majorité des cas une clé primaire d'une autre table (sinon une clé candidate sur laquelle un index unique aura été défini). Une clé étrangère est composée d'une ou de plusieurs colonnes. Une table peut contenir plusieurs clés étrangères ou aucune.

Dans notre exemple, la colonne `compa` (notée en italique dans la figure) est une clé étrangère, car elle permet de référencer un enregistrement unique de la table `Compagnie` via la clé primaire `comp`.

Le modèle relationnel est ainsi fondamentalement basé sur les valeurs. Les associations entre tables sont toujours binaires et assurées par les clés étrangères. Les théoriciens considèrent celles-ci comme des pointeurs logiques. Les clés primaires et étrangères seront définies dans les tables en SQL à l'aide de contraintes.

MySQL

MySQL est à la fois le nom du SGBD et le nom de la société (qui se nomme en fait MySQL AB, décrite sur http://www.mysql.com) dont le siège se trouve en Suède à Uppsala – compter une cinquantaine de kilomètres au nord de Stockholm. Selon leurs dires, leur serveur de données, qui est écrit en C et C++, serait installé de façon opérationnelle sur plus de six millions de sites. D'un point de vue coût, l'utilisation du SGBD sur des projets importants (entre 250 000 € et 500 000 €) ferait économiser 90 % sur le prix des licences du serveur, 60 % sur les ressources système, 70 % sur le prix du matériel, 50 % sur les tâches d'administration et de support.

Par analogie avec les systèmes d'exploitation, depuis 1999, MySQL connaît le succès de Linux. Téléchargée près d'un million de fois en trois semaines (en octobre 2005), la version *production* de MySQL doit sa popularité du fait de son caractère *open source*, de ses fonctionnalités de plus en plus riches, de ses performances, de son ouverture à tous les principaux langages du marché, de son fonctionnement sur les systèmes les plus courants (les distributions classiques de Linux, Windows, Mac OS, BSD, Novell et les dérivés d'Unix) et de sa facilité d'utilisation pour des applications Web de taille moyenne.

Un peu d'histoire

Le tableau suivant résume l'historique des fonctionnalités importantes du serveur de données MySQL. Une version majeure comme 3.23 se décline au fil des mois en différentes sous-versions, en fonction des diverses phases de développement :

- *alpha* correspond à la phase active, de nouvelles fonctionnalités sont ajoutées.
- *bêta* correspond à l'implémentation des nouvelles fonctionnalités de la phase *alpha*, sans apport important de code.
- *gamma* correspond au terme *release candidate* (après résolution des bugs de la version *bêta*).
- *production* est l'étape suivante aussi appelée GA (*Generally Available*). Les bugs sont résolus s'ils ne modifient pas le comportement général du serveur.
- *old* correspond à la précédente version de production (par rapport à la courante).

Ainsi, en septembre 2005, la version 4.1.14 était mise en production et en octobre 2005, la version 5.0 l'était aussi.

Tableau 0-2 Dates importantes pour MySQL

Année – versions	Caractéristiques principales
1999 – 3.23.*x*	Réplication – Recherches textuelles – Transactions et Intégrité référentielle tables InnoDB (2002 – 3.23.44)
2001 – 4.0.*x*	Cache de requêtes – Sécurisation SSL – Sauvegarde à chaud
2003 – 4.1.*x*	Support de Unicode – Données géographiques – SQL dynamique
2004 – 5.0.*x*	Vues – Curseurs – Procédures cataloguées – Déclencheurs – Dictionnaire des données – Transactions distribuées (XA)
À venir – 5.1.*x*	Jointure externe – Contraintes `CHECK` – Sauvegarde à chaud et Intégrité référentielle tables MyISAM

Ce qui est planifié à moyen terme concerne un enrichissement général des commandes SQL, la prise en compte des types manquants de SQL2 et de ODBC3, la programmation des requêtes hiérarchiques (interrogation de structures en arbres) en s'inspirant de ce qu'a fait Oracle en la matière (directive `CONNECT BY` dans un `SELECT`).

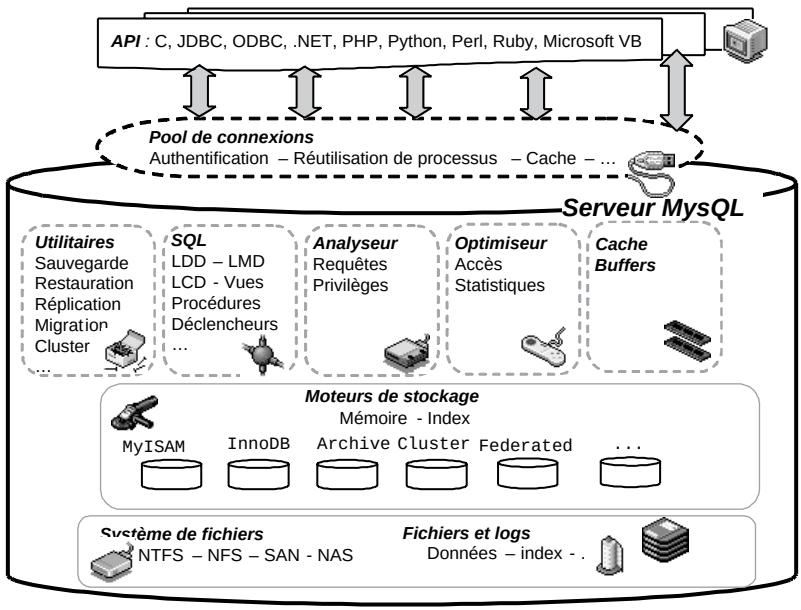
Ce qui n'est pas encore planifié reste la prise en charge du stockage de données au format XML et les extensions objets de SQL3 (principalement les types abstraits, les héritage et les méthodes).

Les changements opérés sont présentés en détail et par version à l'adresse http://dev.mysql.com/doc/refman/*x.y*/en/news.html (*x.y* étant le numéro de version majeure, par exemple actuellement 5.1)

Offre du moment

La figure suivante (merci au passage à http://www.iconarchive.com) présente la majeure partie des fonctionnalités de MySQL qui se positionnent au sein du serveur de données (SGBD).

Figure 0-2 *Offre MySQL*



Les API permettent d'intégrer SQL dans des programmes de différents langages. Le langage SQL sera utilisé par tous ceux (manuellement ou par un outil) travaillant sur la base de données (administrateur, développeur, utilisateur). Le langage procédural de MySQL permet d'incorporer nativement tout ordre SQL dans un programme.

Concrètement, une fois téléchargé et installé, vous avez accès à un SGBD, un client en mode texte (interface de commande). Les pilotes ODBC, JDBC, API pour les langages C et C++, et les outils *MySQL Administrator*, *MySQL Query Browser*, et *MySQL Migration Toolkit* sont à télécharger puis à installer séparément.

Licences

Deux types de licences sont proposés par MySQL : commerciale et GPL. Dans le cadre d'un développement d'application entièrement sous licence GPL, MySQL est gratuit. Il en va de même s'il n'est pas copié, modifié, distribué ou employé pour une utilisation en combinaison avec un serveur Web (si vous développez l'application Web vous-même).

Dans tous les autres cas, il est nécessaire d'obtenir une licence commerciale. Par exemple, si vous incluez un serveur MySQL ou des pilotes MySQL dans une application non *open source*.

Et la concurrence ?

Elle fait rage. Deux types de concurrents : ceux qui sont dans le domaine de l'*open source* et ceux qui engrangent des dollars à tour de bras.

Dans la première catégorie, citons principalement Interbase 6 et Firebird de Borland, PostgreSQL et Berkeley DB.

Dans la seconde, on trouvera 4D, Filemaker, IBM (*DB2, UDB*), Informix, Microsoft (*SQL Server, Access*), Oracle et Sybase (*Adaptive Server, SQL Anywhere Studio*). Depuis peu, les grands éditeurs s'ouvrent à la distribution gratuite. Ces produits nécessitent de solides configurations, ce que n'exigent pas les éditeurs de la première catégorie :

- Fin 2004, Microsoft proposait *SQL Server 2005 Express Edition* qui est limité d'un seul CPU, 1 Go de mémoire et 4 Go de données.
- Fin 2004, Sybase offrait *ASE Express Edition*. Plusieurs instances peuvent cohabiter sur une machine tout en n'utilisant pas plus d'un processeur, moins de 2 Go de RAM et pas plus de 5 Go de données.
- Oracle annonçait, en novembre 2005, une version gratuite avec *Oracle Database XE* (*Express Edition*). Version toutefois « limitée » à un processeur, moins de 1 Go de RAM, une seule instance par système et pas plus de 4 Go de données.
- Peu de temps avant, IBM avait aussi annoncé une licence gratuite de *DB2 Express*. Pas plus de deux processeurs et moins de 4 Go de RAM.

Tout le monde est donc sur les rangs. La guerre des versions n'est donc pas finie. Bien malin qui pourra prédire qui gagnera sur ce terrain.

Notion de schéma (database)

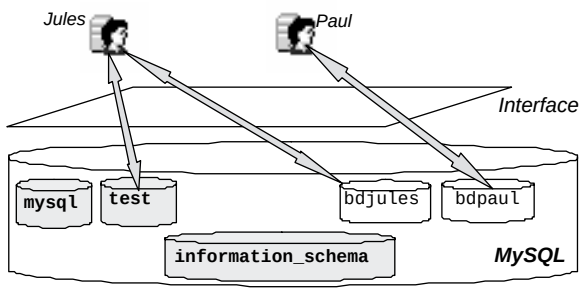
MySQL appelle *database* un regroupement logique d'objets (tables, index, vues, déclencheurs, procédures cataloguées, etc.) pouvant être stockés à différents endroits de l'espace disque. Je ferai donc souvent référence au terme « base de données » pour parler de cette notion.

On peut aussi assimiler ce concept à la notion de schéma, pour ceux qui connaissent Oracle. Là où MySQL et d'autres SGBD diffèrent, c'est sur la notion d'utilisateur (*user*).

- Pour tous, un utilisateur sera associé à un mot de passe pour pouvoir se connecter et manipuler des tables (s'il en a le droit, bien sûr).
- Pour MySQL, il n'y a pas de notion d'appartenance d'un objet (table, index, etc.) à un utilisateur. Un objet appartient à son schéma (*database*). Ainsi, deux utilisateurs distincts (`Jules` et `Paul`) se connectant sur la même base (*database*) ne pourront pas créer chacun une table de nom `Compagnie`. S'ils doivent le faire, ce sera dans deux bases différentes (`bdjules` et `bdpaul`).
- Pour Oracle ou d'autres SGBD, chaque objet appartient à un schéma (*user*). Ainsi, deux utilisateurs distincts `Jules` et `Paul` se connectant à la base (qui est un ensemble de schémas) pourront créer chacun une table de nom `Compagnie` (la première sera référencée `Jules.Compagnie`, la seconde `Paul.Compagnie`).

La figure suivante illustre deux utilisateurs travaillant sur différentes bases par une interface qui peut être la fenêtre de commande en ligne (dans la majeure partie des enseignements), ou un langage de programmation comme C, Java ou PHP (utilisation d'une API). Notez déjà l'existence de trois bases initiales (`mysql`, `test` et `information_schema`) que nous détaillerons au chapitre 5.

Figure 0-3 *Notions de base et d'utilisateur MySQL*



Notion d'hôte

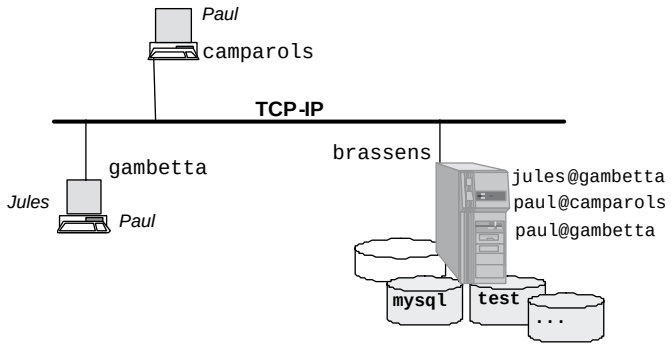
MySQL dénomme *host* la machine hébergeant le SGBD. MySQL diffère aussi à ce niveau des autres SGBD, car il est possible de distinguer des accès d'un même utilisateur suivant qu'il se connecte à partir d'une machine ou d'une autre. La notion d'identité est basée sur le couple nom d'utilisateur MySQL (*user*) côté serveur, machine cliente.

Identités

Ainsi l'utilisateur `Paul`, se connectant depuis la machine `camparols`, peut ne pas être le même que celui se connectant depuis la machine `gambetta`. S'il s'agit du même, il faudra, au niveau du serveur, éventuellement composer un ensemble de prérogatives équivalent pour les deux accès (voir le chapitre 5). S'il s'agit de deux personnes différentes, il faudra distinguer

les attributions des différents droits. La figure suivante illustre le fait que deux utilisateurs peuvent se connecter par deux accès différents. Trois identités seront donc à prévoir côté serveur.

Figure 0-4 *Notion d'hôte MySQL*



Nous verrons au chapitre 5 comment configurer le serveur et les clients. Nous étudierons au chapitre 9 des outils graphiques d'aide à l'administration.

Accès à MySQL

Une fois que vous aurez installé MySQL sur votre ordinateur, vous serez libre de choisir l'accès qui vous convient. Ce livre utilise essentiellement l'interface de commande en ligne fournie avec le SGBD, mais aussi Java via JDBC, et le navigateur Web au travers de PHP.

Aspects étudiés

Nous n'étudierons pas tous les éléments d'une base, car certains sont assez spécifiques et sortent du cadre traditionnel de l'enseignement, même supérieur. Le tableau suivant indique dans quel chapitre du livre les principaux éléments d'un schéma sont étudiés :

Tableau 0-3 Éléments d'une base MySQL

Éléments étudiés – Chapitre	Aspects non étudiés
Déclencheurs (*triggers*) – 7 Fonctions et procédures – 7 Tables et index – 1 Séquences – 2, 5 Vues (*views*) et utilisateurs – 5	Clusters – Moteurs de stockage (*storage engine*) – Partitionnement – Données spatiales

Mise en œuvre de MySQL (sous Windows)

Si tout se passe bien, comptez quelques minutes pour installer MySQL. Je vous conseille toutefois de créer un point de restauration Windows pour pouvoir revenir à votre dernière bonne configuration connue. Extraire l'archive téléchargée sur le site officiel de MySQL AB (http://dev.mysql.com/downloads/) dans un répertoire temporaire (exemple : `C:\Temp`), puis exécuter `Setup.exe`.

Installation

Le premier choix est donné pour le type d'installation : typique, complète et personnalisée – choisir typique dans un premier temps.

Le deuxième écran vous invite à vous enregistrer – ce n'est pas obligatoire, mais conseillé toutefois pour saluer l'énorme travail fait par ces jeunes informaticiens de génie (voilà, la pommade est passée).

La suite concerne la configuration du serveur de données (choisir la configuration détaillée pour suivre les différentes étapes et mieux comprendre le paramétrage de votre serveur).

- L'assistant propose en premier lieu de déterminer le type de votre serveur (machine de développement, serveur ou machine dédiée). J'ai opté pour le premier choix.
- Choissisez ensuite le type de base de données que vous comptez exploiter (multifonction, mode transactionnel seulement ou jamais transactionnel). J'ai opté pour le premier choix.
- Déterminez ensuite le répertoire qui contiendra les données des bases *InnoDB* (c'est le type de tables que nous utiliserons dans cet ouvrage, car étant le seul, dans cette version, à prendre en charge les clés étrangères). J'ai opté pour le choix par défaut.
- Choissisez ensuite l'option qui convient à votre utilisation (en fonction du nombre de connexions). J'ai opté pour le premier choix (vingt connexions maximum).
- Il est ensuite possible de modifier le port UDP d'écoute (par défaut 3306) et le mode comportemental du serveur par rapport à la syntaxe des instructions SQL. J'ai opté pour le premier choix (mode strict).
- Attention à ne pas sélectionner un jeu de caractères japonais dans l'écran qui arrive. J'ai opté pour les choix par défaut (*West European* et `latin1`).
- L'écran suivant permet de déclarer MySQL comme un service Windows (qu'on pourra arrêter via le panneau de configuration plutôt qu'avec une belle commande en ligne, ou par un Ctrl-Alt-Suppr bien connu des bidouilleurs…). Penser aussi à inclure dans le *path* le chemin de l'exécutable `mysql` de manière à pouvoir lancer une connexion en ligne de commande. Il vous suffit de cocher la case appropriée.
- Saisissez un mot de passe pour root ; vous pouvez aussi créer un compte anonyme (connexion fantôme sans utilisateur ni mot de passe).

Après avoir validé la demande d'exécution (bouton `Execute`), quelques secondes vont s'écouler avant qu'on vous invite à terminer l'installation.

Voilà, MySQL est installé. Si ce n'est pas le cas, la section suivante vous aidera sûrement. Dernière chose, si vous n'utilisez pas souvent MySQL, pensez à arrêter et à positionner sur `Manuel` le service (ce n'est pas pour l'espace qu'il occupe : 10 Mo en RAM).

Pour modifier une configuration existante, vous trouverez un assistant dans `Démarrer/MySQL/…/MySQL Server Instance Wizard`.

Désinstallation

Pour supprimer une configuration, vous trouverez un assistant dans `Démarrer/Tous les programmes/MySQL/…/MySQL Server Instance Wizard`, choix `Remove Instance`. Cependant le répertoire installé par défaut dans `Program Files` reste sur le disque (compter une centaine de méga-octets). De même qu'en ce qui concerne les entrées dans le menu `Démarrer`, je ne parle pas de la base de registres qui est inchangée…

Dans *Panneau de configuration*, `Ajout/Suppression de programmes`, supprimer *MySQL Server*. Il reste encore des choses dans la base de registres. Le répertoire `MySQL` sous `Program Files` a diminué de taille, mais il est toujours présent. Une fois que tout est fait, redémarrez votre machine et reprenez l'installation initiale. Prudence si vous modifiez les chemins des répertoires des données entre plusieurs installations.

Reconfiguration

En relançant une installation, il vous est donné d'ajouter des composants (option `Modify`) si vous n'avez pas fait une installation complète au début. Vous avez aussi la possibilité de « réparer » (option `Repair`) une configuration existante.

Premiers pas

La procédure suivante va guider vos premiers pas pour travailler sous cette interface d'une manière « professionnelle ». Il s'agit de stocker vos fichiers de commande qui pourront servir à différentes actions (créations de tables, de vues ou d'utilisateurs, insertions, modifications ou suppressions d'enregistrements, élaboration de requêtes, de procédures cataloguées, etc.).

L'interface de commande

L'interface de commande en ligne porte le nom du SGBD (`mysql`). Cette interface ressemble à une fenêtre DOS ou `telnet` et permet de dialoguer de la plus simple façon avec la base de données. L'utilisation peut être interactive ou « *batch* ». Quand l'utilisation est interactive

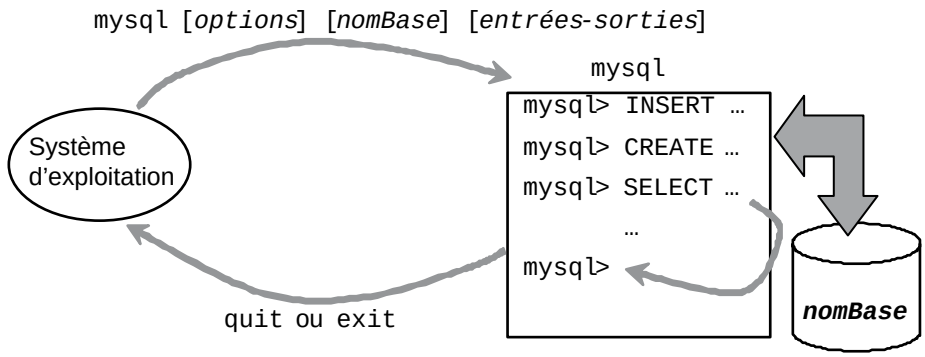
(c'est le mode le plus courant), le résultat des extractions est présenté sous une forme tabulaire au format ASCII.

Vous verrez qu'il est notamment possible :

- d'exécuter des instructions SQL (créér des tables, manipuler des données, extraire des informations, etc.) ;
- de compiler des procédures cataloguées et des déclencheurs ;
- de réaliser des tâches d'administration (création d'utilisateurs, attribution de privilèges, etc.).

Le principe général de l'interface est le suivant : après une connexion locale ou distante, des instructions sont saisies et envoyées à la base qui retourne des résultats affichés dans la même fenêtre de commande.

Figure 0-5 *Principe général de l'interface de commande en ligne*



N'ayez pas honte de bien maîtriser cette interface au lieu de connaître toutes les options d'un outil graphique (comme *PhpMyAdmin*, *MySQL Administrator* ou autre). Il vous sera toujours plus facile de vous adapter aux différents boutons et menus, tout en connaissant les instructions SQL, que l'inverse.

Imaginez-vous un jour à Singapour sur une machine ne disposant pas d'outils graphiques, que le client vous demande la réduction que vous pouvez lui faire sur la vente d'une piscine intérieure d'un Airbus A380 et que vous devez interroger (ou mettre à jour) une table sur le serveur du siège social à Blagnac. Vous ne savez pas vous servir de l'interface en ligne : vous n'êtes pas un vrai informaticien !

Création d'un utilisateur

Vous allez maintenant créer un utilisateur MySQL. Ouvrez le fichier `premierPas.sql` qui se trouve dans le répertoire `Introduction`, à l'aide du bloc-notes (ou d'un éditeur de texte de votre

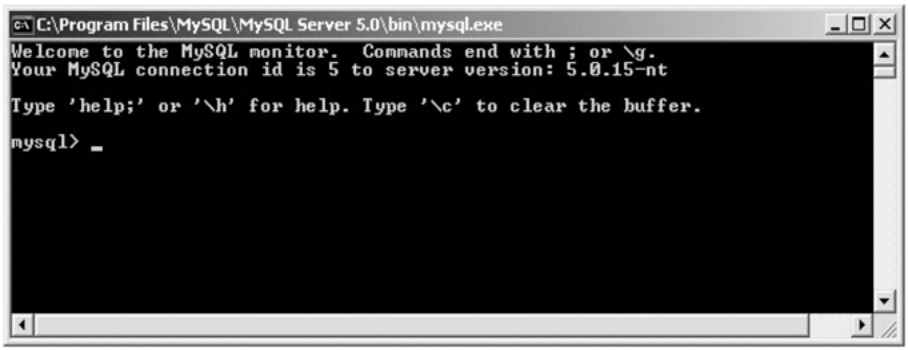
choix). Changez « `util` » par le nom de l'utilisateur à créer (modifiez aussi le nom de la base). Vous pouvez changer le mot de passe si vous voulez. Enregistrez ce fichier dans un de vos répertoires.

Connexion au serveur

Dans une fenêtre de commande Windows, Linux (ou autre), lancer l'interface en ligne en connectant l'utilisateur `root` avec le mot de passe que vous avez donné lors de l'installation.

```
mysql --user=root -p
```

Figure 0-6 *Interface en mode ligne de commande*



Une fois connecté, par copier-coller (en effectuant un clic droit dans la fenêtre de commande MySQL), exécutez une à une les différentes instructions (création de la base, de l'utilisateur, des privilèges et déconnexion de `root`). Nous étudierons au chapitre 5 les notions élémentaires de droits et de sécurité. Les lignes précédées de « -- » sont des commentaires.

Voilà, votre utilisateur (*util*) est créé, il peut se connecter et il possède toutes les prérogatives sur la base (*bdutil*) pour exécuter les instructions décrites dans cet ouvrage. Pour tester votre connexion, lancez la commande suivante qui se connecte au serveur sur la base *bdutil*, sous l'utilisateur *util*.

```
mysql --user=util --host=localhost -p --database=bdutil
```

Vérification de la version

Pour contrôler la version du serveur sur lequel vous êtes connecté, exécutez la connexion-déconnexion suivante dans une fenêtre de commande Windows, Linux (ou autre).

```
mysql --version
```

Si vous êtes déjà connecté, la commande « `SELECT VERSION();` » vous renseignera également à propos de la version du SGBD. Si vous n'êtes pas en version 5, il vous sera impossible de travailler avec des procédures cataloguées, vues et déclencheurs. Pour ma part lors de la rédaction de cet ouvrage, cette commande a renvoyé le résultat suivant :

```
+-----------+
| VERSION() |
+-----------+
| 5.0.15-nt |
+-----------+
```

Options de base

Les principales options au lancement de `mysql` sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 0-4 Principales options de la commande mysql

Option	Commentaire
`--help` ou `-?`	Affiche les options disponibles, l'état des variables d'environnement et rend la main.
`--batch` ou `-B`	Toute commande SQL peut être lancée dans la fenêtre de commande système sans pour autant voir l'invite ; les résultats (colonnes) sont séparés par des tabulations.
`--database=`*`nomBD`* ou `–D` *`nomBD`*	Sélection de la base de données à utiliser après la connexion.
`--host=`*`nomServeur`* ou `-h` *`nomServeur`*	Désignation du serveur.
`--html` ou `-H`	Formate le résultat des extractions en HTML.
`--one-database` ou `-O`	Restreint les instructions à la base de données spécifiée initialement.
`-p`	Demande le mot de passe sans l'employer en tant que paramètre.
`--password=`*`motdePasse`*	Transmission du mot de passe de l'utilisateur à connecter. Évitez cette option et préférez la précédente…
`--prompt=`*`parametre`*	Personnalise l'invite de commande (par défaut `mysql>`).
`--silent` ou `-s`	Configure le mode silence pour réduire les messages de MySQL.
`--skip-column-names` ou `-N`	N'écrit aucun en-tête de colonne pour les résultats d'extraction.
`--table` ou `-t`	Formate le résultat des extractions en tables à en-tête de colonne (par défaut dans le mode interactif).
`--tee=`*`cheminNomFichier`*	Copie la trace de toute la session dans le fichier que vous indiquez.
`--user=`*`utilisateur`* ou `-u` *`utilisateur`*	Désigne l'utilisateur devant se connecter.
`--verbose` ou `-v`	Mode verbeux pour avoir davantage de messages du serveur.
`--version` ou `-V`	Affiche la version du serveur et rend la main.
`--vertical` ou `-E`	Affiche les résultats des extractions verticalement (non plus en lignes horizontales).
`--xml` ou `-X`	Formate le résultat des extractions en XML. Les noms de balises générées sont `<resultset>` pour la table résultat, `<row>` pour chaque ligne et `<field>` pour les colonnes.

Ces options peuvent se combiner en les séparant simplement par un espace (exemple : `mysql --tee=D:\\dev\\sortiemysql.txt --database=bdsoutou` va se connecter anonymement à la base `bdsoutou` en inscrivant le contenu de la trace de la session dans le fichier `sortiemysql.txt` situé dans le répertoire `D:\dev`).

Le tableau suivant résume les principaux paramètres pour afficher les invites de commande (relatives à l'option `prompt`).

Tableau 0-5 Principales options de l'invite de commandes

Option	Commentaire
`\v`	Version du serveur.
`\d`	Base de données en cours d'utilisation.
`\h`	Nom du serveur.
`\u`	Nom d'utilisateur.
`\U`	Nom d'utilisateur long (au format *nom@serveur*).
`\_`	Un espace.
`\R`	Heure (0 à 23).
`\m`	Minutes.
`\s`	Secondes.
`\Y`	Année sur quatre chiffres.
`\D`	Date en cours.
`\c`	Compteur d'instructions.

Batch

Pour lancer plusieurs commandes regroupées dans un fichier à extension « `.sql` », il faut préciser le chemin du fichier et celui qui contiendra les éventuels résultats (c'est du « brut de décoffrage » !). Ainsi, l'instruction suivante exécute dans la base `bdsoutou`, sous l'autorité de l'utilisateur `soutou`, les commandes contenues dans le fichier `Testbatch.sql` situé dans le répertoire `D:\dev` (notez l'utilisation du double *back-slash* pour désigner une arborescence Windows). Le résultat sera consigné dans le fichier `sortie.txt` du même répertoire.

```
mysql --user=soutou --password=iut bdsoutou
                  <D:\\dev\\Testbatch.sql >D:\\dev\\sortie.txt
```

Votre prompt, et vite !

L'exécution de l'instruction « `mysql --prompt="(\u@\h) [\d]> " --user=root –p` » dans une fenêtre de commande *shell* ou *DOS* connectera l'utilisateur root en lui demandant son mot de passe. L'invite de commande à l'affichage sera de la forme suivante :

`(root@localhost) [bdsoutou]>` une fois que `root` aura sélectionné la base `bdsoutou` (par la commande « `use nombase`; »).

Configurez votre invite de commande SQL dans le fichier de configuration `my.ini` situé en principe dans le répertoire `C:\Program Files\MySQL\MySQL Server xx` de la manière qui vous convient le plus.

Pour ma part, j'ai ajouté les deux lignes suivantes sous la section `[mysql]` elle-même située sous l'étiquette `[client]`.

```
#mon prompt
prompt=(\\u@\\h) [\\d]\\_mysql>\\_
```

Une fois le serveur redémarré, en considérant que votre compte s'appelle **`util`**, toutes vos commandes SQL devraient en principe être préfixées de la syntaxe suivante :

```
(util@localhost) [bdutil] mysql>
```

Commandes de base

Une fois connecté, vous pouvez utiliser des commandes ou faire des copier-coller d'un éditeur de texte dans l'interface `mysql` (ce moyen de faire correspond plus à un environnement de test qui conviendra à l'apprentissage). Le tableau suivant résume les principales instructions pour manipuler le *buffer* d'entrée de l'interface.

Tableau 0-6 Commandes de base du buffer d'entrée

Commande	Commentaire
?	Affichage des commandes disponibles.
`delimiter` *`chaîne`*	Modifie le délimiteur (par défaut « `;` »).
`use` *`nomBase`*	Rend une base de données courante.
`prompt` *`chaîne`*	Modifie l'invite de commande avec les paramètres vus précédemment.
`quit ou exit`	Quitte l'interface.
`source` *`cheminNomFichier.sql`*	Charge et exécute dans le buffer le contenu du *`cheminNomFichier.sql`* (ex : `source D:\\dev\\Testbatch.sql` exécutera le script `Testbatch.sql` situé dans `D:\dev`).
`tee` *`nomFichierSortie`*	Création `nomFichierSortie` dans le répertoire `C:\Program Files\MySQL\MySQL Server n.n\bin` qui contiendra la trace de la session.

La commande `source` est très utile pour éviter les copier-coller de trop nombreuses instructions.

Partie I

SQL de base

Chapitre 1

Définition des données

Ce chapitre décrit les instructions SQL qui constituent l'aspect LDD (langage de définition des données). À cet effet, nous verrons notamment comment déclarer une table avec ses éventuels index et contraintes.

Tables relationnelles

Une table est créée en SQL par l'instruction `CREATE TABLE`, modifiée au niveau de sa structure par l'instruction `ALTER TABLE` et supprimée par la commande `DROP TABLE`.

Création d'une table (CREATE TABLE)

Pour pouvoir créer une table dans votre base, il faut que vous ayez reçu le privilège `CREATE`. Le mécanisme des privilèges est décrit au chapitre 5.

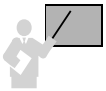
La syntaxe SQL simplifiée est la suivante :

```
CREATE [TEMPORARY] TABLE [IF NOT EXISTS] [nomBase.]nomTable
    ( colonne1 type1
              [NOT NULL | NULL] [DEFAULT valeur1] [COMMENT 'chaine1']
     [, colonne2 type2
             [NOT NULL | NULL] [DEFAULT valeur2] [COMMENT 'chaine2'] ]
     [CONSTRAINT nomContrainte1 typeContrainte1] ...)
     [ENGINE= InnoDB | MyISAM | ...];
```

- `TEMPORARY` : pour créer une table qui n'existera que durant la session courante (la table sera supprimée à la déconnexion). Deux connexions peuvent ainsi créer deux tables temporaires de même nom sans risquer de conflit. Il faut posséder le privilège `CREATE TEMPORARY TABLES`.
- `IF NOT EXISTS` : permet d'éviter qu'une erreur se produise si la table existe déjà (si c'est le cas, elle n'est aucunement affectée par la tentative de création).
- *`nomBase`* : (jusqu'à 64 caractères permis dans un nom de répertoire ou de fichier sauf « / », « \ » et « . ») s'il est omis, il sera assimilé à la base connectée. S'il est précisé, il

désigne soit la base connectée soit une autre base (dans ce cas, il faut que l'utilisateur courant ait le droit de créér une table dans l'autre base). Nous aborderons ces points dans le chapitre Contrôle des données et nous considérerons jusque-là que nous travaillons dans la base courante (ce sera votre configuration la plupart du temps).

- *nomTable* : mêmes limitations que pour le nom de la base.
- *colonnei typei* : nom d'une colonne (mêmes caractéristiques que pour les noms des tables) et son type (INTEGER, CHAR, DATE…). Nous verrons quels types sont disponibles sous MySQL. La directive DEFAULT fixe une valeur par défaut. La directive NOT NULL interdit que la valeur de la colonne soit nulle.



NULL représente une valeur qu'on peut considérer comme non disponible, non affectée, inconnue ou inapplicable. Elle est différente d'un espace pour un caractère ou d'un zéro pour un nombre.

- COMMENT : (jusqu'à 60 caractères) permet de commenter une colonne. Ce texte sera ensuite automatiquement affiché à l'aide des commandes SHOW CREATE TABLE et SHOW FULL COLUMNS (voir le chapitre 5).
- *nomContraintei typeContraintei* : nom de la contrainte et son type (clé primaire, clé étrangère, etc.). Nous allons détailler dans le paragraphe suivant les différentes contraintes possibles.
- ENGINE : définit le type de table (par défaut InnoDB, bien adapté à la programmation de transactions et adopté dans cet ouvrage). MyISAM correspond au type par défaut des versions 3, parfaitement robuste, mais ne supportant pas pour l'heure l'intégrité référentielle. D'autres types existent, citons MEMORY pour les tables temporaires, ARCHIVE, etc.
- « ; » : symbole par défaut qui termine une instruction MySQL en mode ligne de commande (en l'absence d'un autre délimiteur).

Délimiteurs

En mode ligne de commande, il est possible (par la directive delimiter) de choisir le symbole qui terminera chaque instruction. Dans l'exemple suivant on choisit le dollar ; au cours de l'ouvrage nous resterons avec le symbole par défaut de MySQL à savoir « ; ».

```
delimiter $
CREATE TABLE Test (t CHAR(8))$
```

Sensibilité à la casse

Alors que MySQL est sensible par défaut à la casse (au niveau des noms de base et de table) dans la plupart des distributions Unix, il ne l'est pas pour Windows ! En revanche, concernant les noms de colonnes, index, alias de colonnes, déclencheurs et procédures cataloguées,

MySQL n'est pas sensible à la casse tous systèmes confondus. En fait, tous ces noms sont stockés en minuscules dans le dictionnaire de données.

La variable `lower_case_table_names` permet de forcer la sensibilité à la casse pour les noms des tables et des bases de données (si elle vaut 0, la sensibilité à la casse est active et les noms sont stockés en minuscules ; 1, pas de sensibilité à la casse et les noms sont stockés en minuscules ; 2, pas de sensibilité à la casse et les noms sont stockés en respectant la casse).

Je vous invite à positionner cette variable à 0 de manière à homogénéiser le codage et à contrôler un peu plus l'écriture de vos instructions SQL. De plus, c'est l'option par défaut sur Linux. Dans le fichier `my.ini`, sous la section serveur identifiée par [`mysqld`], ajouter la ligne et le commentaire suivants :

```
# Rend sensible à la CASSE les noms de tables et de database
lower_case_table_names=0
```

Refusez ce type de programmation (rendue impossible d'ailleurs si la variable `lower_case_table_names` est positionnée à 0).

```
mysql> SELECT * FROM Avion WHERE AVION.capacite > 150;
```

Par ailleurs, la casse devrait toujours avoir (quel que soit le SGBD concerné) une incidence majeure dans les expressions de comparaison entre colonnes et valeurs, que ce soit dans une instruction SQL ou un test dans un programme.

Ainsi l'expression « `nomComp='Air France'` » a la même signification que l'expression « `nomComp='AIR France'` » avec MySQL ! Horreur, oui.

Donc, si vous désirez vérifier la casse au sein même des données, il faudra utiliser la fonction `BINARY()` qui convertit en bits une expression. En effet, « `BINARY('AIR France')` » est différent de « `BINARY('Air France')` » et « `BINARY(nomComp)=BINARY('Air France')` » renverra vrai en respectant la casse.

Commentaires

Dans toute instruction SQL (déclaration, manipulation, interrogation et contrôle des données), il est possible d'inclure des retours chariot, des tabulations, espaces et commentaires (sur une ligne précédée de deux tirets « `- -` », en fin de ligne à l'aide du dièse « # », au sein d'une ligne ou sur plusieurs lignes entre « `/*` » et « `*/` »). Les scripts suivants décrivent la déclaration d'une même table en utilisant différentes conventions :

Tableau 1-1 Différentes écritures SQL

Sans commentaire	Avec commentaires
`CREATE TABLE Test(colonne DECIMAL(38,8));` `CREATE TABLE Test (colonne DECIMAL(38,8));`	`CREATE TABLE -- nom de la table Test( #début de la description COLONNE DECIMAL(38,8) ) -- fin, ne pas oublier le point-virgule. ;` `CREATE TABLE Test ( /* une plus grande description des colonnes */ COLONNE /* type : */ DECIMAL(38,8));`

Comme nous le conseillons dans l'avant-propos, il est préférable d'utiliser les conventions suivantes :

- Tous les mots-clés de SQL sont notés en `majuscules`.
- Les noms de tables sont notés en `Minuscules` (excepté la première lettre, ces noms seront quand même stockés dans le système en minuscules).
- Les noms de colonnes et de contraintes en `minuscules`.

L'adoption de ces conventions rendra vos requêtes, scripts et programmes plus lisibles (un peu à la mode Java).

Premier exemple

Le tableau ci-après décrit l'instruction SQL qui permet de créer la table `Compagnie` illustrée par la figure suivante, dans la base *bdsoutou* (l'absence du préfixe « `bdsoutou.` » conduirait au même résultat si *bdsoutou* était la base connectée lors de l'exécution du script).

Figure 1-1 *Table à créer*

`Compagnie`

comp	nrue	rue	ville	nomComp

Tableau 1-2 Création d'une table et de ses contraintes

Instruction SQL	Commentaires
`CREATE TABLE bdsoutou.Compagnie` `(comp CHAR(4),` `nrue INTEGER(3),` `rue CHAR(20),` `ville CHAR(15) DEFAULT 'Paris'` `COMMENT 'Par defaut : Paris',` `nomComp CHAR(15) NOT NULL);`	La table contient cinq colonnes (quatre chaînes de caractères et un numérique de trois chiffres). La colonne `ville` est commentée. La table inclut en plus deux contraintes : • `DEFAULT` qui fixe *Paris* comme valeur par défaut de la colonne `ville` ; • `NOT NULL` qui impose une valeur non nulle dans la colonne `nomComp`.

Contraintes

Les contraintes ont pour but de programmer des règles de gestion au niveau des colonnes des tables. Elles peuvent alléger un développement côté client (si on déclare qu'une note doit être comprise entre 0 et 20, les programmes de saisie n'ont plus à tester les valeurs en entrée mais seulement le code retour après connexion à la base ; on déporte les contraintes côté serveur).

Les contraintes peuvent être déclarées de deux manières :

- En même temps que la colonne (valable pour les contraintes monocolonnes) ; ces contraintes sont dites « en ligne » (*inline constraints*). L'exemple précédent en déclare deux.
- Après que la colonne est déclarée ; ces contraintes ne sont pas limitées à une colonne et peuvent être personnalisées par un nom (*out-of-line constraints*).

Il est recommandé de déclarer les contraintes `NOT NULL` en ligne, les autres peuvent soit être déclarées en ligne, soit être nommées. Étudions à présent les types de contraintes nommées (*out-of-line*). Les quatre types de contraintes les plus utilisées sont les suivants :

```
CONSTRAINT nomContrainte
UNIQUE (colonne1 [,colonne2]...)
PRIMARY KEY (colonne1 [,colonne2]...)
FOREIGN KEY (colonne1 [,colonne2]...)
REFERENCES nomTablePere [(colonne1 [,colonne2]...)]
              [ON DELETE {RESTRICT | CASCADE | SET NULL | NO ACTION}]
              [ON UPDATE {RESTRICT | CASCADE | SET NULL | NO ACTION}]
CHECK (condition)
```

- La contrainte `UNIQUE` impose une valeur distincte au niveau de la table (les valeurs nulles font exception à moins que `NOT NULL` soit aussi appliquée sur les colonnes).
- La contrainte `PRIMARY KEY` déclare la clé primaire de la table. Un index est généré automatiquement sur la ou les colonnes concernées. Les colonnes clés primaires ne peuvent être ni nulles ni identiques (en totalité si elles sont composées de plusieurs colonnes).

- La contrainte `FOREIGN KEY` déclare une clé étrangère entre une table enfant (*child*) et une table père (*parent*). Ces contraintes définissent l'intégrité référentielle que nous aborderons plus tard. Les directives `ON UPDATE` et `ON DELETE` disposent de quatre options que nous détaillerons avec les directives `MATCH` à la section Intégrité référentielle du chapitre 2).

La contrainte `CHECK` impose un domaine de valeurs ou une condition simple ou complexe entre colonnes (exemple : `CHECK (note BETWEEN 0 AND 20)`, `CHECK (grade='Copilote' OR grade='Commandant')`). Cette contrainte est prise en charge au niveau de la déclaration mais n'est pas encore opérationnelle même dans la version 5.1.

Il est recommandé de ne pas définir de contraintes sans les nommer (bien que cela soit possible), car il sera difficile de les faire évoluer (désactivation, réactivation, suppression), et la lisibilité des programmes en sera affectée.

Nous verrons au chapitre 3 comment ajouter, supprimer, désactiver et réactiver des contraintes (options de la commande `ALTER TABLE`).

Conventions recommandées

Adoptez les conventions d'écriture suivantes pour vos contraintes :

- Préfixez par `pk_` le nom d'une contrainte clé primaire, `fk_` une clé étrangère, `ck_` une vérification, `un_` une unicité.
- Pour une contrainte clé primaire, suffixez du nom de la table la contrainte (exemple `pk_Avion`).
- Pour une contrainte clé étrangère, renseignez (ou abrégez) les noms de la table source, de la clé, et de la table cible (exemple `fk_Pil_compa_Comp`).

En respectant nos conventions, déclarons les tables de l'exemple suivant (`Compagnie` avec sa clé primaire et `Avion` avec sa clé primaire et sa clé étrangère). Du fait de l'existence de la clé étrangère, la table `Compagnie` est dite « parent » (ou « père ») de la table `Avion` « enfant » (ou « fils »). Cela résulte de la traduction d'une association *un-à-plusieurs* entre les deux tables (*De UML à SQL*, Eyrolles 2002). Nous reviendrons sur ces principes à la section Intégrité référentielle du prochain chapitre.

Figure 1-2 *Deux tables reliées à créer*

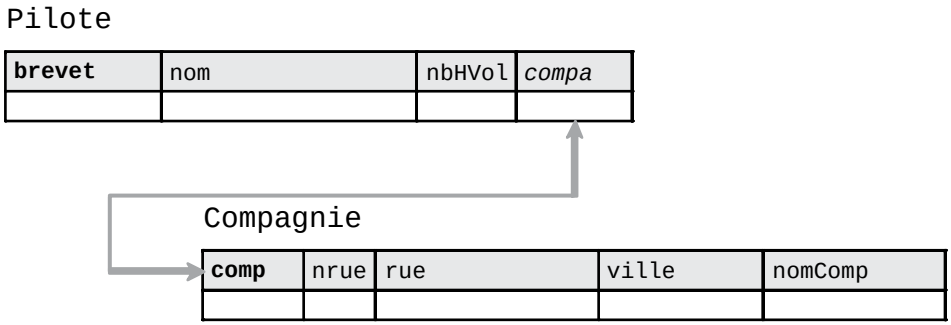


Tableau 1-3 Contraintes en ligne et nommées

Tables	Contraintes
`CREATE TABLE Compagnie` `(comp CHAR(4), nrue INTEGER(3),` `rue CHAR(20), ville CHAR(15) DEFAULT 'Paris'` `COMMENT 'Par defaut : Paris',` `nomComp CHAR(15) NOT NULL,` `CONSTRAINT pk_Compagnie PRIMARY KEY(comp));`	Deux contraintes en ligne et une contrainte nommée de clé primaire.
`CREATE TABLE Pilote` `(brevet CHAR(6), nom CHAR(15) NOT NULL,` `nbHVol DECIMAL(7,2), compa CHAR(4),` `CONSTRAINT pk_Pilote PRIMARY KEY(brevet),` `CONSTRAINT ck_nbHVol` `CHECK(nbHVol BETWEEN 0 AND 20000),` `CONSTRAINT un_nom UNIQUE (nom),` `CONSTRAINT fk_Pil_compa_Comp` `FOREIGN KEY (compa)` `REFERENCES Compagnie(comp));`	Une contrainte en ligne et quatre contraintes nommées : • Clé primaire • `NOT NULL` • `CHECK` (nombre d'heures de vol compris entre 0 et 20 000) • `UNIQUE` (homonymes interdits) • Clé étrangère

Remarques

- L'ordre n'est pas important dans la déclaration des contraintes nommées.
- `PRIMARY KEY` équivaut à : `UNIQUE` + `NOT NULL` + index.
- L'ordre de création des tables est important quand on définit les contraintes en même temps que les tables (on peut différer la création ou l'activation des contraintes, voir le chapitre 3). Il faut créer d'abord les tables « pères » puis les tables « fils ». Le script de destruction des tables suit le raisonnement inverse.

Types des colonnes

Pour décrire les colonnes d'une table, MySQL fournit les types prédéfinis suivants (*built-in datatypes*) :

- caractères (`CHAR`, `VARCHAR`, `TINYTEXT`, `TEXT`, `MEDIUMTEXT`, `LONGTEXT`) ;
- valeurs numériques (`TINYINT`, `SMALLINT`, `MEDIUMINT`, `INT`, `INTEGER`, `BIGINT`, `FLOAT`, `DOUBLE`, `REAL`, `DECIMAL`, `NUMERIC`, et `BIT`) ;
- date/heure (`DATE`, `DATETIME`, `TIME`, `YEAR`, `TIMESTAMP`) ;
- données binaires (`BLOB`, `TINYBLOB`, `MEDIUMBLOB`, `LONGBLOB`) ;
- énumérations (`ENUM`, `SET`).

Détaillons à présent ces types. Nous verrons comment utiliser les plus courants au chapitre 2 et les autres au fil de l'ouvrage.

Caractères

Le type `CHAR` permet de stocker des chaînes de caractères de taille fixe. Les valeurs sont stockées en ajoutant, s'il le faut, des espaces (*trailing spaces*) à concurrence de la taille définie. Ces espaces ne seront pas considérés après extraction à partir de la table.

Le type `VARCHAR` permet de stocker des chaînes de caractères de taille variable. Les valeurs sont stockées sans l'ajout d'espaces à concurrence de la taille définie. Depuis la version 5.0.3 de MySQL, les éventuels espaces de fin de chaîne seront stockés et extraits en conformité avec la norme SQL. Des caractères Unicode (méthode de codage universelle qui fournit une valeur de code unique pour chaque caractère quels que soient la plate-forme, le programme ou la langue) peuvent aussi être stockés.

Tableau 1-4 Types de données caractères

Type	Description	Commentaire pour une colonne
`CHAR(`*n*`) [BINARY | ASCII | UNICODE]`	Chaîne fixe de *n* octets ou caractères.	Taille fixe (maximum de 255 caractères).
`VARCHAR(`*n*`) [BINARY]`	Chaîne variable de *n* caractères ou octets.	Taille variable (maximum de 65 535 caractères).
`BINARY(`*n*`)`	Chaîne fixe de *n* octets.	Taille fixe (maximum de 255 octets).
`VARBINARY(`*n*`)`	Chaîne variable de *n* octets.	Taille variable (maximum de 255 octets).
`TINYTEXT(`*n*`)`	Flot de *n* octets.	Taille fixe (maximum de 255 octets).
`TEXT(`*n*`)`	Flot de *n* octets.	Taille fixe (maximum de 65 535 octets).
`MEDIUMTEXT(`*n*`)`	Flot de *n* octets.	Taille fixe (maximum de 16 mégaoctets).
`LONGTEXT(`*n*`)`	Flot de *n* octets.	Taille fixe (maximum de 4,29 gigaoctets).

Les types BINARY et VARBINARY sont similaires à CHAR et VARCHAR, excepté par le fait qu'ils contiennent des chaînes d'octets sans tenir compte d'un jeu de caractères en particulier.

Les quatre types permettant aussi de stocker du texte sont TINYTEXT, TEXT, MEDIUMTEXT, et LONGTEXT. Ces types sont associés à un jeu de caractères. Il n'y a pas de mécanisme de suppression d'espaces de fin ni de possibilité d'y associer une contrainte DEFAULT.

Valeurs numériques

De nombreux types sont proposés par MySQL pour définir des valeurs exactes (entiers ou décimaux positifs ou négatifs : INTEGER et SMALLINT), et des valeurs à virgule fixe ou flottante (FLOAT, DOUBLE et DECIMAL). En plus des spécifications de la norme SQL, MySQL propose les types d'entiers restreints (TINYINT, MEDIUMINT et BIGINT). Le tableau suivant décrit ces types :

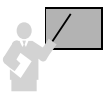
- *n* indique le nombre de positions de la valeur à l'affichage (le maximum est de 255). Ainsi, il est possible de déclarer une colonne TINYINT(4) sachant que seules 3 positions sont nécessaires en fonction du domaine de valeurs permises.

Tableau 1-5 Types de données numériques

Type	Description
BIT[(*n*)]	Ensemble de *n* bits. Taille de 1 à 64 (par défaut 1).
TINYINT[(*n*)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]	Entier (sur un octet) de -128 à 127 signé, 0 à 255 non signé.
BOOL et BOOLEAN	Synonymes de TINYINT(1), la valeur zéro est considérée comme fausse. Le non-zéro est considéré comme vrai. Dans les prochaines versions, le type *boolean*, comme le préconise la norme SQL, sera réellement pris en charge.
SMALLINT[(*n*)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]	Entier (sur 2 octets) de – 32 768 à 32 767 signé, 0 à 65 535 non signé.
MEDIUMINT[(*n*)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]	Entier (sur 3 octets) de – 8 388 608 à 8 388 607 signé, 0 à 16 777 215 non signé.
INTEGER[(*n*)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]	Entier (sur 4 octets) de –2 147 483 648 à 2 147 483 647 signé, 0 à 4 294 967 295 non signé.
BIGINT[(*n*)] [UNSIGNED] [ZEROFILL]	Entier (sur 8 octets) de – 9 223 372 036 854 775 808 à 9 223 372 036 854 775 807 signé, 0 à 18 446 744 073 709 551 615 non signé.
FLOAT[(*n*[,*p*])] [UNSIGNED] [ZEROFILL]	Flottant (de 4 à 8 octets) *p* désigne la précision simple (jusqu'à 7décimales) de -3.4 10^{+38} à -1.1 10^{-38}, 0, signé, et de 1.1 10^{-38} à 3.4 10^{+38} non signé.
DOUBLE[(*n*[,*p*])] [UNSIGNED] [ZEROFILL]	Flottant (sur 8 octets) *p* désigne la précision double (jusqu'à 15 décimales) de -1.7 10^{+308} à -2.2 10^{-308}, 0, signé, et de 2.2 10^{-308} à 1.7 10^{+308} non signé.
DECIMAL[(*n*[,*p*])] [UNSIGNED] [ZEROFILL]	Décimal à virgule fixe, *p* désigne la précision (nombre de chiffres après la virgule, maximum 30). Par défaut *n* vaut 10, *p* vaut 0.

- La directive UNSIGNED permet de considérer seulement des valeurs positives.
- La directive ZEROFILL complète par des zéros à gauche une valeur (par exemple : soit un INTEGER(5) contenant 4, si ZEROFILL est appliqué, la valeur extraite sera « 00004 »). En déclarant une colonne ZEROFILL, MySQL l'affecte automatiquement aussi à UNSIGNED.

Synonymes et alias



- INT est synonyme de INTEGER.
- DOUBLE PRECISION et REAL sont synonymes de DOUBLE.
- DEC NUMERIC et FIXED sont synonymes de DECIMAL.
- SERIAL est un alias pour BIGINT UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT UNIQUE.
- Dans toute instruction SQL, écrivez la virgule avec un point (7/2 retourne 3.5).

Dates et heures

Les types suivants permettent de stocker des moments ponctuels (dates, dates et heures, années, et heures). Les fonctions NOW() et SYSDATE() retournent la date et l'heure courantes. Dans une procédure ou un déclencheur SYSDATE est réévaluée en temps réel, alors que NOW désignera toujours l'instant de début de traitement.

Tableau 1-6 Types de données dates et heures

Type	Description	Commentaire pour une colonne
DATE	Dates du 1er janvier de l'an 1000 au 31 décembre 9999 après J.-C.	Sur 3 octets. L'affichage est au format 'YYYY-MM-DD'.
DATETIME	Dates et heures (de 0 h de la première date à 23 h 59 minutes 59 secondes de la dernière date).	Sur 8 octets. L'affichage est au format 'YYYY-MM-DD HH:MM:SS'.
YEAR[(2|4)]	Sur 4 positions : de 1901 à 2155 (incluant 0000). Sur 2 positions : de 70 à 69 (désignant 1970 à 2069).	Sur 1 octet ; l'année est considérée sur 2 ou 4 positions (4 par défaut). Le format d'affichage est 'YYYY'.
TIME	Heures de -838 h 59 minutes 59 secondes à 838 h 59 minutes 59 secondes.	L'heure au format 'HHH:MM:SS' sur 3 octets.
TIMESTAMP	Instants du 1er Janvier 1970 0 h 0 minute 0 seconde à l'année 2037.	Estampille sur 4 octets (au format 'YYYY-MM-DD HH:MM:SS') ; mise à jour à chaque modification sur la table.

Données binaires

Les types `BLOB` (*Binary Large OBject*) permettent de stocker des données non structurées comme le multimédia (images, sons, vidéo, etc.). Les quatre types de colonnes `BLOB` sont `TINYBLOB`, `BLOB`, `MEDIUMBLOB` et `LONGBLOB`. Ces types sont traités comme des flots d'octets sans jeu de caractère associé.

Tableau 1-7 Types de données binaires

Type	Description	Commentaire pour une colonne
`TINYBLOB(`*n*`)`	Flot de *n* octets.	Taille fixe (maximum de 255 octets).
`BLOB(`*n*`)`		Taille fixe (maximum de 65 535 octets).
`MEDIUMBLOB(`*n*`)`		Taille fixe (maximum de 16 mégaoctets).
`LONGBLOB(`*n*`)`		Taille fixe (maximum de 4,29 gigaoctets).

Énumération

Deux types de collections sont proposés par MySQL.

- Le type `ENUM` définit une liste de valeurs permises (chaînes de caractères).
- Le type `SET` permettra de comparer une liste à une combinaison de valeurs permises à partir d'un ensemble de référence (chaînes de caractères).

Tableau 1-8 Types de données énumération

Type	Description
`ENUM('valeur1','valeur2',...)`	Liste de 65 535 valeurs au maximum.
`SET('valeur1','valeur2',...)`	Ensemble de référence (maximum de 64 valeurs).

Structure d'une table (DESCRIBE)

`DESCRIBE` (écriture autorisée `DESC`) est une commande qui vient de SQL*Plus d'Oracle et qui a été reprise par MySQL. Elle permet d'extraire la structure brute d'une table ou d'une vue.

```
DESCRIBE [nomBase.] nomTableouVue [colonne];
```

Si la base n'est pas indiquée, il s'agit de celle en cours d'utilisation. Retrouvons la structure des tables `Compagnie` et `Pilote` précédemment créées. Le type de chaque colonne apparaît :

Tableau 1-9 Structure brute des tables

Résultat	Commentaires
mysql> **DESCRIBE** Pilote; +--------+-------------+------+-----+---------+-------+ | Field | Type | Null | Key | Default | Extra | +--------+-------------+------+-----+---------+-------+ | brevet | char(6) | NO | PRI | | | | nom | char(15) | YES | UNI | NULL | | | nbHVol | double(7,2) | YES | | NULL | | | compa | char(4) | YES | MUL | NULL | | +--------+-------------+------+-----+---------+-------+	Les clés primaires sont NOT NULL (désignées par PRI dans la colonne Key). Les unicités sont désignées par UNI dans la colonne Key. Les occurrences multiples possibles sont désignées par MUL dans la colonne Key. Les contraintes NOT NULL nommées (définies via les contraintes CHECK) n'apparaissent pas. La colonne Extra indique notamment les séquences (AUTO_INCREMENT).
mysql> **DESCRIBE** Compagnie; +---------+----------+------+-----+---------+-------+ | Field | Type | Null | Key | Default | Extra | +---------+----------+------+-----+---------+-------+ | comp | char(4) | NO | PRI | | | | nrue | int(3) | YES | | NULL | | | rue | char(20) | YES | | NULL | | | ville | char(15) | YES | | Paris | | | nomComp | char(15) | NO | | | | +---------+----------+------+-----+---------+-------+	

Restrictions

Les contraintes CHECK définies ne sont pas encore opérationnelles.

La fraction de seconde du type TIME n'est pas encore pris en charge `'D HH:MM:SS.fraction'`.

Les noms des colonnes doivent être uniques pour une table donnée (il est en revanche possible d'utiliser le même nom de colonne dans plusieurs tables).

Les colonnes de type SET sont évaluées par des chaînes de caractères séparés par des « , » ('Airbus, Boeing'). En conséquence aucune valeur d'un SET ne doit contenir le symbole « , ».

Les noms des objets (base, tables, colonnes, contraintes, vues, etc.) ne doivent pas emprunter des mots-clés de MySQL : TABLE, SELECT, INSERT, IF… Si vous êtes « franco-français » cela ne vous gênera pas.

Index

Comme l'index de cet ouvrage vous aide à atteindre les pages concernées par un mot recherché, un index MySQL permet d'accélérer l'accès aux données d'une table. Le but principal

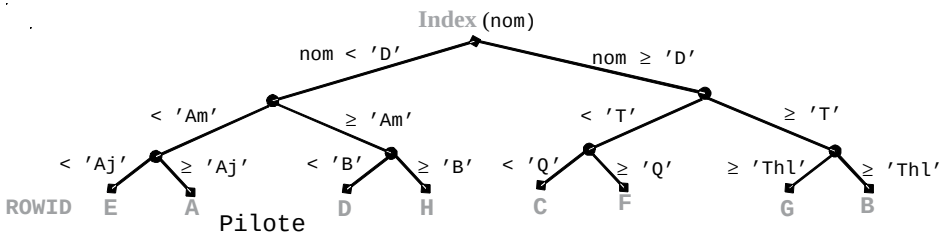
d'un index est d'éviter de parcourir une table séquentiellement du premier enregistrement jusqu'à celui visé (problème rencontré si c'est le Français nommé « Zidane » qu'on recherche dans une table non indéxée de plus de soixante-six millions d'enregistrements…). Le principe d'un index est l'association de l'adresse de chaque enregistrement avec la valeur des colonnes indéxées.

Sans index et pour *n* enregistrements, le nombre moyen d'accès nécessaire pour trouver un élément est égal à *n*/2. Avec un index, ce nombre tendra vers log(*n*) et augmentera donc bien plus faiblement en fonction de la montée en charge des enregistrements. Si une table contient 1 000 enregistrements, alors l'usage d'un index accélérera l'accès d'un facteur 100 par rapport à un accès séquentiel.

Arbres balancés

La figure suivante illustre un index sous la forme d'un arbre. Cet index est basé sur la colonne `nom` de la table `Pilote`. Cette figure est caricaturale, car un index n'est pas un arbre binaire (plus de deux liens peuvent partir d'un nœud). Dans cet exemple, trois accès à l'index seront nécessaires pour adresser directement un pilote via son nom, au lieu d'en analyser huit au plus.

Figure 1-3 *Index sur la colonne nom*



Pilote

ROWID	brevet	nom	nbHVol	compa
A	PL-1	Amélie Sulpice	450	AF
B	PL-2	Thomas Sulpice	900	AF
C	PL-3	Paul Soutou	1000	SING
D	PL-4	Aurélia Ente	850	ALIB
E	PL-5	Agnès Bidal	500	SING
F	PL-6	Sylvie Payrissat	2500	SING
G	PL-7	Thierry Guibert	600	ALIB
H	PL-8	Cathy Castaings	400	AF

Un index est associé à une table et peut être défini sur une ou plusieurs colonnes (dites « indéxées »). Une table peut « héberger » plusieurs index. Ils sont mis à jour automatiquement après rafraîchissement de la table (ajouts et suppressions d'enregistrements ou modification des colonnes indéxées). Un index peut être déclaré unique si on sait que les valeurs des colonnes indéxées seront toujours uniques.

La plupart des index de MySQL (PRIMARY KEY, UNIQUE, INDEX, et FULLTEXT) sont stockés dans des arbres équilibrés (*balanced trees* : *B-trees*). D'autres types d'index existent, citons ceux qui portent sur des colonnes SPATIAL (*reverse key : R-trees*), et ceux appliqués aux tables MEMORY (tables de hachage : *hash*).

La particularité des index *B-tree* est qu'ils conservent en permanence une arborescence symétrique (balancée). Toutes les feuilles sont à la même profondeur. Le temps de recherche est ainsi à peu près constant quel que soit l'enregistrement cherché. Le plus bas niveau de l'index (*leaf blocks*) contient les valeurs des colonnes indexées et le *rowid*. Toutes les feuilles de l'index sont chaînées entre elles. Pour les index non uniques (par exemple si on voulait définir un index sur la colonne compa de la table Pilote) le *rowid* est inclus dans la valeur de la colonne indexée. Ces index, premiers apparus, sont désormais très fiables et performants, ils ne se dégradent pas lors de la montée en charge de la table.

Création d'un index (CREATE INDEX)

Pour pouvoir créer un index dans sa base, la table à indexer doit appartenir à la base. Si l'utilisateur a le privilège INDEX, il peut créer et supprimer des index dans sa base. Un index est créé par l'instruction CREATE INDEX et supprimé par DROP INDEX.

La syntaxe de création d'un index est la suivante :

```
CREATE [UNIQUE | FULLTEXT | SPATIAL] INDEX nomIndex
    [USING BTREE | HASH]
    ON nomTable (colonne1 [(taille1)] [ASC | DESC],...) ;
```

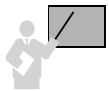
- UNIQUE permet de créer un index qui n'accepte pas les doublons.
- FULLTEXT permet de bénéficier de fonctions de recherche dans des textes (flot de caractères).
- SPATIAL permet de profiter de fonctions pour les données géographiques.
- ASC et DESC précisent l'ordre (croissant ou décroissant).

Créons deux index sur la table Pilote.

Tableau 1-10 Créations d'index

Instruction SQL	Commentaires
`CREATE UNIQUE INDEX idx_Pilote_nom3 USING BTREE ON Pilote (nom(3) DESC);`	Index *B-tree*, ordre décroissant sur les trois premiers caractères du nom des pilotes.
`CREATE INDEX idx_Pilote_compa USING BTREE ON Pilote (compa);`	Index *B-tree*, ordre croissant sur la colonne clé étrangère compa.

Bilan



- Un index ralentit les rafraîchissements de la base (conséquence de la mise à jour de l'arbre ou des *bitmaps*). En revanche il accélère les accès.
- Il est conseillé de créer des index sur des colonnes (majoritairement des clés étrangères) utilisées dans les clauses de jointures (voir chapitre 4).
- Il est possible de créer des index pour toutes les colonnes d'une table (jusqu'à concurrence de 16).
- Les index sont pénalisants lorsqu'ils sont définis sur des colonnes très souvent modifiées ou si la table contient peu de lignes.

Destruction d'un schéma

Il vous sera utile d'écrire un script de destruction d'un schéma (j'entends « schéma » comme ensemble de tables, contraintes et index composant une base de données et non pas en tant qu'ensemble de tous les objets d'un utilisateur) pour pouvoir recréer une base propre. Bien entendu, si des données sont déjà présentes dans les tables, et que vous souhaitez les garder, il faudra utiliser une stratégie pour les réimporter dans les nouvelles tables. À ce niveau de l'ouvrage, vous n'en êtes pas là, et le script de destruction va vous permettre de corriger vos erreurs de syntaxe du script de création des tables.

Nous avons vu qu'il fallait créer d'abord les tables « pères » puis les tables « fils » (si des contraintes sont définies en même temps que les tables). L'ordre de destruction des tables, pour des raisons de cohérence, est inverse (il faut détruire les tables « fils » puis les tables « pères »). Dans notre exemple, il serait malvenu de supprimer la table `Compagnie` avant la table `Pilote`. En effet la clé étrangère `compa` n'aurait plus de sens.

Suppression d'une table (DROP TABLE)

Pour pouvoir supprimer une table dans une base, il faut posséder le privilège `DROP` sur cette base. L'instruction `DROP TABLE` entraîne la suppression des données, de la structure, de la description dans le dictionnaire des données, des index, des déclencheurs associés (*triggers*) et la récupération de la place dans l'espace de stockage.

```
DROP [TEMPORARY] TABLE [IF EXISTS]
    [nomBase.] nomTable1 [,[nomBase2.]nomTable2,...]
    [RESTRICT | CASCADE]
```

- TEMPORARY : pour supprimer des tables temporaires. Les transactions en cours ne sont pas affectées. L'utilisation de TEMPORARY peut être un bon moyen de s'assurer qu'on ne détruit pas accidentellement une table non temporaire…
- IF EXISTS : permet d'éviter qu'une erreur se produise si la table n'existe pas.
- RESTRICT et CASCADE ne sont pas encore opérationnels. Le premier permettra de vérifier qu'aucun autre élément n'utilise la table (vue, déclencheur, etc.). Le second répercutera la destruction à tous les éléments référencés.

Les éléments qui utilisaient la table (vues, synonymes, fonctions et procédures) ne sont pas supprimés mais sont temporairement inopérants. Attention, une suppression ne peut pas être par la suite annulée.

Ordre des suppressions

Il suffit de relire à l'envers le script de création de vos tables pour en déduire l'ordre de suppression à écrire dans le script de destruction de votre schéma.

Le tableau suivant présente deux écritures possibles pour détruire des schémas. La première écriture n'est pas encore possible et il reste à voir comment, d'un point de vue des performances, MySQL programmera le CASCADE.

Tableau 1-11 Scripts équivalents de destruction

Avec CASCADE (pas encore opérationnel)	Les « fils » puis les « pères »
`DROP TABLE Compagnie CASCADE;` `DROP TABLE Pilote;`	`DROP TABLE Pilote;` `DROP TABLE Compagnie;`

Exercices

L'objectif de ces exercices est de créer des tables, leur clé primaire et des contraintes de vérification (`NOT NULL` et `CHECK`).

Exercice 1.1 Présentation de la base de données

Une entreprise désire gérer son parc informatique à l'aide d'une base de données. Le bâtiment est composé de trois étages. Chaque étage possède son réseau (ou segment distinct) éthernet. Ces réseaux traversent des salles équipées de postes de travail. Un poste de travail est une machine sur laquelle sont installés certains logiciels. Quatre catégories de postes de travail sont recensées (stations Unix, terminaux X, PC Windows et PC NT). La base de données devra aussi décrire les installations de logiciels.

Les noms et types des colonnes sont les suivants :

Tableau 1-12 Caractéristiques des colonnes

Colonne	Commentaire	Type
`indIP`	trois premiers groupes IP (exemple : 130.120.80)	`VARCHAR(11)`
`nomSegment`	nom du segment	`VARCHAR(20)`
`etage`	étage du segment	`TINYINT(1)`
`nSalle`	numéro de la salle	`VARCHAR(7)`
`nomSalle`	nom de la salle	`VARCHAR(20)`
`nbPoste`	nombre de postes de travail dans la salle	`TINYINT(2)`
`nPoste`	code du poste de travail	`VARCHAR(7)`
`nomPoste`	nom du poste de travail	`VARCHAR(20)`
`ad`	dernier groupe de chiffres IP (exemple : 11)	`VARCHAR(3)`
`typePoste`	type du poste (UNIX, TX, PCWS, PCNT)	`VARCHAR(9)`
`dateIns`	date d'installation du logiciel sur le poste	`dateTIME`
`nLog`	code du logiciel	`VARCHAR(5)`
`nomLog`	nom du logiciel	`VARCHAR(20)`
`dateAch`	date d'achat du logiciel	`dateTIME`
`version`	version du logiciel	`VARCHAR(7)`
`typeLog`	type du logiciel (UNIX, TX, PCWS, PCNT)	`VARCHAR(9)`
`prix`	prix du logiciel	`DECIMAL(6,2)`
`numIns`	numéro séquentiel des installations	`INTEGER(5)`
`dateIns`	date d'installation du logiciel	`TIMESTAMP`
`delai`	intervalle entre achat et installation	`SMALLINT`
`typeLP`	types des logiciels et des postes	`VARCHAR(9)`
`nomType`	noms des types (Terminaux X, PC Windows…)	`VARCHAR(20)`

Exercice 1.2 Création des tables

Écrire puis exécuter le script SQL (que vous appellerez `creParc.sql`) de création des tables avec leur clé primaire (en gras dans le schéma suivant) et les contraintes suivantes :

- Les noms des segments, des salles et des postes sont non nuls.
- Le domaine de valeurs de la colonne `ad` s'étend de 0 à 255.
- La colonne `prix` est supérieure ou égale à 0.
- La colonne `dateIns` est égale à la date du jour par défaut.

Figure 1-4 *Composition des tables*

Segment

indIP	nomSegment	etage

Salle

nSalle	nomSalle	nbPoste	indIP

Poste

nPoste	nomPoste	indIP	ad	typePoste	nSalle

Logiciel

nLog	nomLog	dateAch	version	typeLog	prix

Installer

nPoste	nLog	**numIns**	dateIns	delai

Types

typeLP	nomType

Exercice 1.3 Structure des tables

Écrire puis exécuter le script SQL (que vous appellerez `descParc.sql`) qui affiche la description de toutes ces tables (en utilisant des commandes `DESCRIBE`). Comparer le résultat obtenu avec le schéma ci-dessus.

Exercice 1.4 Destruction des tables

Écrire puis exécuter le script SQL de destruction des tables (que vous appellerez `dropParc.sql`). Lancer ce script puis celui de la création des tables à nouveau.

Chapitre 2

Manipulation des données

Ce chapitre décrit l'aspect LMD (langage de manipulation des données) de MySQL. Nous verrons que SQL propose trois instructions pour manipuler des données :

- l'insertion d'enregistrements : `INSERT` ;
- la modification de données : `UPDATE` ;
- la suppression d'enregistrements : `DELETE` (et `TRUNCATE`).

Il existe d'autres possibilités que nous ne détaillerons pas dans ce chapitre, pour insérer des données en utilisant des outils d'importation ou de migration, citons MySQL Migration Toolkit, SQLPorter, Navicat, Intelligent Converters et MySQL Data Import de la société EMS.

Insertions d'enregistrements (INSERT)

Pour pouvoir insérer des enregistrements dans une table, il faut que vous ayez reçu le privilège `INSERT`. Il existe plusieurs possibilités d'insertion : l'insertion monoligne qui ajoute un enregistrement par instruction (que nous allons détailler maintenant) et l'insertion multiligne qui insère plusieurs enregistrements par une requête (que nous détaillerons au chapitre 4).

Syntaxe

La syntaxe simplifiée de l'instruction `INSERT` monoligne est la suivante :

```
INSERT [LOW_PRIORITY | DELAYED | HIGH_PRIORITY] [IGNORE]
    [INTO] [nomBase.] { nomTable | nomVue } [(nomColonne,...)]
    VALUES ({expression | DEFAULT},...),(...),...
    [ON DUPLICATE KEY UPDATE nomColonne = expression,...]
```

- `DELAYED` indique que l'insertion est différée (si la table est modifiée par ailleurs, le serveur attend qu'elle se libère pour y insérer périodiquement de nouveaux enregistrements si elle redevient active entre-temps).
- `LOW_PRIORITY` indique que l'insertion est différée à la libération complète de la table (option à ne pas utiliser sur des tables `MyISAM`).
- `HIGH_PRIORITY` annule l'option *low priority* du serveur.
- `IGNORE` indique que les éventuelles erreurs déclenchées suite à l'insertion seront considérées en tant que *warning*s.

- `ON DUPLICATE KEY UPDATE` permet de mettre à jour l'enregistrement présent dans la table, qui a déclenché l'erreur de doublon (dans le cas d'un index `UNIQUE` ou d'une clé primaire). Dans ce cas le nouvel enregistrement n'est pas inséré, seul l'ancien est mis à jour.

À l'aide d'exemples, nous allons détailler les possibilités de cette instruction en considérant la majeure partie des types de données proposés par MySQL.

Renseigner toutes les colonnes

Ajoutons trois lignes dans la table `Compagnie` en alimentant toutes les colonnes de la table par des valeurs. La deuxième insertion utilise le mot-clé `DEFAULT` pour affecter explicitement la valeur par défaut à la colonne `ville`. La troisième insertion attribue explicitement la valeur `NULL` à la colonne `nrue`.

Tableau 2-1 Insertions

Instruction SQL	Commentaires
`INSERT INTO Compagnie` `  VALUES ('SING', 7, 'Camparols', 'Singapour',` `  'Singapore AL');`	Toutes les valeurs sont renseignées dans l'ordre de la structure de la table.
`INSERT INTO Compagnie` `  VALUES ('AC', 10, 'Gambetta', **DEFAULT**,` `  'Air France');`	`DEFAULT` explicite.
`INSERT INTO Compagnie` `  VALUES ('AN1', **NULL**, 'Hoche', 'Blagnac',` `  'Air Nul1');`	`NULL` explicite.

Renseigner certaines colonnes

Insérons deux lignes dans la table `Compagnie` en ne précisant pas toutes les colonnes. La première insertion affecte implicitement la valeur par défaut à la colonne `ville`. La deuxième donne implicitement la valeur `NULL` à la colonne `nrue`.

Tableau 2-2 Insertions de certaines colonnes

Instruction SQL	Commentaires
`INSERT INTO Compagnie(comp, nrue, rue, nomComp)` `  VALUES ('AF', 8, 'Champs Elysées', 'Castanet Air');`	`DEFAULT` implicite.
`INSERT INTO Compagnie(comp, rue, ville, nomComp)` `  VALUES ('AN2', 'Foch', 'Blagnac', 'Air Nul2');`	`NULL` sur `nrue` implicite.

La table `Compagnie` contient à présent les lignes suivantes :

Figure 2-1 *Table après les insertions*

comp	nrue	rue	ville	nomComp
SING	7	Camparols	Singapour	Singapore AL
AF	10	Gambetta	**Paris**	Air France
AN1		Hoche	Blagnac	Air Nul1
AC	8	Champs Elysées	**Paris**	Castanet Air
AN2		Foch	Blagnac	Air Nul2

Plusieurs enregistrements

Le script suivant ajoute trois nouvelles compagnies en une seule instruction `INSERT`.

```
INSERT INTO Compagnie VALUES
 ('LUFT',9,'Salas','Munich','Luftansa'),
 ('QUAN',1,'Kangouroo','Sydney','Quantas'),
 ('SNCM',3,'P. Paoli','Bastia','Corse Air');
```

Ne pas respecter des contraintes

Insérons des enregistrements dans la table `Pilote`, qui ne respectent pas des contraintes. Le tableau suivant décrit les messages renvoyés pour chaque erreur (le nom de la contrainte apparaît dans chaque message, les valeurs erronées sont notées en gras). La première erreur vient de la clé primaire, la seconde de l'unicité du nom. La troisième erreur signifie que la clé étrangère référence une clé primaire absente (ici une compagnie inexistante). Nous reviendrons sur ce dernier problème dans la section *Erreur ! Source du renvoi introuvable.* La dernière concerne la contrainte en ligne `NOT NULL`

Tableau 2-3 Insertions

Web

Insertions vérifiant les contraintes	Insertions ne vérifiant pas les contraintes
`INSERT INTO Pilote VALUES ('PL-1', 'Louise Ente', 450, 'AF');`	`mysql> INSERT INTO Pilote VALUES(`**`'PL-1'`**`, 'Amélie Sulpice', 100, 'AF');` `ERROR `**`1062`**` (23000): `**`Duplicate entry`**` 'PL-1' for key 1`
`INSERT INTO Pilote VALUES ('PL-2', 'Jules Ente ', 900, 'AF');`	`mysql> INSERT INTO Pilote VALUES ('PL-4',` **`'Louise Ente'`**`, 450, 'AF');` `ERROR `**`1062`**` (23000): `**`Duplicate entry`**` 'Louise Ente' for key 2`
`INSERT INTO Pilote VALUES ('PL-3', 'Paul Soutou', 1000, 'SING');`	`mysql> INSERT INTO Pilote VALUES ('PL-5',` `'Thomas Sulpice', 500, `**`'TOTO'`**`);` `ERROR `**`1452`**` (23000): Cannot add or update a child row: a foreign key constraint fails (`bdsoutou/pilote`, CONSTRAINT `fk_Pil_compa_Comp` FOREIGN KEY (`compa`) REFERENCES `compagnie` (`comp`))` `mysql> INSERT INTO Pilote VALUES ('PL-6',` **`NULL`**`, 100, 'AF');` `ERROR `**`1048`**` (23000): Column 'nom' cannot be null`

Données binaires

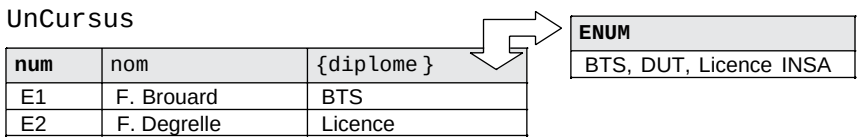
Le type BIT permet de manipuler des suites variables de bits. Des fonctions sont disponibles pour programmer le « ET », le « OU » exclusif ou inclusif, etc. La table suivante contient deux colonnes de ce type. Notez l'utilisation du préfixe « b » pour initialiser un tel type.

```
CREATE TABLE Registres (nom CHAR(5),numero BIT(2),adresse BIT(16));
INSERT INTO Registres VALUES ('COM2', b'10', b'0000010011110111');
```

Énumérations

Le type ENUM est considéré comme une liste de chaînes de caractères. Toute valeur d'une colonne de ce type devra appartenir à cette liste établie lors de la création de la table. Supposons qu'on recense quatre types possibles de diplômes ('BTS', 'DUT', 'Licence' et 'INSA') pour chaque étudiant. On ne stocke qu'un seul diplôme par étudiant.

Figure 2-2 *Table avec une colonne ENUM*



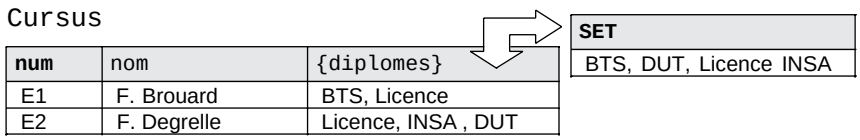
Le script de la création de la table et des insertions est le suivant. Notez que les parenthèses sont optionnelles pour désigner la colonne ENUM.

Tableau 2-4 Insertions avec un ENUM

Création	Insertions (deux bonnes une illicite)
`CREATE TABLE UnCursus` `(num CHAR(4), nom CHAR(15), diplome` `ENUM ('BTS','DUT','Licence','INSA'),` `CONSTRAINT pk_Cusus PRIMARY KEY(num));`	`mysql> INSERT INTO UnCursus VALUES` `('E1', 'F. Brouard', ('BTS'));` `mysql> INSERT INTO UnCursus VALUES` `('E2', 'F. Degrelle', 'Licence');` `mysql> INSERT INTO UnCursus VALUES` `('E3', 'Bug', ('MathSup'));` `ERROR 1265 (01000): Data truncated` `for column 'diplome' at row 1`

Le type SET permet de comparer une liste à une combinaison de valeurs permises à partir d'un ensemble de référence (chaînes de caractères). Supposons qu'on désire stocker plusieurs diplômes par étudiant.

Figure 2-3 *Table avec une colonne SET*



Le script de la création de la table et des insertions est le suivant (même remarque pour les parenthèses).

Tableau 2-5 Insertions avec un `SET`

Création	Insertions (deux bonnes une illicite)
`CREATE TABLE Cursus` `(num CHAR(4), nom CHAR(15), diplomes` `SET ('BTS','DUT','Licence','INSA'),` `CONSTRAINT pk_Cusus PRIMARY KEY(num));`	`mysql> INSERT INTO Cursus VALUES ('E1',` `'F. Brouard',('BTS',Licence'));` `mysql> INSERT INTO Cursus VALUES ('E2',` `'F. Degrelle','Licence,INSA,DUT';` `mysql> INSERT INTO Cursus VALUES ('E3',` `'Bug', ('BTS,INSA,ENAC'));` `ERROR 1265 (01000): Data truncated for` `column 'diplomes' at row 1`

Dates et heures

Nous avons décrit au chapitre 1 les caractéristiques générales des types MySQL pour stocker des éléments de type date/heure. Étudions maintenant la manipulation de ces types. Nous verrons que MySQL peut les considérer soit en tant que chaînes de caractères soit comme numériques.

Formats

Concernant les types `DATETIME`, `DATE` et `TIMESTAMP` les formats possibles sont les suivants :

- Chaînes de caractères `'YYYY-MM-DD HH:MM:SS'` ou `'YY-MM-DD HH:MM:SS'` (pour les colonnes `DATE` `'YYYY-MM-DD'` ou `'YY-MM-DD'`). Tout autre délimiteur est autorisé comme : `'2005.12.31 11%30%45'` (pour les colonnes `DATE`, `'65.12.31'`, `'65/12/31'`, et `'65@12@31'` sont équivalents et désignent tous le réveillon de l'année 1965).
- Considérés comme chaînes de caractères dans les formats suivants : `'YYYYMMDD-HHMMSS'` ou `'YYMMDDHHMMSS'` (pour les `DATE` `'YYYYMMDD'` ou `'YYMMDD'`) en supposant que la chaîne ait un sens en tant que date. Ainsi `'19650205063000'` est interprété comme le 5 février 1965 à 6 heures et 30 minutes. Par contre '19650255' n'a pas de sens du fait du jour (il sera interprété comme `'0000-00-00'`).

- Considérés comme numériques dans les formats suivants : YYYYMMDDHHMMSS ou YYMMDDHHMMSS (pour les DATE YYYYMMDD ou YYMMDD) en supposant que le nombre ait un sens en tant que date. Ainsi 19650205063000 est interprété comme le 5 février 1965 à 6 heures et 30 minutes. Par contre 19650205069000 n'a pas de sens du fait des minutes (il sera interprété comme 00000000000000).

Exemple avec DATE *et* DATETIME

Déclarons la table Pilote qui contient deux colonnes de type date/heure : DATE et DATETIME :

```
CREATE TABLE Pilote
 (brevet VARCHAR(6), nom VARCHAR(20), dateNaiss DATE,
  nbHVol DECIMAL(7,2),dateEmbauche DATETIME, compa VARCHAR(4),
  CONSTRAINT pk_Pilote PRIMARY KEY(brevet));
```

L'insertion du pilote initialise la date de naissance au 5 février 1965, ainsi que celle de l'embauche à la date du moment (heures, minutes, secondes) par la fonction SYSDATE.

```
INSERT INTO Pilote
  VALUES ('PL-1', 'Christian Soutou', '1965-02-05', 900, SYSDATE(), 'AF');
```

Nous verrons au chapitre 4 comment extraire les années, mois, jours, heures, minutes et secondes. Nous verrons aussi qu'il est possible d'ajouter ou de soustraire des dates entre elles.

Exemple avec TIME *et* YEAR

Par analogie aux différents formats des dates, les heures (type TIME 'HH:MM:SS' ou 'HHH:MM:SS') peuvent aussi être manipulées sous la forme de chaînes ou de nombres.

- Chaîne 'D HH:MM:SS.fraction' avec le nombre de jours (0 à 34) et la fraction de seconde (pas encore opérationnelle), 'HH:MM:SS.fraction', 'HH:MM:SS', 'HH:MM', 'D HH:MM:SS', 'D HH:MM', 'D HH', ou 'SS'.
- Chaîne sans les délimiteurs sous réserve que la chaîne ait un sens. Ainsi, '101112' est considéré comme '10:11:12', mais '109712' est incorrect du fait des minutes, il devient '00:00:00'.
- Nombre en raisonnant comme les chaînes. Ainsi 101112 est considéré comme '10:11:12', mais 109712 est incorrect du fait des minutes, il devient '00:00:00'. Les formats suivants sont aussi corrects : SS, MMSS, HHMMSS.

La table Pilote suivante contient la colonne pasVolDepuis pour stocker le délai depuis le dernier vol et la colonne retraite qui indique l'année de retraite.

```
CREATE TABLE Pilote
 (brevet VARCHAR(6), nom VARCHAR(20), pasVolDepuis TIME, retraite YEAR,
  CONSTRAINT pk_Pilote PRIMARY KEY(brevet));
```

Les insertions suivantes utilisent différents formats. Le premier pilote n'a pas volé depuis 1 jour et 23 heures (47 heures) ; le second depuis 15 heures, 26 minutes 30 secondes ; le troisième depuis 4 jours et 23 heures (119 heures) ; le quatrième depuis 3 heures 27 minutes et 50 secondes, et le dernier se croit plus précis que tous les autres en ajoutant une fraction qui ne sera pas prise en compte au niveau de la base.

```
INSERT INTO Pilote VALUES ('PL-1', 'Hait', '1 23:0:0', '2002');
INSERT INTO Pilote VALUES ('PL-2', 'Crampes', '152630', 2006);
INSERT INTO Pilote VALUES ('PL-3', 'Tuffery', '4 23:00', 05);
INSERT INTO Pilote VALUES ('PL-4', 'Mercier', 032750, '07');
INSERT INTO Pilote VALUES ('PL-5', 'Albaric', '1 23:0:0.457', '01');
```

L'état de la base est le suivant :

```
mysql> SELECT * FROM Pilote;
+--------+---------+--------------+----------+
| brevet | nom     | pasVolDepuis | retraite |
+--------+---------+--------------+----------+
| PL-1   | Hait    | 47:00:00     |     2002 |
| PL-2   | Crampes | 15:26:30     |     2006 |
| PL-3   | Tuffery | 119:00:00    |     2005 |
| PL-4   | Mercier | 03:27:50     |     2007 |
| PL-5   | Albaric | 47:00:00     |     2001 |
+--------+---------+--------------+----------+
```

Si un dépassement se produit au niveau d'une colonne TIME, celle-ci est évaluée au maximum ou au minimum ('-850:00:00' et '999:00:00' sont respectivement convertis à '-838:59:59' et '838:59:59').

Exemple avec TIMESTAMP

Toute colonne du type TIMESTAMP est actualisée à chaque modification de l'enregistrement : la première fois à l'INSERT, puis à chaque UPDATE (quelle que soit la colonne mise à jour). Déclarons la table Pilote qui contient une colonne de ce type.

```
CREATE TABLE Pilote
 (brevet VARCHAR(6), nom VARCHAR(20), misaJour TIMESTAMP,
  CONSTRAINT pk_Pilote PRIMARY KEY(brevet));
```

L'insertion du pilote suivant initialisera la colonne à la date système (comme SYSDATE).

```
INSERT INTO Pilote (brevet,nom) VALUES ('PL-1', 'Hait');
```

Par la suite, et à la différence d'un type DATE ou DATETIME, pour chaque modification de ce pilote, la colonne misaJour sera réactualisée avec la date de l'instant de la mise à jour.

Même si vous croyez mettre à NULL cette colonne avec une instruction UPDATE, elle contiendra toujours l'instant de votre vaine tentative !

Fonctions utiles

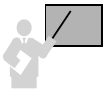
Les fonctions CURRENT_TIMESTAMP(), CURRENT_DATE() et CURRENT_TIME(), UTC_TIME(), renseignent sur l'instant, la date, l'heure et l'heure GMT de la session en cours.

Il n'est pas nécessaire d'utiliser une table pour afficher une expression dans l'interface de commande. L'exemple suivant montre que la requête a été exécutée le 1er novembre 2005 à 10 heures, 11 minutes et 27 secondes. Le client est sur le fuseau GMT+1h.

```
mysql> SELECT CURRENT_TIMESTAMP(), CURRENT_TIME(), CURRENT_DATE(), UTC_
TIME();
+---------------------+---------------+---------------+------------+
| CURRENT_TIMESTAMP() | CURRENT_TIME() | CURRENT_DATE() | UTC_TIME() |
+---------------------+---------------+---------------+------------+
| 2005-11-01 10:11:27 | 10:11:27       | 2005-11-01     | 09:11:27   |
+---------------------+---------------+---------------+------------+
```

Séquences

Bien que « séquence » ne soit pas dans le vocabulaire de MySQL, car le mécanisme qu'il propose n'est pas aussi puissant que celui d'Oracle, MySQL offre la possibilité de générer automatiquement des valeurs numériques. Ces valeurs sont bien utiles pour composer des clés primaires de tables quand vous ne disposez pas de colonnes adéquates à cet effet. Ce mécanisme répond en grande partie à ce qu'on attendrait d'une séquence.

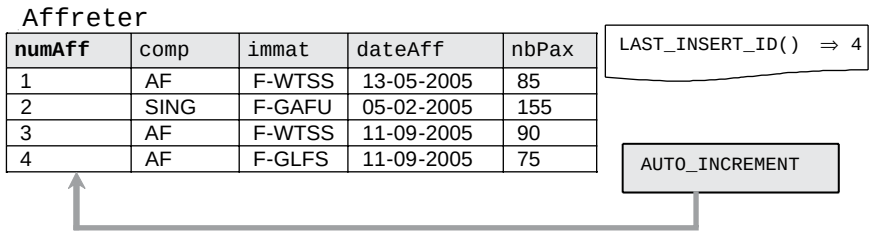


En attendant que MySQL offre peut-être dans une prochaine version un mécanisme plus riche que celui que nous allons étudier, je me permets d'appeler « séquence » une colonne indexée de type entier (INTEGER, SMALLINT, TINYINT, MEDIUMINT et BIGINT), définie à l'aide de la directive AUTO_INCREMENT. Cette colonne est clé primaire, ou unique et non nulle. Une séquence est en général affectée à une table, mais vous pouvez l'utiliser pour plusieurs tables ou variables.

Utilisation en tant que clé primaire

La figure suivante illustre la séquence appliquée à la colonne numAff pour initialiser les valeurs de la clé primaire de la table Affreter. La fonction LAST_INSERT_ID() retourne la dernière valeur de la séquence générée (ici le pas est de 1, la séquence débute par défaut à 1, nous verrons par la suite qu'il est possible d'utiliser une valeur différente).

Figure 2-4 *Séquence appliquée à une clé primaire*



Le tableau suivant décrit la création de cette table et différentes écritures pour les insertions.

Tableau 2-6 Séquence pour une clé primaire

Table	Insertions
`CREATE TABLE Affreter` `(numAff SMALLINT AUTO_INCREMENT,` `comp CHAR(4), immat CHAR(6),` `dateAff DATE, nbPax SMALLINT(3),` `CONSTRAINT pk_Affreter` `PRIMARY KEY (numAff));`	`INSERT INTO Affreter` `(comp,immat,dateAff,nbPax)` `VALUES ('AF','F-WTSS','2005-05-13',85);` `INSERT INTO Affreter` `(comp,immat,dateAff,nbPax)` `VALUES ('SING','F-GAFU','2005-02-05',155);` `INSERT INTO Affreter` `VALUES (NULL,'AF','F-WTSS','2005-09-11',90);` `INSERT INTO Affreter` `VALUES (0,'AF','F-GLFS','2005-09-11',75);`

Modification d'une séquence

La seule modification possible d'une séquence est celle qui consiste à changer la valeur de départ de la séquence (avec `ALTER TABLE`). Seules les valeurs à venir de la séquence modifiée seront changées (heureusement pour les données existantes des tables).

Supposons qu'on désire continuer à insérer des nouveaux affrètements à partir de la valeur 100. Le prochain affrètement sera estimé à 100 et les insertions suivantes prendront en compte le nouveau point de départ tout en laissant intactes les données existantes des tables.

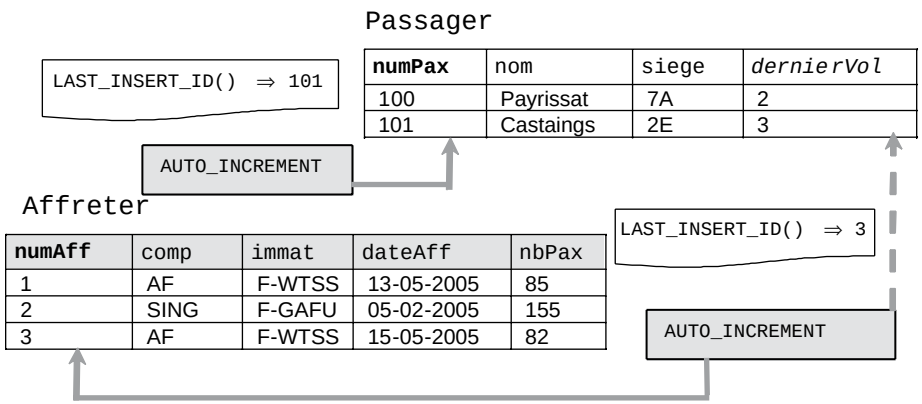
```
ALTER TABLE Affreter AUTO_INCREMENT = 100;
INSERT INTO Affreter  (comp,immat,dateAff,nbPax)
    VALUES ('SING', 'F-NEW', SYSDATE(), 77);
mysql> SELECT * FROM Affreter ;
```

```
+--------+------+--------+------------+-------+
| numAff | comp | immat  | dateAff    | nbPax |
+--------+------+--------+------------+-------+
|      1 | AF   | F-WTSS | 2005-05-13 |    85 |
|      2 | SING | F-GAFU | 2005-02-05 |   155 |
|      3 | AF   | F-WTSS | 2005-09-11 |    90 |
|      4 | AF   | F-GLFS | 2005-09-11 |    75 |
|    100 | SING | F-NEW  | 2005-11-01 |    77 |
+--------+------+--------+------------+-------+
```

Utilisation en tant que clé étrangère

Créons deux séquences qui vont permettre de donner leur valeur aux clés primaires des deux tables illustrées à la figure suivante (les affrètements commencent à 1, les passagers à 100). Servons-nous aussi de la séquence de la table `Affreter` pour indiquer le dernier vol de chaque passager. La section *Intégrité référentielle* détaille les mécanismes relatifs aux clés étrangères.

Figure 2-5 *Séquence appliquée à une clé étrangère*



Le script SQL de définition et de manipulation des données est indiqué ci-après. La valeur de départ d'une séquence peut être définie à la fin de l'ordre `CREATE TABLE`. Notez également l'utilisation de la fonction `LAST_INSERT_ID` dans les insertions pour récupérer la valeur de la clé primaire.

Tableau 2-7 Séquence pour une clé étrangère

Web

Tables	Insertions
`CREATE TABLE Affreter` `(numAff SMALLINT AUTO_INCREMENT,` `comp CHAR(4), immat CHAR(6),` `dateAff DATE,nbPax SMALLINT(3),` `CONSTRAINT pk_Affreter` `PRIMARY KEY (numAff));` `CREATE TABLE Passager` `(numPax SMALLINT AUTO_INCREMENT,` `nom CHAR(15), siege CHAR(4),` `dernierVol SMALLINT,` `CONSTRAINT pk_Passager` `PRIMARY KEY(numPax),` `CONSTRAINT fk_Pax_vol_Affreter` `FOREIGN KEY (dernierVol)` `REFERENCES Affreter(numAff))` `AUTO_INCREMENT = 100;`	`INSERT INTO Affreter` `(comp,immat,dateAff,nbPax) VALUES` `('AF','F-WTSS','2005-05-13',85);` `INSERT INTO Affreter` `(comp,immat,dateAff,nbPax) VALUES` `('SING','F-GAFU','2005-02-05',155);` `INSERT INTO Passager VALUES` `(NULL,'Payrissat','7A',LAST_INSERT_ID());` `INSERT INTO Affreter VALUES` `(NULL,'AF','F-WTSS','2005-05-15',82);` `INSERT INTO Passager VALUES` `(NULL,'Castaings','2E',LAST_INSERT_ID());`

Modifications de colonnes

L'instruction UPDATE permet la mise à jour des colonnes d'une table. Pour pouvoir modifier des enregistrements d'une table, il faut que cette dernière soit dans votre base ou que vous ayez reçu le privilège UPDATE sur la table.

Syntaxe (UPDATE)

La syntaxe simplifiée de l'instruction UPDATE est la suivante :

```
UPDATE [LOW_PRIORITY] [IGNORE] [nomBase.] nomTable
SET col_name1=expr1 [, col_name2=expr2 ...]
      SET     colonne1 = expression1 | (requête_SELECT) | DEFAULT
            [,colonne2 = expression2...]
      [WHERE (condition)]
      [ORDER BY listeColonnes]
      [LIMIT nbreLimite]
```

- LOW_PRIORITY indique que la modification est différée à la libération complète de la table (option à ne pas utiliser sur des tables MyISAM).
- IGNORE signifie que les éventuelles erreurs déclenchées suite aux modifications seront considérées en tant que *warning*s.
- La clause SET actualise une colonne en lui affectant une expression (valeur, valeur par défaut, calcul ou résultat d'une requête).

- La condition du `WHERE` filtre les lignes à mettre à jour dans la table. Si aucune condition n'est précisée, tous les enregistrements seront actualisés. Si la condition ne filtre aucune ligne, aucune mise à jour ne sera réalisée.
- `ORDER BY` indique l'ordre de modification des colonnes.
- `LIMIT` spécifie le nombre maximum d'enregistrements à changer (par ordre de clé primaire croissante).

Modification d'une colonne

Modifions la compagnie de code 'AN1' en affectant la valeur 50 à la colonne `nrue`.

```
UPDATE Compagnie SET nrue = 50 WHERE comp = 'AN1';
```

Modification de plusieurs colonnes

Modifions la compagnie de code 'AN2' en affectant simultanément la valeur 14 à la colonne `nrue` et la valeur par défaut (`Paris`) à la colonne `ville`.

```
UPDATE Compagnie SET nrue = 14, ville = DEFAULT WHERE comp = 'AN2';
```

La table `Compagnie` contient à présent les données suivantes :

Figure 2-6 *Table après les modifications*

`Compagnie`

Modification 1

comp	nrue	rue	ville	nomComp
SING	7	Camparols	Singapour	Singapore AL
AF	10	Gambetta	Paris	Air France
AN1	**50**	Hoche	Blagnac	Air Nul1
AC	8	Champs Elysées	Paris	Castanet Air
AN2	**14**	Foch	**Paris**	Air Nul2

Modifications 2

Modification de plusieurs enregistrements

Modifions les deux premières compagnies (par ordre de clé primaire, ici 'AC' et 'AF') en affectant la valeur 'Toulouse' à la colonne `ville`.

```
UPDATE Compagnie SET ville = 'Toulouse' LIMIT 2;
```

Ne pas respecter les contraintes

Il faut, comme pour les insertions, respecter les contraintes qui existent au niveau des colonnes. Dans le cas inverse, une erreur est renvoyée (le nom de la contrainte apparaît) et la mise à jour n'est pas effectuée.

Tableau 2-8 Table, données et contraintes

Web

Données

Figure 2-7 *Données*

Pilote

brevet	nom	nbHVol	*compa*
PL-1	Louise Ente	450	AF
PL-2	Jules Ente	900	AF
PL-3	Paul Soutou	1000	SING

Table et contraintes

```
CREATE TABLE Pilote
(brevet CHAR(6), nom CHAR(15) NOT NULL,
 nbHVol DECIMAL(7,2), compa CHAR(4),
 CONSTRAINT pk_Pilote
   PRIMARY KEY(brevet),
 CONSTRAINT ck_nbHVol
   CHECK (nbHVol BETWEEN 0 AND 20000),
 CONSTRAINT un_nom UNIQUE(nom),
 CONSTRAINT fk_Pil_compa_Comp
   FOREIGN KEY (compa)
    REFERENCES Compagnie(comp));
```

À partir de la table `Pilote`, le tableau suivant décrit des modifications (certaines ne vérifient pas de contraintes). La mise à jour d'une clé étrangère est possible si elle n'est pas référencée par une clé primaire (voir la section *Intégrité référentielle*).

Tableau 2-9 Modifications

Web

Vérifiant les contraintes (sauf une !)

```
--Modification d'une clé étrangère
UPDATE Pilote SET compa = 'SING'
  WHERE brevet = 'PL-2';

-- Modification d'une clé primaire
UPDATE Pilote SET brevet = 'PL3bis'
  WHERE brevet = 'PL-3';

--Passe outre la contrainte CHECK !
UPDATE Pilote SET nbHVol= 30000
  WHERE brevet = 'PL-1';
```

Figure 2-8 *Après modifications*

Pilote

brevet	nom	nbHVol	*compa*
PL-1	Louise Ente	**30000**	AF
PL-2	Jules Ente	900	**SING**
PL3bis	Paul Soutou	1000	SING

Ne vérifiant pas les contraintes

```
mysql> UPDATE Pilote SET brevet='PL-2'
       WHERE brevet='PL-1';
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry
'PL-2' for key 1

mysql> UPDATE Pilote SET nom = NULL
       WHERE brevet = 'PL-1';
ERROR 1263 (22004): Column set to
default value; NULL supplied to NOT
NULL column 'nom' at row 1

mysql> UPDATE Pilote SET nom='Paul
Soutou' WHERE brevet = 'PL-1';
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry
'Paul Soutou' for key 2

mysql> UPDATE Pilote SET compa='TOTO'
       WHERE brevet = 'PL-1';
ERROR 1452 (23000): Cannot add or
update a child row: a foreign key
constraint fails (`bdsoutou/pilote`,
CONSTRAINT `fk_Pil_compa_Comp` FOREIGN
KEY (`compa`) REFERENCES `compagnie`
(`comp`))
```

Restrictions

Pour l'heure, il n'est pas possible de modifier une table en utilisant une requête (dans la clause SET) portant sur cette même table.

Dates et intervalles

Le tableau suivant résume les principales opérations possibles entre des colonnes de type date-heure.

Tableau 2-10 Opérations entre colonnes date-heure

Opérande 1	Opérateur	Opérande 2	Résultat
DATE | DATETIME	+ ou -	Interval	DATE | DATETIME
DATE | DATETIME	+ ou -	INTEGER	DATE | DATETIME
TIME	+ ou -	TIME	TIME
TIME	+ ou -	INTEGER	TIME

Considérons la table suivante :

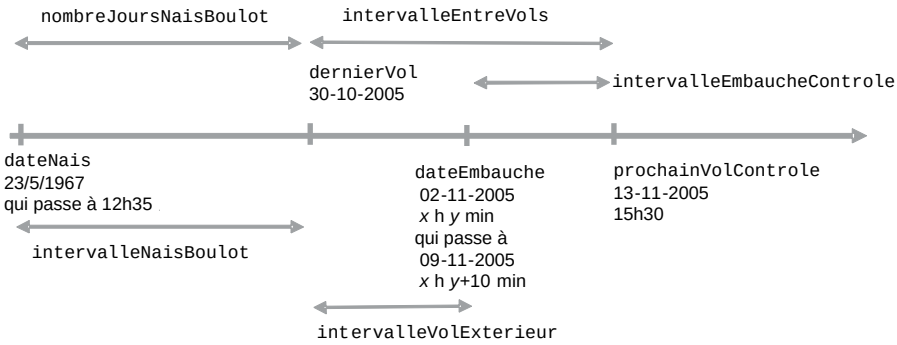
```
CREATE TABLE Pilote
 (brevet VARCHAR(6), nom VARCHAR(20), dateNaiss DATETIME, dernierVol DATE,
  dateEmbauche DATETIME, prochainVolControle DATETIME,
  nombreJoursNaisBoulot INTEGER(5),
  intervalleNaisBoulot Decimal (20,6), intervalleVolExterieur
  Decimal (10,6),
  intervalleEntreVols Decimal (10,6),  intervalleEmbaucheControle
  TIME,
  compa VARCHAR(4), CONSTRAINT pk_Pilote PRIMARY KEY(brevet));
```

À l'insertion du pilote 'Thierry Albaric' de la compagnie de code 'AF', initialisons sa date de naissance (25 mars 1967), la date de son dernier vol (30 octobre 2005), sa date d'embauche (à celle du jour) et la date de son prochain contrôle en vol (13 novembre 2005, 15h30).

```
INSERT INTO Pilote VALUES
 ('PL-1', 'Thierry Albaric','1967-03-25','2005-10-30', SYSDATE(),
  '2005-11-13 15:30:00', NULL, NULL, NULL, NULL, NULL, 'AF');
```

Les mises à jour par UPDATE sur cet enregistrement vont consister, sur la base de ces quatre dates, à calculer les intervalles illustrés à la figure suivante :

Figure 2-9 *Intervalles à calculer*



Modification d'une heure

On modifie une date en précisant une heure via la fonction en rajoutant le format 'HH:MM:SS' quels que soient les délimiteurs (ici « : »).

```
UPDATE Pilote SET dateNaiss = '1967-03-25 12:35:00'
              WHERE brevet = 'PL-1';
```

Ajout d'un délai

On modifie la date d'embauche de 10 minutes après la semaine prochaine. L'ajout d'un intervalle s'opère par la fonction DATE_ADD couplée à la directive DAY_MINUTE qui permet de spécifier un jour, une heure et une minute. Ainsi la semaine à ajouter correspond au « 7 » du paramètre, de même pour les 10 minutes.

```
UPDATE Pilote
  SET dateEmbauche = DATE_ADD(dateEmbauche,INTERVAL '7 0:10' DAY_MINUTE)
  WHERE brevet     = 'PL-1';
```

Différence entre deux dates

La différence entre deux dates peut se programmer à l'aide de la fonction DATEDIFF qui renvoie un entier correspondant au nombre de jours séparant les deux dates.

```
UPDATE Pilote
   SET nombreJoursNaisBoulot = DATEDIFF(dateEmbauche,dateNaiss)
   WHERE brevet              = 'PL-1';
```

Cette même différence au format d'un intervalle plus précis (nombre de jours décimaux) requiert l'utilisation de la fonction TIMESTAMPDIFF(*intervalle*,*datetime1*,*datetime2*) que nous étudierons au chapitre 4 (il existe bien sûr d'autres possibilités de programmation). Cette fonction effectue la différence entre deux dates suivant un format d'intervalle donné (ici on obtient des secondes qu'on divise par (24*3600) pour convertir en jours).

```
UPDATE Pilote SET
   intervalleNaisBoulot =
        TIMESTAMPDIFF(SECOND,dateNaiss,dateEmbauche)/(24*3600) ,
   intervalleEntreVols =
        TIMESTAMPDIFF(SECOND,dernierVol,prochainVolControle)/(24*3600),
   intervalleVolExterieur =
        TIMESTAMPDIFF(SECOND,dernierVol,dateEmbauche)/(24*3600)
 WHERE brevet = 'PL-1';
```

Différence entre deux intervalles

La différence entre deux décimaux renvoie un décimal qu'on convertit en format `TIME` (s'il est inférieur à 839 h, soit 34,95 jours) par la fonction `SEC_TO_TIME` après l'avoir changé en secondes (multiplié par 24*3600).

```
UPDATE Pilote SET
  intervalleEmbaucheControle =
       SEC_TO_TIME((intervalleEntreVols - intervalleVolExterieur)*24*3600)
 WHERE brevet = 'PL-1';
```

La ligne contient désormais les informations suivantes. Les données en gras correspondent aux mises à jour. On trouve qu'il a fallu 14 109,126875 jours pour que ce pilote soit embauché. 10,6511181 jours séparent le dernier vol du pilote du moment de son embauche. 14,645833 jours, séparent son dernier vol de son prochain contrôle en vol. La différence entre ces deux délais est de 95 heures, 52 minutes et 18 secondes.

Figure 2-10 *Ligne modifiée par des calculs de dates*

Pilote

brevet	nom	dateNaiss	dernierVol	dateEmbauche	prochainVolControle
PL-1	Thierry Albaric	*1967-03-25* 1967-03-25 **12:35:00**	2005-10-30	*2005-11-02 15:27:42* **2005-11-09 15:37:42**	2005-11-13 15:30:00

nombreJoursNaisBoulot	intervalleNaisBoulot	intervalleVolExterieur
13186. 1596	**14109.126875**	**10.651181**

intervalleEntreVols	intervalleEmbaucheControle	compa
14.645833	**95:52:18**	AF

Nous verrons au chapitre 4, comment convertir en jours, heures, minutes et secondes un décimal de grande taille.

Fonctions utiles

Les fonctions suivantes vous seront d'un grand secours pour manipuler des dates et des intervalles.

- `DATE_FORMAT(`*`date`*`,`*`format`*`)` convertit une date (heure) suivant un certain format.
- `EXTRACT(`*`type`* `FROM` *`date`*`)` extrait une partie donnée d'une date (heure).
- `FROM_DAYS(`*`n`*`)` retourne une date à partir d'un entier (le 1/1/0001 correspond à 366) ; `UNIX_TIMESTAMP(`*`date`*`)` retourne le nombre de secondes qui se sont écoulées depuis le 1er janvier 1970 jusqu'à la date (heure) en paramètre.
- `GET_FORMAT(DATE|TIME|DATETIME,'EUR'|'USA'|'JIS'|'ISO'|'INTERNAL')` retourne un format de date (heure).
- `SEC_TO_TIME(`*`secondes`*`)` convertit un nombre en un type `TIME` et son inverse `TIME_TO_SEC(time)`.
- `STR_TO_DATE(`*`chaine`*`,`*`format`*`)` convertit une chaîne en date (heure) suivant un certain format.
- `TIME(`*`expression`*`)` extrait d'une date (heure) un type `TIME`.
- `TIME_FORMAT(`*`time`*`,`*`format`*`)` convertit un intervalle suivant un certain format.

Les tableaux suivants présentent quelques exemples d'utilisation de ces fonctions :

Tableau 2-11 Quelques formats pour `DATE_FORMAT` et `STR_TO_DATE`

Expression	Résultat	Commentaire
`DATE_FORMAT(SYSDATE(),'%j')`	`306`	Ce n'est pas la vitesse de Daniel dans *Taxi2*, mais le numéro du jour de l'année (ici il s'agit du 2 novembre 2005).
`DATE_FORMAT(dateNaiss,'%W en %M %X')`	`Saturday en March 1967`	Affichage des libellés des jours et des mois en anglais par défaut.
`STR_TO_DATE('11/09/2005 15:37:42','%d/%m/%Y %H:%i:%s')`	`2005-09-11 15:37:42`	Conversion d'une chaîne typée date française au format `DATETIME`.

Tableau 2-12 Utilisation de `EXTRACT` et `UNIX_TIMESTAMP`

Expression	Résultat	Commentaire
`EXTRACT(DAY FROM dateEmbauche)`	`9`	Extraction du jour contenu dans la colonne.
`EXTRACT(MONTH FROM dateNaiss)`	`3`	Extraction du mois contenu dans la colonne.
`UNIX_TIMESTAMP(SYSDATE())/(24*3600)`	`13089.8850`	Le 2 novembre 2005 au soir, 13 089 jours et des poussières s'étaient écoulés depuis 1970.

Remplacement d'un enregistrement

L'instruction REPLACE consiste, comme son nom l'indique, à remplacer un enregistrement dans sa totalité (toutes ses colonnes). Il faut avoir les privilèges INSERT et DELETE sur la table. C'est selon la valeur de la clé primaire ou celle d'un index unique que l'enregistrement sera remplacé.

Si la table ne dispose pas d'une contrainte PRIMARY KEY ou UNIQUE, l'utilisation de REPLACE n'a pas de sens et devient équivalente à INSERT.

La syntaxe simplifiée de l'instruction UPDATE est la suivante :

```
REPLACE [LOW_PRIORITY | DELAYED]
      [INTO] [nomBase.] nomTable [(colonne1,...)]
      VALUES ({expression1 | DEFAULT},...) [,(...),...]
```

- LOW_PRIORITY et DELAYED ont la même signification que pour INSERT et UPDATE.
- VALUES contient les valeurs de remplacement.

L'instruction suivante remplace l'enregistrement relatif à la compagnie de code 'AN1' (voir figure 2-6) :

```
REPLACE INTO Compagnie VALUES ('AN1', 24, 'Salas', 'Ramonville',
'Air RENATO');
```

Suppressions d'enregistrements

Les instructions DELETE et TRUNCATE permettent de supprimer un ou plusieurs enregistrements d'une table. Pour pouvoir supprimer des enregistrements dans une table, il faut que cette dernière soit dans votre base ou que vous ayez reçu le privilège DELETE sur la table.

Instruction DELETE

La syntaxe simplifiée de l'instruction DELETE est la suivante :

```
DELETE [LOW_PRIORITY] [QUICK] [IGNORE] FROM [nomBase.] nomTable
      [WHERE (condition)]
      [ORDER BY listeColonnes]
      [LIMIT nbreLimite]
```

- LOW_PRIORITY, IGNORE et LIMIT ont la même signification que pour UPDATE.

- QUICK (pour les tables de type MyISAM) ne met pas à jour les index associés pour accélérer le traitement.
- La condition du WHERE sélectionne les lignes à supprimer dans la table. Si aucune condition n'est précisée, toutes les lignes seront détruites. Si la condition ne sélectionne aucune ligne, aucun enregistrement ne sera supprimé.
- ORDER BY réalise un tri des enregistrements qui seront effacés dans cet ordre.

Détaillons les possibilités de cette instruction en considérant les différentes tables précédemment définies. La première commande supprime tous les pilotes de la compagnie de code 'AF', la seconde, avec une autre écriture, détruit la compagnie de code 'AF'.


```
DELETE FROM Pilote WHERE compa = 'AF';

DELETE FROM Compagnie WHERE comp = 'AF';
```

Tentons de supprimer une compagnie qui est référencée par un pilote à l'aide d'une clé étrangère. Il s'affiche une erreur qui sera expliquée dans la section *Intégrité référentielle*.

```
mysql> DELETE FROM Compagnie WHERE comp = 'SING';
ERROR 1451 (23000): Cannot delete or update a parent row: a foreign
key constraint fails (`bdsoutou/pilote`, CONSTRAINT `fk_Pil_compa_
Comp` FOREIGN KEY (`compa`) REFERENCES `compagnie` (`comp`))
```

Détruisons enfin les deux premières compagnies (triées par ordre croissant de clé, ici 'AC' et 'AN1') qui ne sont référencées par aucun pilote.

```
DELETE FROM Compagnie LIMIT 2;
```

Instruction TRUNCATE

La commande TRUNCATE est une extension de SQL qui a été proposée par Oracle et reprise par MySQL. Cette commande supprime tous les enregistrements d'une table et libère éventuellement l'espace de stockage utilisé par la table. La syntaxe est la suivante :

```
TRUNCATE [TABLE] [nomBase.] nomTable;
```

Avec le moteur InnoDB, l'opération est programmée en DELETE. Pour les autres moteurs, l'opération diffère de DELETE de la manière suivante :

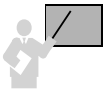
- La table est supprimée (DROP) puis recréée (CREATE), ce qui est plus rapide que de détruire les enregistrements un à un.
- L'opération peut être interrompue si une transaction active utilise la table (ou si un verrou est posé).
- Le nombre d'enregistrements supprimés n'est pas retourné.
- L'éventuelle dernière valeur d'une colonne AUTO_INCREMENT n'est pas mémorisée.

Il n'est pas possible de « tronquer » une table qui est référencée par des clés étrangères actives. La solution consiste à désactiver les contraintes puis à tronquer la table.

Intégrité référentielle

L'intégrité référentielle forme le cœur de la cohérence d'une base de données relationnelle. Cette intégrité est fondée sur la relation entre clés étrangères et clés primaires (ou candidates : colonnes indexées uniques et non nulles) qui permettent de programmer des règles de gestion (exemple : l'affrètement d'un vol doit se faire par une compagnie et pour un avion tous deux existant dans la base de données). Ce faisant, la plupart des contrôles côté client (interface) sont ainsi déportés côté serveur.

Pour les règles de gestion plus complexes (exemple : l'affrètement d'un avion doit se faire par une compagnie qui a embauché au moins quinze pilotes dans les six derniers mois), il faudra programmer un déclencheur (décrits au chapitre 7). Il faut savoir que les déclencheurs sont plus pénalisants que des contraintes dans un mode transactionnel.



La contrainte référentielle concerne toujours deux tables – une table « père » aussi dite « maître » (*parent/referenced*) et une table « fils » (*child/dependent*) – possédant une ou plusieurs colonnes en commun. Pour la table « père », ces colonnes composent la clé primaire (ou candidate avec un index unique). Pour la table « fils », ces colonnes composent une clé étrangère.

Syntaxe

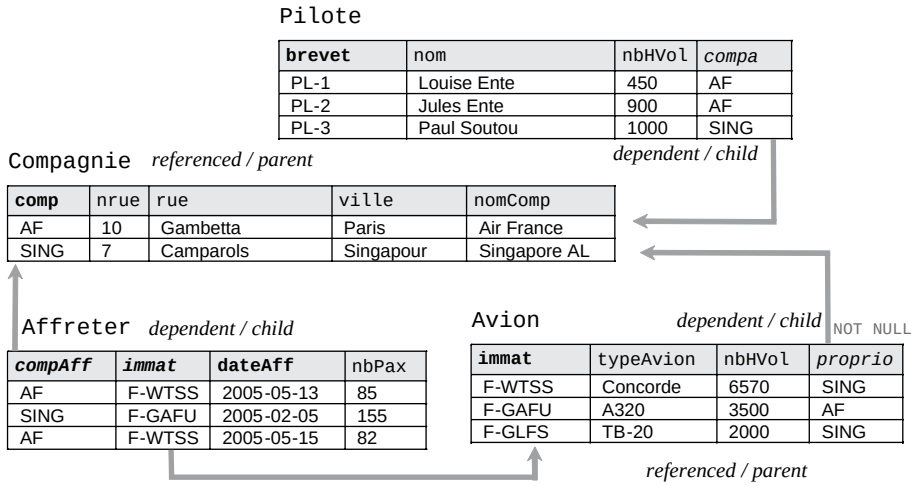
C'est seulement dans sa version 3.23.44 en 2002 (dix ans après Oracle), que MySQL a inclus dans son offre les contraintes référentielles pour les tables InnoDB. L'intégrité référentielle se programme dans la table « fils » par la contrainte suivante. Il est conseillé de nommer la contrainte, sinon MySQL s'en charge. Si la clé étrangère n'est pas déjà indexée, MySQL s'en charge aussi. Les deux tables ne doivent pas être temporaires.

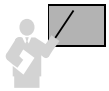
```
[CONSTRAINT nomContrainte] FOREIGN KEY [id] (listeColonneEnfant)
    REFERENCES nomTable (listeColonneParent)
    [ON DELETE {RESTRICT | CASCADE | SET NULL | NO ACTION}]
    [ON UPDATE {RESTRICT | CASCADE | SET NULL | NO ACTION}]
```

Cohérences assurées

L'exemple suivant illustre quatre contraintes référentielles. Une table peut être « père » pour une contrainte et « fils » pour une autre (c'est le cas de la table `Avion`).

Figure 2-11 *Intégrité référentielle*





Deux types de problèmes sont automatiquement résolus par MySQL pour assurer l'intégrité référentielle :

- La cohérence du « fils » vers le « père » : on ne doit pas pouvoir insérer un enregistrement « fils » (ou modifier sa clé étrangère) rattaché à un enregistrement « père » inexistant. Il est cependant possible d'insérer un « fils » (ou de modifier sa clé étrangère) sans rattacher d'enregistrement « père », à la condition qu'il n'existe pas de contrainte `NOT NULL` au niveau de la clé étrangère.
- La cohérence du « père » vers le « fils » : on ne doit pas pouvoir supprimer un enregistrement « père » si un enregistrement « fils » y est encore rattaché. Il est possible de supprimer les « fils » associés (`DELETE CASCADE`), d'affecter la valeur nulle aux clés étrangères des « fils » associés (`DELETE SET NULL`) ou de répercuter une modification de la clé primaire du père (`UPDATE CASCADE` et `UPDATE SET NULL`).

Déclarons à présent ces contraintes sous MySQL en détaillant les options disponibles.

Contraintes côté « père »

Le tableau suivant illustre les deux possibilités (clé primaire ou candidate) dans le cas de la table `Compagnie`. Notons que pour le cas de la clé candidate, une clé primaire peut être définie par ailleurs (sur `nomComp` par exemple).

Tableau 2-13 Écritures des contraintes de la table « père »

Clé primaire	Clé candidate
CREATE TABLE Compagnie (**comp** CHAR(4), nrue INTEGER(3), rue CHAR(20), ville CHAR(15), nomComp CHAR(15), **CONSTRAINT** pk_Compagnie **PRIMARY KEY**(comp));	CREATE TABLE Compagnie (**comp** CHAR(4) **NOT NULL**, nrue INTEGER(3), rue CHAR(20), ville CHAR(15), nomComp CHAR(15), **CONSTRAINT** un_Compagnie **UNIQUE**(comp), CONSTRAINT pk_Compagnie PRIMARY KEY(nomComp));

Contraintes côté « fils »

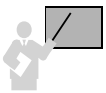
Indépendamment de l'écriture de la table « père », plusieurs écritures sont possibles au niveau de la table « fils » selon qu'on créé les index ou qu'on laisse MySQL le faire, et selon qu'on nomme ou pas la contrainte de clé étrangère.

La première écriture nomme la contrainte, mais ne précise rien à propos de l'index. La deuxième ne nomme pas la contrainte, mais définit l'index (sans option toutefois). L'écriture à adopter est un mélange des deux, à savoir nommer les contraintes et décrire les index.

Tableau 2-14 Écritures des contraintes de la table « fils »

Contrainte nommée sans index	Contrainte pas nommée et index
CREATE TABLE Pilote (brevet CHAR(6), nom CHAR(15), nbHVol DECIMAL(7,2), compa CHAR(4), CONSTRAINT pk_Pilote PRIMARY KEY(brevet), **CONSTRAINT** fk_Pil_compa_Comp **FOREIGN KEY** (compa) **REFERENCES** Compagnie(comp));	CREATE TABLE Pilote (brevet CHAR(6), nom CHAR(15), nbHVol DECIMAL(7,2), compa CHAR(4), CONSTRAINT pk_Pilote PRIMARY KEY(brevet), **INDEX** (compa), **FOREIGN KEY** (compa) **REFERENCES** Compagnie(comp));

Clés composites et nulles



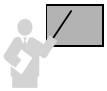
Les clés étrangères ou primaires peuvent être définies sur plusieurs colonnes (16 au maximum), on parle de *composite keys*.

Des clés étrangères peuvent être nulles (si elles ne font pas partie d'une clé primaire) si aucune contrainte `NOT NULL` n'est déclarée.

Décrivons à présent le script SQL qui convient à notre exemple (la syntaxe de création des deux premières tables a été discutée plus haut) et étudions ensuite les mécanismes programmés par ces contraintes. Décidons qu'un avion aura toujours un propriétaire (`NOT NULL`).

```
CREATE TABLE Avion
 (immat CHAR(6), typeAvion CHAR(15), nbhVol DECIMAL(10,2),
  proprio CHAR(4) NOT NULL, CONSTRAINT pk_Avion PRIMARY KEY(immat),
  INDEX (proprio),
  CONSTRAINT fk_Avion_comp_Compag
      FOREIGN KEY(proprio) REFERENCES Compagnie(comp));
CREATE TABLE Affreter
 (compAff CHAR(4), immat CHAR(6), dateAff DATE, nbPax INTEGER(3),
  CONSTRAINT pk_Affreter PRIMARY KEY (compAff, immat, dateAff),
  INDEX (immat),
  CONSTRAINT fk_Aff_na_Avion
      FOREIGN KEY(immat) REFERENCES Avion(immat),
 INDEX (compAff),
 CONSTRAINT fk_Aff_comp_Compag
     FOREIGN KEY(compAff) REFERENCES Compagnie(comp));
```

Cohérence du fils vers le père



Si la clé étrangère est déclarée NOT NULL, l'insertion d'un enregistrement « fils » n'est possible que s'il est rattaché à un enregistrement « père » existant. Dans le cas inverse, l'insertion d'un enregistrement « fils » rattaché à aucun « père » est possible.

Le tableau suivant décrit des insertions correctes et une incorrecte. Le message d'erreur est ici en anglais (il y est question de ne pouvoir ajouter un enregistrement « fils »).

Tableau 2-15 Insertions correctes et incorrectes

Web

Insertions correctes	Insertion incorrecte
`-- fils avec père` `INSERT INTO Pilote VALUES` `('PL-3', 'Paul Soutou', 1000, 'SING');` `-- fils sans père` `INSERT INTO Pilote VALUES` `('PL-4', 'Un Connu', 0, NULL);` `-- fils avec pères` `INSERT INTO Avion VALUES` `('F-WTSS', 'Concorde', 6570, 'SING');` `INSERT INTO Affreter VALUES` `('AF', 'F-WTSS', '15-05-2003', 82)`	`-- avec père inconnu` `mysql> INSERT INTO Pilote VALUES` `('PL-5', 'Pb de Compagnie', 0, '?');` `ERROR 1452 (23000): Cannot add or update` `a child row: a foreign key constraint` `fails (`bdsoutou/pilote`, CONSTRAINT` `fk_Pil_compa_Comp` FOREIGN KEY (`compa`)` `REFERENCES `compagnie` (`comp`))`

Pour insérer un affrètement, il faut donc avoir ajouté au préalable au moins une compagnie et un avion. Le chargement de la base de données est conditionné par la hiérarchie des contraintes référentielles. Ici il faut insérer d'abord les compagnies, puis les pilotes (ou les avions), enfin les affrètements.

Il suffit de relire le script de création de vos tables pour en déduire l'ordre d'insertion des enregistrements.

Cohérence du père vers le fils

En fonction des options choisies au niveau de la contrainte référentielle se trouvant dans la table « fils » :

```
CONSTRAINT nomContrainte FOREIGN KEY … REFERENCES …
    [ON DELETE {RESTRICT | CASCADE | SET NULL | NO ACTION}]
    [ON UPDATE {RESTRICT | CASCADE | SET NULL | NO ACTION}]
```

plusieurs scénarios sont possibles pour assurer la cohérence de la table « père » vers la table « fils » :

- Prévenir la modification ou la suppression d'une clé primaire (ou candidate) de la table « père ». Cette alternative est celle par défaut. Soit vous n'ajoutez pas d'option à la clause `REFERENCES` – dans notre exemple, toutes les clés étrangères sont ainsi composées –, soit vous utilisez `NO ACTION` pour les directives `ON DELETE` et `ON UPDATE`. La suppression d'un avion n'est donc pas possible si ce dernier est référencé dans un affrètement.
- Propager la suppression des enregistrements « fils » associés à l'enregistrement « père » supprimé. Ce mécanisme est réalisé par la directive `ON DELETE CASCADE`. Dans notre exemple, nous pourrions ainsi décider de supprimer tous les affrètements dès qu'on retire un avion.
- Étendre la modification de la clé primaire de l'enregistrement « père » aux enregistrements « fils » associés. Ce mécanisme est réalisé par la directive `ON UPDATE CASCADE`. Dans notre exemple, nous pourrions ainsi décider de mettre à jour tous les affrètements dès qu'on modifie l'immatriculation d'un avion.
- Propager l'affectation de la valeur nulle aux clés étrangères des enregistrements « fils » associés à l'enregistrement « père » supprimé ou modifié. Ce mécanisme est réalisé par la directive `ON DELETE SET NULL` (ou `ON UPDATE SET NULL` en cas de modification de la clé primaire du « père »). Dans ces deux cas, il ne faut pas poser de contrainte `NOT NULL` sur la clé étrangère. Dans notre exemple, nous pourrions ainsi décider de mettre `NULL` dans la colonne `compa` de la table `Pilote` pour chaque pilote d'une compagnie supprimée. Nous ne pourrions pas appliquer ce mécanisme à la table `Affreter` qui dispose de contraintes `NOT NULL` sur ses clés étrangères (car composant la clé primaire).

`RESTRICT` est une directive de la norme SQL qui n'est pas encore mise en œuvre sous MySQL. Elle concerne les SGBD compatibles avec les contraintes différées. Pour l'heure `NO ACTION` (qui en principe diffère les contraintes) et `RESTRICT` (qui ne diffère pas les contraintes) jouent le même rôle.

Les options `DELETE CASCADE` et `DELETE SET NULL` sont disponibles depuis la version 3.23.50, celles relatives à `ON UPDATE` sont disponibles depuis la version 4.0.8.

Le tableau suivant décrit quelques alternatives de cohérence à notre base de données exemple entre les tables `Avion` et `Affreter` puis `Pilote` et `Compagnie`.

Tableau 2-16 Alternatives de cohérence du « père » vers les « fils »

Alternatives	Syntaxe / Message d'erreur
Prévenir la modification de l'immatriculation d'un avion ou la suppression d'un avion.	`--dans Affreter` `CONSTRAINT fk_Aff_na_Avion` `FOREIGN KEY(immat) REFERENCES Avion(immat)` **`ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION`** `mysql> DELETE FROM Avion;` `ERROR 1451 (23000): Cannot delete or update a parent row: a foreign key constraint fails (`bdsoutou/affreter`, CONSTRAINT `fk_Aff_na_Avion` FOREIGN KEY (`immat`) REFERENCES `avion` (`immat`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION)`
Propager la suppression d'un avion.	`--dans Affreter` `CONSTRAINT fk_Aff_na_Avion` `FOREIGN KEY(immat) REFERENCES Avion(immat)` **`ON DELETE CASCADE`**
Propager la modification de l'immatriculation d'un avion.	`--dans Affreter` `CONSTRAINT fk_Aff_na_Avion` `FOREIGN KEY(immat) REFERENCES Avion(immat)` **`ON UPDATE CASCADE`**
Propager la modification du code de la compagnie dans les tables `Pilote`, `Avion` et `Affreter`. Affecter la valeur nulle dans la table `Pilote` suite à la suppression d'une compagnie, tout en préservant l'intégrité avec la table `Avion`.	`--dans Affreter` `CONSTRAINT fk_Aff_comp_Compag` `FOREIGN KEY(compAff) REFERENCES Compagnie(comp)` **`ON UPDATE CASCADE`** `--dans Avion` `CONSTRAINT fk_Avion_comp_Compag` `FOREIGN KEY(proprio) REFERENCES Compagnie(comp)` **`ON UPDATE CASCADE`** `--dans Pilote` `CONSTRAINT fk_Pil_compa_Comp` `FOREIGN KEY (compa) REFERENCES Compagnie(comp)` **`ON DELETE SET NULL ON UPDATE CASCADE`**

Pour l'heure, aucun déclencheur ne peut être activé suite à la modification d'une colonne induite d'une action de répercussion (`CASCADE` ou `SET NULL`).

MySQL ne permet pas encore de propager une valeur par défaut (*set default*) comme la norme SQL le prévoit.

En résumé

Le tableau suivant résume les conditions requises pour modifier l'état de la base de données en respectant l'intégrité référentielle :

Tableau 2-17 Instructions SQL sur les clés

Instructions	Table « père »	Table « fils »
`INSERT`	Correcte si la clé primaire (ou candidate) est unique.	Correcte si la clé étrangère est référencée dans la table « père » ou est nulle (partiellement ou en totalité).
`UPDATE`	Correcte si l'instruction ne laisse pas d'enregistrements dans la table « fils » ayant une clé étrangère non référencée.	Correcte si la nouvelle clé étrangère référence un enregistrement « père » existant.
`DELETE`	Correcte si aucun enregistrement de la table « fils » ne référence le ou les enregistrements détruits.	Correcte sans condition.
`DELETE` *`Cascade`*	Correcte sans condition.	Sans objet.
`DELETE SET NULL`	Correcte sans condition.	Sans objet.
`UPDATE` *`Cascade`*	Correcte sans condition.	Sans objet.
`UPDATE SET NULL`	Correcte s'il n'y a pas de `NOT NULL` dans la table « fils ».	Sans objet.

Insertions à partir d'un fichier

L'importation de données (au format fichier texte) dans une table peut être programmée à l'aide de la directive `LOAD DATA INFILE`. Un tel mécanisme lit un fichier dans un répertoire du serveur et insère tout ou partie des informations dans une table. La syntaxe simplifiée de cette directive est la suivante :

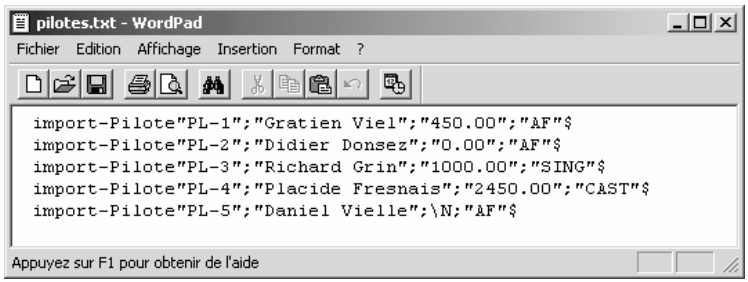
```
LOAD DATA INFILE 'nomEtCheminFichier.txt'
    [REPLACE | IGNORE] INTO TABLE nomTable
    [FIELDS [TERMIATED BY 'string']
            [[OPTIONALLY] ENCLOSED BY 'char']
            [ESCAPED BY 'char' ] ]
    [LINES [STARTING BY 'string'] [TERMINATED BY 'string'] ]
    [IGNORE number LINES];
```

- `REPLACE` : option à utiliser pour remplacer systématiquement les anciens enregistrements par les nouveaux (valeur de clé primaire ou d'index unique).
- `IGNORE` : fait en sorte de ne pas insérer des enregistrements de clé primaire ou d'index unique déjà présents dans la table.

- `FIELDS` décrit comment sont formatées dans le fichier les valeur à insérer dans la table. En l'absence de cette clause, `TERMINATED BY` vaut `'\t'`, `ENCLOSED BY` vaut `''` et `ESCAPED BY` vaut `'\\'`.
  - `FIELDS TERMINATED BY` décrit le caractère qui sépare deux valeurs de colonnes.
  - `FIELDS ENCLOSED BY` permet de contrôler le caractère qui encadrera chaque valeur de colonne.
  - `FIELDS ESCAPED BY` permet de contrôler les caractères spéciaux.
- `LINES` décrit comment seront écrites dans le fichier les lignes extraites de(s) table(s). En l'absence de cette clause, `TERMINATED BY` vaut `'\n'` et `STARTING BY` vaut `''`.
- `IGNORE` permet de ne pas importer les *nb* premières lignes du fichier (contenant des éventuelles déclarations).

Lisons le fichier « `pilotes.txt` » situé dans le répertoire « `D:\dev` » (ouvert à l'aide du WordPad dans la figure suivante), en important la totalité des données dans la table `Pilote2` créée à cet effet (`brevet VARCHAR(6), nom VARCHAR(16), nbHVol DECIMAL(7,2), compa CHAR(4) et PRIMARY KEY(brevet)`). Notez l'utilisation du double « \ » pour désigner une arborescence Windows. Le caractère `NULL` est importé par le caractère « \N ».

Figure 2-12 *Importation de données*




```
LOAD DATA INFILE 'D:\\dev\\pilotes.txt'  REPLACE INTO TABLE Pilote2
        FIELDS TERMINATED BY ';'  ENCLOSED BY '"'
        LINES STARTING BY 'import -Pilote' TERMINATED BY '$ \n';
```

Une fois la table créée, il est possible de l'interroger :

```
mysql> SELECT * FROM Pilote2 ORDER BY compa, nom;
+--------+-----------------+---------+-------+
| brevet | nom             | nbHVol  | compa |
+--------+-----------------+---------+-------+
| PL-5   | Daniel Vielle   |    NULL | AF    |
| PL-2   | Didier Donsez   |    0.00 | AF    |
| PL-1   | Gratien Viel    |  450.00 | AF    |
| PL-4   | Placide Fresnais | 2450.00 | CAST  |
| PL-3   | Richard Grin    | 1000.00 | SING  |
+--------+-----------------+---------+-------+
```

Exercices

Les objectifs de ces exercices sont :

- d'insérer des données dans les tables du schéma *Parc Informatique* ;
- de créer une séquence et d'insérer des données en utilisant une séquence ;
- de modifier des données.

Exercice 2.1 Insertion de données

Écrire puis exécuter le script SQL (que vous appellerez `insParc.sql`) afin d'insérer les données dans les tables suivantes :

Tableau 2-18 Données des tables

Table	Données
Segment	**INDIP** NOMSEGMENT ETAGE 130.120.80 Brin RDC 130.120.81 Brin 1er étage 130.120.82 Brin 2e étage
Salle	**NSALLE** NOMSALLE NBPOSTE INDIP s01 Salle 1 3 130.120.80 s02 Salle 2 2 130.120.80 s03 Salle 3 2 130.120.80 s11 Salle 11 2 130.120.81 s12 Salle 12 1 130.120.81 s21 Salle 21 2 130.120.82 s22 Salle 22 0 130.120.83 s23 Salle 23 0 130.120.83
Poste	**NPOSTE** NOMPOSTE INDIP AD TYPEPOSTE NSALLE p1 Poste 1 130.120.80 01 TX s01 p2 Poste 2 130.120.80 02 UNIX s01 p3 Poste 3 130.120.80 03 TX s01 p4 Poste 4 130.120.80 04 PCWS s02 p5 Poste 5 130.120.80 05 PCWS s02 p6 Poste 6 130.120.80 06 UNIX s03 p7 Poste 7 130.120.80 07 TX s03 p8 Poste 8 130.120.81 01 UNIX s11 p9 Poste 9 130.120.81 02 TX s11 p10 Poste 10 130.120.81 03 UNIX s12 p11 Poste 11 130.120.82 01 PCNT s21 p12 Poste 12 130.120.82 02 PCWS s21

Tableau 2-18 Données des tables *(suite)*

Table	Données
Logiciel	**NLOG** NOMLOG DATEACH VERSION TYPELOG PRIX log1 Oracle 6 1995-05-13 6.2 UNIX 3000 log2 Oracle 8 1999-09-15 8i UNIX 5600 log3 SQL Server 1998-04-12 7 PCNT 2700 log4 Front Page 1997-06-03 5 PCWS 500 log5 WinDev 1997-05-12 5 PCWS 750 log6 SQL*Net 2.0 UNIX 500 log7 I. I. S. 2002-04-12 2 PCNT 810 log8 DreamWeaver 2003-09-21 2.0 BeOS 1400
Types	**TYPELP** NOMTYPE TX Terminal X-Window UNIX Système Unix PCNT PC Windows NT PCWS PC Windows NC Network Computer

Exercice 2.2 Gestion d'une séquence

Dans ce même script, gérer la séquence associée à la colonne `numIns` commençant à la valeur 1 de manière à insérer les enregistrements suivants :

Tableau 2-19 Données de la table `Installer`

Table	Données
Installer	NPOSTE NLOG **NUMINS** DATEINS DELAI p2 log1 1 2003-05-15 p2 log2 2 2003-09-17 p4 log5 3 p6 log6 4 2003-05-20 p6 log1 5 2003-05-20 p8 log2 6 2003-05-19 p8 log6 7 2003-05-20 p11 log3 8 2003-04-20 p12 log4 9 2003-04-20 p11 log7 10 2003-04-20 p7 log7 11 2002-04-01

Exercice 2.3 Modification de données

Écrire le script `modification.sql` qui permet de modifier (avec UPDATE) la colonne `etage` (pour l'instant nulle) de la table `Segment`, afin d'affecter un numéro d'étage correct (0 pour le segment 130.120.80, 1 pour le segment 130.120.81, 2 pour le segment 130.120.82).

Diminuer de 10 % le prix des logiciels de type 'PCNT'.

Vérifier :

```
SELECT * FROM Segment;
SELECT nLog, typeLog, prix FROM Logiciel;
```

Chapitre 3

Évolution d'un schéma

L'évolution d'un schéma est un aspect très important à prendre en compte, car il répond aux besoins de maintenance des applicatifs qui utilisent la base de données. Nous verrons qu'il est possible de modifier une base de données d'un point de vue structurel (colonnes et index) mais aussi comportemental (contraintes).

L'instruction principalement utilisée est `ALTER TABLE` (commande du LDD) qui permet d'ajouter, de renommer, de modifier et de supprimer des colonnes d'une table. Elle permet aussi d'ajouter et de supprimer des contraintes. Avant de détailler ces mécanismes, étudions la commande qui permet de renommer une table.

Renommer une table (RENAME)

L'instruction `RENAME` renomme une ou plusieurs tables ou vues. Il faut posséder le privilège `ALTER` et `DROP` sur la table d'origine, et `CREATE` sur la base.

```
RENAME [nomBase.]ancienNomTable TO [nomBase.] nouveauNomTable
       [,[nomBase.] ancienNom2 TO [nomBase.]nouveauNom2]];
```

Les contraintes d'intégrité, index et prérogatives associés à l'ancienne table sont automatiquement transférés sur la nouvelle. En revanche, les vues et procédures cataloguées sont invalidées et doivent être recréées.

Il est aussi possible d'utiliser l'option `RENAME TO` de l'instruction `ALTER TABLE` pour renommer une table existante. Le tableau suivant décrit comment renommer la table `Pilote` sans perturber l'intégrité référentielle :

Tableau 3-1 Renommer une table

Commande RENAME	Commande ALTER TABLE
`RENAME Pilote TO Naviguant;`	`ALTER TABLE Pilote RENAME TO Naviguant;`

Modifications structurelles (ALTER TABLE)

Considérons la table suivante que nous allons faire évoluer :

Figure 3-1 *Table à modifier*

```
CREATE TABLE Pilote
   (brevet VARCHAR(4), nom VARCHAR(20));
INSERT INTO Pilote
   VALUES ('PL -1', 'Agnès Labat');
```

Pilote

brevet	nom
PL-1	Agnès Labat

Ajout de colonnes

La directive ADD de l'instruction ALTER TABLE permet d'ajouter une nouvelle colonne à une table. Cette colonne est initialisée à NULL pour tous les enregistrements (à moins de spécifier une contrainte DEFAULT, auquel cas tous les enregistrements de la table sont mis à jour avec une valeur non nulle).

Il est possible d'ajouter une colonne en ligne NOT NULL seulement si la table est vide ou si une contrainte DEFAULT est définie sur la nouvelle colonne (dans le cas inverse, il faudra utiliser MODIFY à la place de ADD).

Le script suivant ajoute trois colonnes à la table Pilote. La première instruction insère la colonne nbHVol en l'initialisant à NULL pour tous les pilotes (ici il n'en existe qu'une seule). La deuxième commande ajoute deux colonnes initialisées à une valeur non nulle. La colonne ville ne sera jamais nulle.


```
ALTER TABLE Pilote ADD (nbHVol DECIMAL(7,2));
ALTER TABLE Pilote
      ADD (compa VARCHAR(4)  DEFAULT 'AF',
           ville VARCHAR(30) DEFAULT 'Paris' NOT NULL);
```

La table est désormais la suivante :

Figure 3-2 *Table après l'ajout de colonnes*

Pilote

brevet	nom	nbHVol	compa	ville
PL-1	Agnès Labat		AF	Paris

Renommer des colonnes

Il faut utiliser l'option CHANGE de l'instruction ALTER TABLE pour renommer une colonne existante. Le nouveau nom de colonne ne doit pas être déjà utilisé dans la table. Le type (avec une éventuelle contrainte) doit être reprécisé. La position de la colonne peut aussi être modifiée en même temps. La syntaxe générale de cette option est la suivante :

```
ALTER TABLE [nomBase].nomTable CHANGE [COLUMN] ancienNom
       nouveauNom typeMySQL [NOT NULL | NULL] [DEFAULT valeur]
           [AUTO_INCREMENT] [UNIQUE [KEY] | [PRIMARY] KEY]
                 [COMMENT 'chaine'] [REFERENCES ...]
         [FIRST|AFTER nomColonne];
```

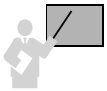
L'instruction suivante permet de renommer la colonne ville en adresse en la positionnant avant la colonne compa :

```
ALTER TABLE Pilote CHANGE ville adresse VARCHAR(30) AFTER nbHVol;
```

Modifier le type des colonnes

L'option MODIFY de l'instruction ALTER TABLE modifie le type d'une colonne existante sans pour autant la renommer. La syntaxe générale de cette instruction est la suivante, les options sont les mêmes que pour CHANGE :

```
ALTER TABLE [nomBase].nomTable MODIFY [COLUMN] nomColonneAmodifier
      typeMySQL [NOT NULL | NULL] [DEFAULT valeur]
            [AUTO_INCREMENT] [UNIQUE [KEY] | [PRIMARY] KEY]
                  [COMMENT 'chaine'] [REFERENCES ...]
        [FIRST|AFTER nomColonne];
```



Il est possible d'augmenter la taille d'une colonne numérique (largeur ou précision) – ou d'une chaîne de caractères (CHAR et VARCHAR) – ou de la diminuer si toutes les données présentes dans la colonne peuvent s'adapter à la nouvelle taille.

Attention à ne pas réduire les colonnes indexées à une taille inférieure à celle déclarée lors de la création de l'index.

Les contraintes en ligne peuvent être aussi modifiées par cette instruction. Une fois la colonne changée, les nouvelles contraintes s'appliqueront aux mises à jour ultérieures de la table, et les données présentes devront toutes vérifier cette nouvelle contrainte.

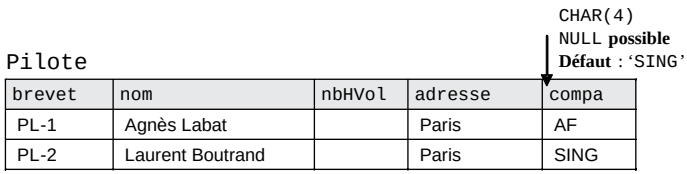
Le tableau suivant présente différentes modifications de colonnes :

Tableau 3-2 Modifications de colonnes

Instructions SQL	Commentaires
`ALTER TABLE Pilote` `  MODIFY compa VARCHAR(6)` `  DEFAULT 'SING';` `INSERT INTO Pilote (brevet, nom)` `  VALUES ('PL-2', 'Laurent Boutrand');`	Augmente la taille de la colonne `compa` et change la contrainte de valeur par défaut puis insère un nouveau pilote.
`ALTER TABLE Pilote` `  MODIFY compa CHAR(4) NOT NULL;`	Diminue la colonne et modifie également son type de `VARCHAR` en `CHAR` tout en le déclarant `NOT NULL` (possible car les données contenues dans la colonne ne dépassent pas quatre caractères).
`ALTER TABLE Pilote` `  MODIFY compa CHAR(4);`	Rend possible l'insertion de valeur nulle dans la colonne `compa`.

La table est désormais la suivante :

Figure 3-3 *Après modification des colonnes*



Valeurs par défaut

L'option `ALTER COLUMN` de l'instruction `ALTER TABLE` modifie la valeur par défaut d'une colonne existante. La syntaxe générale de cette instruction est la suivante :

```
ALTER TABLE [nomBase].nomTable ALTER [COLUMN] nomColonneAmodifier
      {SET DEFAULT 'chaine' | DROP DEFAULT};
```

Le script suivant définit une valeur par défaut pour la colonne `adresse` puis supprime celle relative à la colonne `compa` :

```
ALTER TABLE Pilote ALTER COLUMN adresse SET DEFAULT 'Blagnac';
ALTER TABLE Pilote ALTER COLUMN compa DROP DEFAULT;
```

Supprimer des colonnes

L'option `DROP` de l'instruction `ALTER TABLE` permet de supprimer une colonne (aussi un index ou une clé que nous étudierons plus loin). La possibilité de supprimer une colonne évite aux administrateurs d'exporter les données, de recréer une nouvelle table, d'importer les

données et de recréer les éventuels index et contraintes. Lorsqu'une colonne est supprimée, les index qui l'utilisent sont mis à jour voire éliminés si toutes les colonnes qui le composent sont effacées. La syntaxe des ces options est la suivante :

```
ALTER TABLE [nomBase].nomTable DROP
  { [COLUMN] nomColonne | PRIMARY KEY
    | INDEX nomIndex | FOREIGN KEY nomContrainte }
```

Il n'est pas possible de supprimer avec cette instruction :

- toutes les colonnes d'une table ;
- les colonnes qui sont clés primaires (ou candidates par `UNIQUE`) référencées par des clés étrangères.

La suppression de la colonne `adresse` de la table `Pilote` est programmée par l'instruction suivante :

```
ALTER TABLE Pilote DROP COLUMN adresse;
```

Modifications comportementales

Nous étudions dans cette section les mécanismes d'ajout, de suppression, d'activation et de désactivation de contraintes.

Faisons évoluer le schéma suivant. Les seules contraintes existantes sont les clés primaires nommées `pk_Compagnie`, pour la table `Compagnie`, et `pk_Avion` pour la table `Avion`.

Figure 3-4 *Schéma à faire évoluer*

`Compagnie`

comp	nrue	rue	ville	nomComp
AF	10	Gambetta	Paris	Air France
SING	7	Camparols	Singapour	Singapore AL

`Affreter`

compAff	immat	dateAff	nbPax
AF	F-WTSS	2003-05-13	85
SING	F-GAFU	2003-02-05	155
AF	F-WTSS	2003-05-15	82

`Avion`

immat	typeAvion	nbHVol	proprio
F-WTSS	Concorde	6570	SING
F-GAFU	A320	3500	AF
F-GLFS	TB-20	2000	SING

Ajout de contraintes

Jusqu'à présent, nous avons créé les contraintes en même temps que les tables. Il est possible de créer des tables sans contraintes (dans ce cas l'ordre de génération n'est pas important et on

peut même les élaborer par ordre alphabétique), puis d'ajouter les contraintes. Les outils de conception (*Win'Design*, *Designer* ou *PowerAMC*) adoptent cette démarche lors de la génération automatique de scripts SQL.

La directive `ADD CONSTRAINT` de l'instruction `ALTER TABLE` permet d'ajouter une contrainte à une table. Il est aussi possible d'ajouter un index. La syntaxe générale est la suivante :

```
ALTER TABLE [nomBase].nomTable ADD
  { INDEX [nomIndex] [typeIndex] (nomColonne1,...)
  | CONSTRAINT nomContrainte typeContrainte }
```

Trois types de contraintes sont possibles :

- `UNIQUE (colonne1 [,colonne2]...)`
- `PRIMARY KEY (colonne1 [,colonne2]...)`
- `FOREIGN KEY (colonne1 [,colonne2]...)`

```
      REFERENCES nomTablePère (col1 [,col2]...)
       [ON DELETE {RESTRICT | CASCADE | SET NULL | NO ACTION}]
       [ON UPDATE {RESTRICT | CASCADE | SET NULL | NO ACTION}]
```

Unicité

Ajoutons la contrainte d'unicité portant sur la colonne du nom de la compagnie. Un index est automatiquement généré sur cette colonne à présent :

```
ALTER TABLE Compagnie ADD CONSTRAINT un_nomC UNIQUE (nomComp);
```

Clé étrangère

Ajoutons la clé étrangère (indexée) à la table `Avion` au niveau de la colonne `proprio` en lui assignant une contrainte `NOT NULL` :

```
ALTER TABLE Avion ADD INDEX (proprio);
ALTER TABLE Avion ADD CONSTRAINT fk_Avion_comp_Compag
                  FOREIGN KEY(proprio) REFERENCES Compagnie(comp);
ALTER TABLE Avion MODIFY proprio CHAR(4) NOT NULL;
```

Clé primaire

Ajoutons à la table `Affreter`, en une seule instruction, sa clé primaire et deux clés étrangères (une vers la table `Avion` et l'autre vers `Compagnie`) :

```
ALTER TABLE Affrete ADD (
      CONSTRAINT pk_Affreter        PRIMARY KEY (compAff, immat, dateAff),
      CONSTRAINT fk_Aff_na_Avion    FOREIGN KEY(immat) REFERENCES
                                    Avion(immat),
      CONSTRAINT fk_Aff_comp_Compag FOREIGN KEY(compAff)
                                    REFERENCES Compagnie(comp));
```

Pour que l'ajout ou la modification d'une contrainte soient possibles, il faut que les données présentes dans la table concernée ou référencée respectent la nouvelle contrainte.

Les tables contiennent à présent les contraintes suivantes :

Figure 3-5 *Après ajout de contraintes*

Compagnie *referenced / parent*

comp	nrue	rue	ville	nomComp
AF	10	Gambetta	Paris	Air France
SING	7	Camparols	Singapour	Singapore AL

Affreter *dependent / child*

compAff	immat	dateAff	nbPax
AF	F-WTSS	2003-05-13	85
SING	F-GAFU	2003-02-05	155
AF	F-WTSS	2003-05-15	82

Avion *dependent / child* NOT NULL

immat	typeAvion	nbHVol	proprio
F-WTSS	Concorde	6570	SING
F-GAFU	A320	3500	AF
F-GLFS	TB-20	2000	SING

referenced / parent

Suppression de contraintes

Il n'existe pas encore l'option `DROP CONSTRAINT` à l'instruction `ALTER TABLE` pour supprimer une contrainte de nom donnée (peut-être parce que les contraintes `CHECK` ne sont pas encore considérées, et car la prise en compte des contraintes a été étalée au fil des versions successives de MySQL). Il faut donc utiliser une directive différente de l'instruction `ALTER TABLE` pour supprimer chaque type de contrainte.

Contrainte `NOT NULL`

Il faut utiliser la directive `MODIFY` de l'instruction `ALTER TABLE` pour supprimer une contrainte `NOT NULL` existant sur une colonne. Dans notre exemple, détruisons la contrainte `NOT NULL` de la clé étrangère `proprio` dans la table `Avion`.

```
ALTER TABLE Avion MODIFY proprio CHAR(4) NULL;
```

Contrainte `UNIQUE`

Il faut utiliser la directive `DROP INDEX` de l'instruction `ALTER TABLE` pour supprimer une contrainte d'unicité. Dans notre exemple, effaçons la contrainte portant sur le nom de la compagnie. L'index est également détruit.

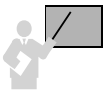
```
ALTER TABLE Compagnie DROP INDEX un_nomC;
```

Clé étrangère

L'option `DROP FOREIGN KEY` de l'instruction `ALTER TABLE` permet de supprimer une clé étrangère d'une table. La syntaxe générale est la suivante :

```
ALTER TABLE [nomBase].nomTable DROP FOREIGN KEY nomContrainte;
```

Le nom de la contrainte est celui qui a été déclaré lors de la création de la table, soit lors de sa modification (dans `CREATE TABLE` ou `ALTER TABLE`).



Si la contrainte a été définie sans être nommée, son nom est généré par le moteur `InnoDB` et l'instruction `SHOW CREATE TABLE [nomBase].nomTable` permet de le découvrir.

Détruisons la clé étrangère de la colonne `proprio`.

```
ALTER TABLE Avion DROP FOREIGN KEY fk_Avion_comp_Compag;
```

Clé primaire

L'option `DROP PRIMARY KEY` de l'instruction `ALTER TABLE` permet de supprimer une clé primaire. Dans des versions précédentes de MySQL, si aucune clé primaire n'existait, la première contrainte `UNIQUE` disparaissait à la place. Ce n'est plus le cas depuis la version 5.1.

Si la colonne clé primaire à supprimer contient des clés étrangères, il faut d'abord retirer les contraintes de clé étrangère. Si la clé primaire à supprimer est référencée par des clés étrangères d'autres tables, il faut d'abord ôter les contraintes de clé étrangère de ces autres tables.

Ainsi, pour supprimer la clé primaire de la table `Affreter`, il faut d'abord enlever les deux contraintes de clé étrangère concernant des colonnes composant la clé primaire.

```
ALTER TABLE Affreter DROP FOREIGN KEY fk_Aff_na_Avion;
ALTER TABLE Affreter DROP FOREIGN KEY fk_Aff_comp_Compag;

ALTER TABLE Affreter DROP PRIMARY KEY;
```

La figure suivante illustre les contraintes qui restent actives : les clés primaires des tables `Compagnie` et `Avion`, et une contrainte de non nullité.

Aucun ordre particulier n'est nécessaire pour supprimer ces trois contraintes, car il n'y a plus de contrainte référentielle active.

Figure 3-6 *Après suppression de contraintes*

Compagnie

comp	nrue	rue	ville	nomComp
AF	10	Gambetta	Paris	Air France
SING	7	Camparols	Singapour	Singapore AL

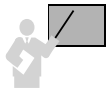
Affreter

compAff	immat	dateAff	nbPax
AF	F-WTSS	2003-05-13	85
SING	F-GAFU	2003-02-05	155
AF	F-WTSS	2003-05-15	82

Avion

NULL

immat	typeAvion	nbHVol	proprio
F-WTSS	Concorde	6570	SING
F-GAFU	A320	3500	AF
F-GLFS	TB-20	2000	SING



Concernant tout schéma, il faut éliminer d'abord les contraintes de clé étrangère des tables « fils » puis « père » puis les contraintes de clé primaire. Il suffit, pour éviter toute incohérence, de détruire les contraintes dans l'ordre inverse d'apparition dans le script de création.

Désactivation des contraintes

La désactivation des contraintes référentielles peut être intéressante pour accélérer des procédures de chargement d'importation et d'exportation massives de données externes. Ce mécanisme améliore aussi les performances de programmes *batchs* qui ne modifient pas des données concernées par l'intégrité référentielle, ou pour lesquelles on vérifie la cohérence de la base à la fin. En effet les index ne sont pas mis à jour pour chaque insertion ou modification, et aucun ordre n'est requis pour insérer ou supprimer des enregistrements.

Syntaxe

L'instruction `SET FOREIGN_KEY_CHECKS=0` permet de désactiver temporairement (jusqu'à la réactivation) toutes les contraintes référentielles d'une base.

N'essayez pas de désactiver l'intégrité référentielle avec l'option `DISABLE KEYS` de l'instruction `ALTER TABLE`. Cette option concerne les tables MyISAM et spécifie seulement de ne pas mettre à jour les index non uniques.

Exemple

En considérant l'exemple suivant, désactivons les contraintes d'intégrité référentielle et tentons d'insérer des enregistrements ne respectant aucune contrainte (d'intégrité référentielle et autres).

Figure 3-7 *Avant la désactivation de contraintes*

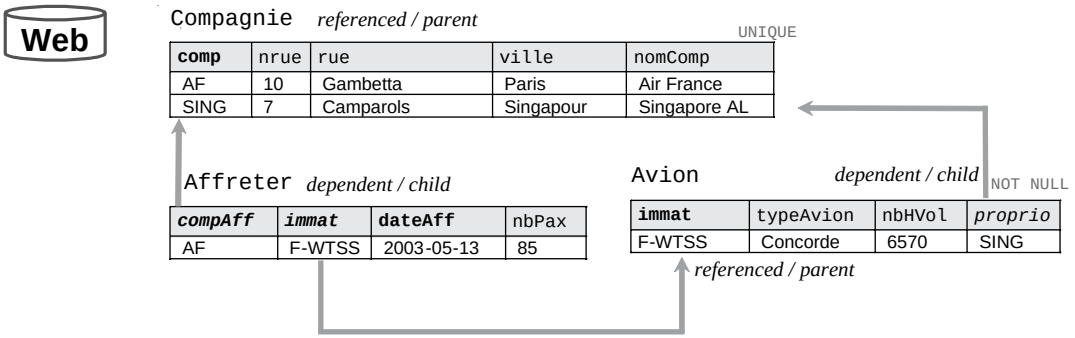


Tableau 3-3 Insertions après la désactivation de l'intégrité référentielle

Web

Instructions valides	Instructions non valides
mysql> **SET FOREIGN_KEY_CHECKS**=0;	
mysql> INSERT INTO Avion VALUES ('F-GLFS', 'TB-22', 500, **'Toto'**); Query OK, 1 row affected (0.04 sec)	mysql> INSERT INTO Compagnie VALUES ('GTR', 1, 'Brassens', 'Blagnac', **'Air France'**); ERROR **1062** (23000): Duplicate entry 'Air France' for key 2
mysql> INSERT INTO Avion VALUES (**'Bidon1'**, 'TB-21', 1000, 'AF'); Query OK, 1 row affected (0.10 sec)	mysql> INSERT INTO Avion VALUES ('Bidon1', 'TB-20', 2000, **NULL**); ERROR **1048** (23000): Column 'proprio' cannot be null
mysql> INSERT INTO Affreter VALUES ('AF', **'Toto'**, '2005-05-13', 0); Query OK, 1 row affected (0.10 sec)	mysql> INSERT INTO Avion VALUES ('F-GLFS', 'TB-21', 1000, 'AF'); ERROR **1062** (23000): Duplicate entry 'F-GLFS' for key 1
mysql> INSERT INTO Affreter VALUES (**'GTI'**, 'F-WTSS', '2005-11-07',10); Query OK, 1 row affected (0.02 sec)	
mysql> INSERT INTO Affreter VALUES (**'GTI'**, **'Toto'**, '2005-11-07',40); Query OK, 1 row affected (0.03 sec)	

On remarque bien que seules les clés étrangères ne sont plus vérifiées. Toute autre contrainte (`UNIQUE`, `PRIMARY KEY` et `NOT NULL`) reste active. L'état de la base est désormais comme suit.

Bien qu'il semble incohérent de réactiver les contraintes sans s'occuper au préalable des valeurs ne respectant pas l'intégrité référentielle (données notées en gras), nous verrons qu'il est possible de le faire.

Figure 3-8 *Après la désactivation des contraintes référentielles*

Compagnie

comp	nrue	rue	ville	nomComp
AF	10	Gambetta	Paris	Air France
SING	7	Camparols	Singapour	Singapore AL

Avion

immat	typeAvion	nbHVol	proprio
F-WTSS	Concorde	6570	SING
F-GLFS	TB-22	500	**Toto**

Affreter

compAff	immat	dateAff	nbPax
AF	F-WTSS	2003-05-13	82
AF	**Toto**	2005-05-13	0
GTI	F-WTSS	2005-11-07	10
GTI	**Toto**	2005-11-07	40

Réactivation des contraintes

L'instruction `SET FOREIGN_KEY_CHECKS=1` permet de réactiver toutes les contraintes référentielles d'une base.

N'essayez pas de désactiver l'intégrité référentielle avec l'option `ENABLE KEYS` de l'instruction `ALTER TABLE`. Cette option concerne les tables MyISAM et spécifie de mettre à jour les index non uniques.

Syntaxe

La réactivation totale de l'intégrité référentielle de la base se programme ainsi :

```
mysql> SET FOREIGN_KEY_CHECKS=1;
```

L'intégrité est assurée de nouveau mais ne concerne que les mises à jour à venir (ajouts d'enregistrements, modifications de colonnes et suppressions d'enregistrements). Les éventuelles données présentes dans les tables qui ne vérifient pas l'intégrité sont toujours en base !

Récupération de données erronées

Il n'existe pas pour l'heure de méthode de récupération automatique comme Oracle le propose, par exemple, avec la directive `EXCEPTIONS INTO` de l'instruction `ALTER TABLE`. En conséquence, il faut programmer des requêtes d'extraction (étudiées au chapitre 4) qui permettent des recherches d'enregistrements sous critères.

Le tableau suivant décrit les deux requêtes à programmer afin d'extraire les enregistrements posant problème. Ici nous extrayons les avions qui référencent une compagnie inexistante, et les affrètements qui référencent une compagnie inexistante ou un avion inexistant. Une fois

extraits, il faudra statuer pour chacun d'eux entre une modification de telle ou telle colonne ou bien une suppression. Il apparaît que quatre enregistrements ne respectent pas des contraintes.

Tableau 3-4 Enregistrements posant problème

Table Avion

```
mysql> SELECT immat,proprio FROM Avion
     WHERE proprio NOT IN
      (SELECT comp FROM Compagnie);

+--------+---------+
| immat  | proprio |
+--------+---------+
| F-GLFS | Toto    |
+--------+---------+
```

Table Affreter

```
mysql> SELECT compAff,immat,dateAff
  FROM Affreter WHERE compAff NOT IN
        (SELECT comp FROM Compagnie)
   OR immat NOT IN
         (SELECT immat FROM Avion);
+---------+--------+------------+
| compAff | immat  | dateAff    |
+---------+--------+------------+
| GTI     | F-WTSS | 2005-11-07 |
| AF      | Toto   | 2005-05-13 |
| GTI     | Toto   | 2005-11-07 |
+---------+--------+------------+
```

Désactivez de nouveau l'intégrité référentielle avant de modifier les enregistrements ne vérifiant pas les contraintes, car, sinon, certaines modifications cohérentes ne pourraient avoir lieu à cause de la vérification référentielle sur des valeurs erronées (dans notre exemple si on veut modifier la compagnie 'GTI' du dernier affrètement, l'erreur portera sur la colonne immat).

Dans notre exemple, choisissons :

- D'affecter la compagnie 'AF' aux avions appartenant à des compagnies non référencées dans la table `Avion`. Notez qu'il faut compléter par deux espaces le code compagnie (`CHAR`, inutile s'il avait été `VARCHAR`), et qu'on utilise la même requête que précédemment.

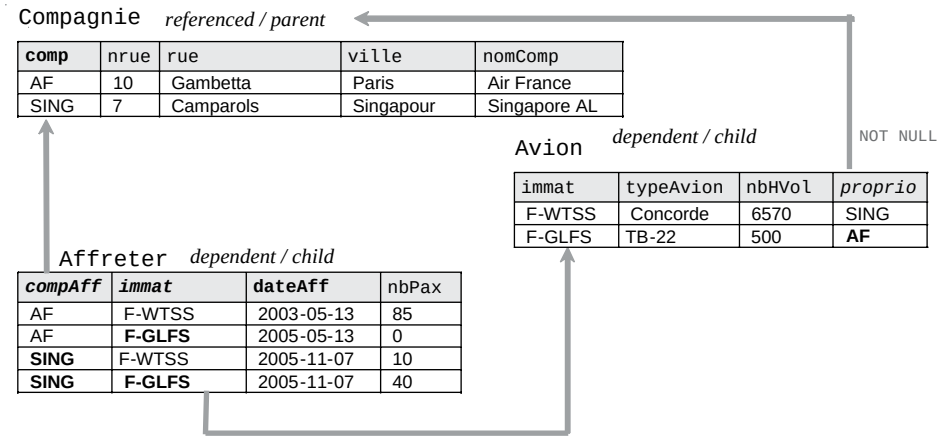
```
SET FOREIGN_KEY_CHECKS=0;
UPDATE Avion SET proprio = 'AF  '
       WHERE proprio NOT IN (SELECT comp FROM Compagnie);
```

- De modifier la compagnie 'GTI' par la compagnie 'SING' dans la table `Affreter` et toute immatriculation d'avion inexistant en 'F-GLFS'.

```
UPDATE Affreter SET compAff ='SING' WHERE compAff = 'GTI ';
UPDATE Affreter SET immat='F-GLFS'
       WHERE immat NOT IN (SELECT immat FROM Avion);
```

Maintenant, il conviendra de réactiver l'intégrité référentielle. L'état de la base avec les contraintes réactivées est le suivant (les mises à jour sont en gras) :

Figure 3-9 *Tables après modifications et réactivation des contraintes*



Contraintes différées

Les contraintes que nous avons étudiées jusqu'à maintenant sont des contraintes immédiates (*immediate*) qui sont contrôlées après chaque instruction. Une contrainte est dite « différée » (*deferred*) si elle déclenche sa vérification seulement à la fin de la transaction (première instruction `commit` rencontrée). Pour l'heure, MySQL avec InnoDB ne propose pas ce mode de programmation.

Exercices

Les objectifs de ces exercices sont :

- d'ajouter et de modifier des colonnes ;
- d'ajouter des contraintes ;
- de traiter les erreurs.

Exercice 3.1 Ajout de colonnes

Écrire le script `évolution.sql` qui contient les instructions nécessaires pour ajouter les colonnes suivantes (avec `ALTER TABLE`). Le contenu de ces colonnes sera modifié ultérieurement.

Tableau 3-5 Données de la table `Installer`

Table	Nom, type et signification des nouvelles colonnes
`Segment`	`nbSalle TINYINT(2)` : nombre de salles par défaut = 0. `nbPoste TINYINT(2)` : nombre de postes par défaut = 0.
`Logiciel`	`nbInstall TINYINT(2)` : nombre d'installations par défaut = 0.
`Poste`	`nbLog TINYINT(2)` : nombre de logiciels installés par défaut = 0.

Vérifier la structure et le contenu de chaque table avec `DESCRIBE` et `SELECT`.

Exercice 3.2 Modification de colonnes

Dans ce même script, rajouter les instructions nécessaires pour :

- augmenter la taille dans la table `Salle` de la colonne `nomSalle` (passer à `VARCHAR(30)`) ;
- diminuer la taille dans la table `Segment` de la colonne `nomSegment` à `VARCHAR(15)` ;
- tenter de diminuer la taille dans la table `Segment` de la colonne `nomSegment` à `VARCHAR(14)`. Pourquoi la commande n'est-elle pas possible ?

Vérifier la structure et le contenu de chaque table avec `DESCRIBE` et `SELECT`.

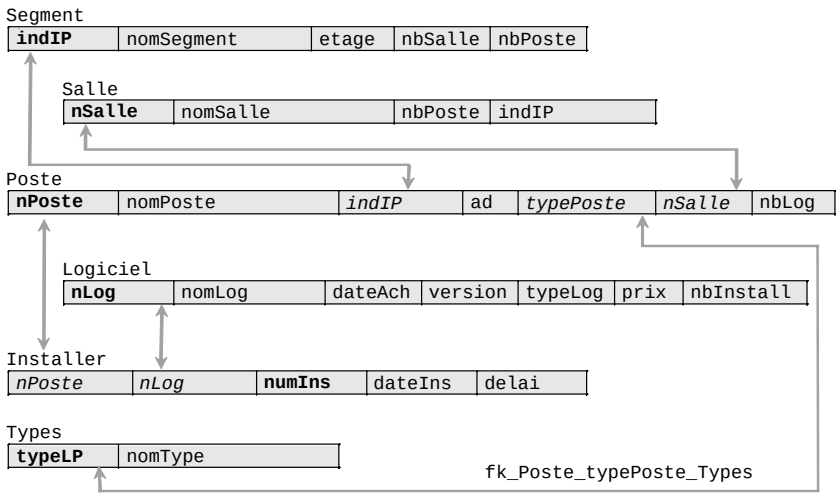
Exercice 3.3 Ajout de contraintes

Ajouter la contrainte afin de s'assurer qu'on ne puisse installer plusieurs fois le même logiciel sur un poste de travail donné.

Ajouter les contraintes de clés étrangères pour assurer l'intégrité référentielle (avec `ALTER TABLE… ADD CONSTRAINT…`) entre les tables suivantes. Adopter les conventions recommandées dans le chapitre 1 (comme indiqué pour la contrainte entre `Poste` et `Types`).

Si l'ajout d'une contrainte référentielle renvoie une erreur, vérifier les enregistrements des tables « pères » et « fils » (notamment au niveau de la casse des chaînes de caractères, 'Tx' est différent de 'TX' par exemple).

Figure 3-10 *Contraintes référentielles à créer*

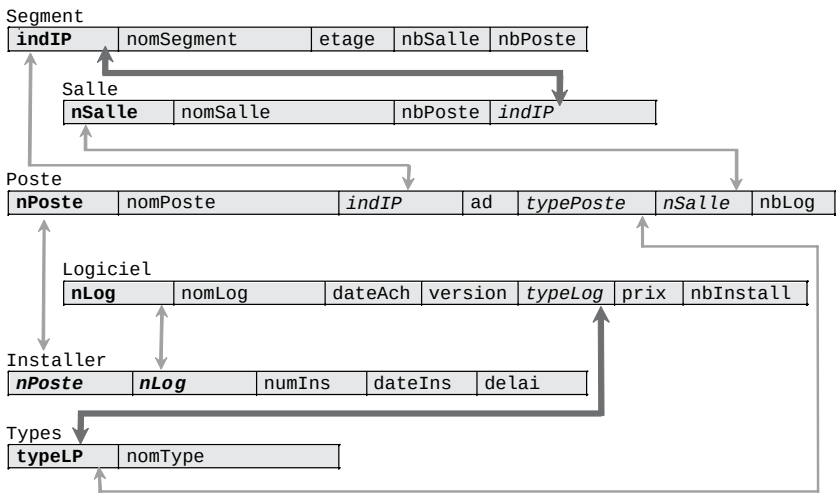


Modifier le script SQL de destruction des tables (`dropParc.sql`) en fonction des nouvelles contraintes. Lancer ce script puis tous ceux écrits jusqu'ici.

Exercice 3.4 Traitements des erreurs

Tentez d'ajouter les contraintes de clés étrangères entre les tables `Salle` et `Segment` et entre `Logiciel` et `Types` (en gras dans le schéma suivant).

Figure 3-11 *Contraintes référentielles à créer*



La mise en place de ces contraintes doit renvoyer une erreur car :

- Il existe des salles ('s22' et 's23') ayant un numéro de segment inexistant dans la table `Segment`.
- Il existe un logiciel ('log8') dont le type n'est pas référencé dans la table `Types`.

Extraire les enregistrements qui posent problème (numéro des salles pour le premier cas, numéro de logiciel pour le second). Supprimer les enregistrements de la table `Salle` qui posent problème. Ajouter le type de logiciel ('`BeOS`', '`Système Be`') dans la table `Types`.

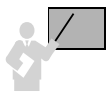
Exécuter à nouveau l'ajout des deux contraintes de clé étrangère. Vérifier que les instructions ne renvoient plus d'erreur et que les deux requêtes d'extraction ne renvoient aucune donnée.

Chapitre 4

Interrogation des données

Ce chapitre traite de l'aspect le plus connu du langage SQL qui concerne l'extraction des données par requêtes (nom donné aux instructions `SELECT`). Une requête permet de rechercher des données dans une ou plusieurs tables ou vues, à partir de critères simples ou complexes. Les instructions `SELECT` peuvent être exécutées dans l'interface de commande (voir les exemples de ce chapitre) ou au sein d'un programme SQL (procédure cataloguée), PHP, Java, C, etc.

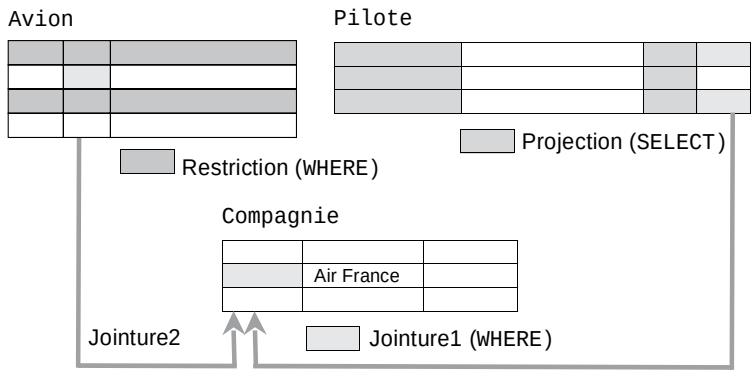
Généralités



L'instruction `SELECT` est une commande déclarative (elle décrit ce que l'on cherche sans expliquer le moyen d'opérer). À l'inverse, une instruction procédurale (comme un programme) développerait le moyen pour réaliser l'extraction de données (comme le chemin à emprunter entre des tables ou une itération pour parcourir un ensemble d'enregistrements).

La figure suivante schématise les principales fonctionnalités de l'instruction `SELECT`. Celle-ci est composée d'une directive `FROM` qui précise la (les) table(s) interrogée(s), et d'une directive `WHERE` qui contient les critères.

Figure 4-1 *Possibilités de l'instruction SELECT*



- La restriction qui est programmée dans le `WHERE` de la requête permet de restreindre la recherche à une ou plusieurs lignes. Dans notre exemple une restriction répond à la question : « *Quels sont les avions de type A320 ?* ».
- La projection qui est programmée dans le `SELECT` de la requête permet d'extraire une ou plusieurs colonnes. Dans notre exemple elle répond à la question : « *Quels sont les numéros de brevet et les nombres d'heures de vol de tous les pilotes ?* ».
- La jointure qui est programmée dans le `WHERE` de la requête permet d'extraire des données de différentes tables en les reliant deux à deux (le plus souvent à partir de contraintes référentielles). Dans notre exemple la première jointure répond à la question « *Quels sont les numéros de brevet et nombres d'heures de vol des pilotes de la compagnie de nom Air France ?* ». La deuxième jointure répond à la question : « *Quels sont les avions de la compagnie de nom Air France ?* ».

En combinant ces trois fonctionnalités, toute question logique devrait trouver en théorie une réponse par une ou plusieurs requêtes. Les questions trop complexes peuvent être programmées à l'aide des vues (chapitre 5) ou par traitement (programmes mélangeant requêtes et instructions procédurales).

Syntaxe (SELECT)

Pour pouvoir extraire des enregistrements d'une table, il faut que celle-ci soit dans votre base ou que vous ayez reçu le privilège `SELECT` sur la table.

La syntaxe SQL simplifiée de l'instruction `SELECT` est la suivante :

```
SELECT [ { DISTINCT | DISTINCTROW } | ALL ] listeColonnes
 FROM nomTable1 [,nomTable2]...
 [ WHERE condition ]
 [ clauseRegroupement ]
 [ HAVING condition ]
 [ clauseOrdonnancement ]
 [ LIMIT [rangDépart,] nbLignes ] ;
```

Nous détaillerons chaque option à l'aide d'exemples au cours de ce chapitre.

Pseudotable

La pseudotable est une table qui n'a pas de nom et qui est utile pour évaluer une expression de la manière suivante : « `SELECT expression;` ». Les résultats fournis seront uniques (si aucune jointure ou opérateur ensembliste ne sont employés dans l'interrogation).

Tableau 4-1 Extraction d'expressions

Besoin	Requête et résultat
Aucun, utilisation probablement la plus superflue.	`mysql> SELECT 'Il reste encore beaucoup de pages?';` `+-----------------------------------+` `| Il reste encore beaucoup de pages? |` `+-----------------------------------+` `| Il reste encore beaucoup de pages? |` `+-----------------------------------+`
J'ai oublié ma montre !	`mysql> SELECT SYSDATE() "Maintenant : ";` `+---------------------+` `| Maintenant :  |` `+---------------------+` `| 2005-11-07 09:15:46 |` `+---------------------+`
Pour les matheux qui voudraient retrouver le résultat de 2^{14}, le carré du cosinus de 3π sur 2 et e^1.	`mysql> SELECT POWER(2,14),` `POWER(COS(135*3.14159265359/180),2) "Environ"` `,EXP(1);` `+-------------+------------------+----------------+` `| POWER(2,14) | Environ  | EXP(1)  |` `+-------------+------------------+----------------+` `|  16384 | 0.50000000000015 | 2.718281828459 |` `+-------------+------------------+----------------+`

Projection (éléments du SELECT)

Étudions la partie de l'instruction `SELECT` qui permet de programmer l'opérateur de projection (surligné dans la syntaxe suivante) :

```
SELECT [ { DISTINCT | DISTINCTROW } | ALL ] listeColonnes
 FROM nomTable [aliasTable]
[ clauseOrdonnancement ]
[ LIMIT [rangDépart,] nbLignes ];
```

- `DISTINCT` et `DISTINCTROW` jouent le même rôle, à savoir ne pas inclure les duplicatas.
- `ALL` prend en compte les duplicatas (option par défaut).
- *`listeColonnes`* : `{ * | expression1 [[AS] alias1 ] [, expression2 [[AS] alias2 ]...}`
  - `*` : extrait toutes les colonnes de la table.
  - *`expression`* : nom de colonne, fonction SQL, constante ou calcul.
  - *`alias`* : renomme l'expression (nom valable pendant la durée de la requête).
- `FROM` désigne la table (qui porte un alias ou non) à interroger.

- *clauseOrdonnancement* : tri sur une ou plusieurs colonnes ou expressions.
- `LIMIT` pour limiter le nombre de lignes après résultat.

Interrogeons la table suivante en utilisant chaque option:

Figure 4-2 *Table Pilote*

Pilote

brevet	nom	nbHVol	compa
PL-1	Gratien Viel	450	AF
PL-2	Didier Donsez	0	AF
PL-3	Richard Grin	1000	SING
PL-4	Placide Fresnais	2450	CAST
PL-5	Daniel Vielle		AF

VARCHAR(6) VARCHAR(16) DECIMAL(7,2) CHAR(4)

Extraction de toutes les colonnes

L'extraction de toutes les colonnes d'une table requiert l'utilisation du symbole « * ».

Tableau 4-2 Utilisation de « * »

Web

Requête SQL	Résultat

```
mysql> SELECT *
   FROM Pilote;
```

```
+--------+------------------+---------+-------+
| brevet | nom              | nbHVol  | compa |
+--------+------------------+---------+-------+
| PL-1   | Gratien Viel     |  450.00 | AF    |
| PL-2   | Didier Donsez    |    0.00 | AF    |
| PL-3   | Richard Grin     | 1000.00 | SING  |
| PL-4   | Placide Fresnais | 2450.00 | CAST  |
| PL-5   | Daniel Vielle    |    NULL | AF    |
+--------+------------------+---------+-------+
```

Extraction de certaines colonnes

La liste des colonnes à extraire se trouve dans la clause `SELECT`.

Tableau 4-3 Liste de colonnes

Web

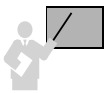
Requête SQL	Résultat

```
SELECT compa, brevet FROM Pilote;
```

```
+-------+--------+
| compa | brevet |
+-------+--------+
| AF    | PL-1   |
| AF    | PL-2   |
| SING  | PL-3   |
| CAST  | PL-4   |
| AF    | PL-5   |
+-------+--------+
```

Alias

Les alias permettent de renommer des colonnes à l'affichage ou des tables dans la requête. Les alias de colonnes sont utiles pour les calculs.



L'utilisation de la directive AS est facultative (pour se rendre conforme à SQL2).

Il faut préfixer les colonnes par l'alias de la table lorsqu'il existe.

Tableau 4-4 Alias (colonnes et tables)

Alias de colonnes

```
SELECT compa AS c1,
       nom AS NometPrenom, brevet c3
   FROM Pilote;
```

```
+------+------------------+------+
| c1   | NometPrenom      | c3   |
+------+------------------+------+
| AF   | Gratien Viel     | PL-1 |
| AF   | Didier Donsez    | PL-2 |
| SING | Richard Grin     | PL-3 |
| CAST | Placide Fresnais | PL-4 |
| AF   | Daniel Vielle    | PL-5 |
+------+------------------+------+
```

Alias de table

```
SELECT aliasPilotes.compa AS c1,
       aliasPilotes.nom
    FROM Pilote aliasPilotes;
```

```
+------+------------------+
| c1   | nom              |
+------+------------------+
| AF   | Gratien Viel     |
| AF   | Didier Donsez    |
| SING | Richard Grin     |
| CAST | Placide Fresnais |
| AF   | Daniel Vielle    |
+------+------------------+
```

Il semble préférable d'utiliser la directive AS afin qu'il n'y ait pas d'ambiguïté dans l'expression (oubli d'une virgule) `SELECT col1 col2 FROM nomTable` où MySQL interprétera la seconde colonne comme un alias de la première.

Duplicatas

Les directives `DISTINCT` ou `DISTINCTROW` éliminent les éventuels duplicatas. Pour la deuxième requête, les écritures « `DISTINCT compa` », « `DISTINCTROW(compa)` » et « `DISTINCTROW compa` » sont équivalentes. La notation entre parenthèses est nécessaire lorsque l'on désire éliminer des duplicatas par paires, triplets, etc.

Tableau 4-5 Gestion des duplicatas

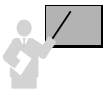
Avec duplicata

```
SELECT compa FROM Pilote;

+-------+
| compa |
+-------+
| AF    |
| AF    |
| SING  |
| CAST  |
| AF    |
+-------+
```

Sans duplicata

```
SELECT DISTINCT(compa) FROM Pilote;

+-------+
| compa |
+-------+
| AF    |
| SING  |
| CAST  |
+-------+
```

Expressions et valeurs nulles



Il est possible d'évaluer et d'afficher simultanément des expressions dans la clause SELECT (types numériques, DATE et DATETIME).

Les opérateurs arithmétiques sont évalués par ordre de priorité (*, /, + et -).

Le résultat d'une expression comportant une valeur NULL est évalué à NULL.

Nous avons déjà étudié les opérations sur les dates et intervalles (chapitre 2). Dans l'exemple suivant, l'expression `10*nbHVol+5/2` est calculée en multipliant par 10 le nombre d'heures de vol, puis en ajoutant le résulat de 5 divisé par 2. Dans le second exemple, on convertit le moment actuel (année, mois, jour, heures, minutes et secondes) en un entier.

Tableau 4-6 Expressions numériques

Requête

```
SELECT brevet, nbHVol,
  nbHVol*nbHVol AS auCarre,
  10*nbHVol+5/2
  FROM Pilote;
```

Résultat

```
+--------+---------+--------------+---------------+
| brevet | nbHVol  | auCarre      | 10*nbHVol+5/2 |
+--------+---------+--------------+---------------+
| PL-1   |  450.00 |  202500.0000 |     4502.5000 |
| PL-2   |    0.00 |       0.0000 |        2.5000 |
| PL-3   | 1000.00 | 1000000.0000 |    10002.5000 |
| PL-4   | 2450.00 | 6002500.0000 |    24502.5000 |
| PL-5   |    NULL |         NULL |          NULL |
+--------+---------+--------------+---------------+
```

Requête

```
SELECT SYSDATE()+0 ;
```

Résultat

```
+----------------+
| SYSDATE()+0    |
+----------------+
| 20051107145522 |
+----------------+
```

Ordonnancement

Pour trier le résultat d'une requête, il faut spécifier la clause d'ordonnancement par `ORDER BY` de la manière suivante :

```
ORDER BY
{ expression1 | position1 | alias1 } [ASC | DESC]
[,{expr2 | position2 | alias2} [ASC | DESC]
```

- *`expression`* : nom de colonne, fonction SQL, constante, calcul.
- *`position`* : entier qui désigne l'expression (au lieu de la nommer) dans son ordre d'apparition dans la clause `SELECT`.
- `ASC` ou `DESC` : tri ascendant ou descendant (par défaut `ASC`).

Dans l'exemple suivant, on remarque que la valeur `NULL` est considérée comme plus petite que 0.

Tableau 4-7 Ordonnancement

Options par défaut

```
mysql> SELECT brevet, nom
       FROM Pilote ORDER BY nom;

+--------+------------------+
| brevet | nom              |
+--------+------------------+
| PL-5   | Daniel Vielle    |
| PL-2   | Didier Donsez    |
| PL-1   | Gratien Viel     |
| PL-4   | Placide Fresnais |
| PL-3   | Richard Grin     |
+--------+------------------+
```

Ordre décroissant (et `NULL`)

```
mysql> SELECT brevet,nbHVol
       FROM Pilote ORDER BY nbHvol DESC;

+--------+---------+
| brevet | nbHVol  |
+--------+---------+
| PL-4   | 2450.00 |
| PL-3   | 1000.00 |
| PL-1   |  450.00 |
| PL-2   |    0.00 |
| PL-5   |    NULL |
+--------+---------+
```

Concaténation

L'opérateur de concaténation se programme à l'aide de la fonction `CONCAT` qui admet deux chaînes de caractères en paramètre. Cette fonction permet de concaténer différentes expressions (colonnes, calculs, résultats de fonctions SQL ou constantes), sous réserve d'éventuelles conversions (*casting*). La colonne résultante est considérée comme une chaîne de caractères.

L'exemple suivant présente un alias dans l'en-tête de colonne ("`Embauche`") qui met en forme les résultats. La concaténation concerne deux colonnes et la constante `"vole pour"`.

Tableau 4-8 Concaténation

Requête	Résultat

```
SELECT brevet,
 CONCAT(nom,' vole pour ',compa)
 AS "Embauche" FROM Pilote;
```

```
+--------+--------------------------------+
| brevet | Embauche                       |
+--------+--------------------------------+
| PL-1   | Gratien Viel vole pour AF      |
| PL-2   | Didier Donsez vole pour AF     |
| PL-3   | Richard Grin vole pour SING    |
| PL-4   | Placide Fresnais vole pour CAST |
| PL-5   | Daniel Vielle vole pour AF     |
+--------+--------------------------------+
```

Insertion multiligne

Nous pouvons maintenant décrire l'insertion multiligne évoquée au chapitre précédent. Dans l'exemple suivant, il s'agit d'insérer tous les pilotes de la table `Pilote` (en considérant le nom, le nombre d'heures de vol et la compagnie) dans la table `NomsetHVoldesPilotes` :

Tableau 4-9 Insertion multiligne

Création et insertion	Requête et résultat

```
CREATE TABLE
 NomsetHVoldesPilotes
 (nom VARCHAR(16),
   nbHVol DECIMAL(7,2),
    compa CHAR(4));

INSERT INTO NomsetHVoldesPilotes
      SELECT nom,nbHVol,compa
           FROM Pilote;
```

```
mysql> SELECT * FROM NomsetHVoldesPilotes;
+------------------+---------+-------+
| nom              | nbHVol  | compa |
+------------------+---------+-------+
| Gratien Viel     |  450.00 | AF    |
| Didier Donsez    |    0.00 | AF    |
| Richard Grin     | 1000.00 | SING  |
| Placide Fresnais | 2450.00 | CAST  |
| Daniel Vielle    |    NULL | AF    |
+------------------+---------+-------+
```

Notez que les instructions (`CREATE TABLE` et `INSERT`...) peuvent être programmées en une instruction (option `AS SELECT` de la commande `CREATE TABLE`) :

```
CREATE TABLE NomsetHVoldesPilotes AS SELECT nom, nbHVol, compa
FROM Pilote;
```

Limitation du nombre de lignes

Pour limiter le nombre de lignes à extraire à partir du résultat d'une requête, il faut spécifier la clause `LIMIT` de la manière suivante :

```
LIMIT [rangDépart,] nbLignes
```

Le premier entier précise le rang de la première ligne sélectionnée (en fonction du tri du résultat). Le second entier indique le nombre maximum de lignes à extraire. La première ligne est considérée comme présente au rang 0. Ainsi « `LIMIT n` » équivaut à « `LIMIT 0,n` ». L'exemple suivant illustre deux utilisations de la clause `LIMIT` :

Tableau 4-10 Limitation des résultats

Requête	Résultat
Deuxième et troisième (ordre de clé) pilote. `SELECT * FROM Pilote LIMIT 1,2;`	+--------+--------------+---------+-------+ | brevet | nom | nbHVol | compa | +--------+--------------+---------+-------+ | PL-2 | Didier Donsez | 0.00 | AF | | PL-3 | Richard Grin | 1000.00 | SING | +--------+--------------+---------+-------+
Les deux pilotes les plus expérimentés (par ordre du nombre d'heures de vol). `SELECT * FROM Pilote ORDER BY nbHvol DESC LIMIT 2;`	+--------+-----------------+---------+-------+ | brevet | nom | nbHVol | compa | +--------+-----------------+---------+-------+ | PL-4 | Placide Fresnais | 2450.00 | CAST | | PL-3 | Richard Grin | 1000.00 | SING | +--------+-----------------+---------+-------+

Restriction (WHERE)

Les éléments de la clause `WHERE` d'une requête permettent de programmer l'opérateur de restriction. Cette clause limite la recherche aux enregistrements qui respectent une condition simple ou complexe. Cette section s'intéresse à la partie surlignée de l'instruction `SELECT` suivante :

```
SELECT [ { DISTINCT | DISTINCTROW } | ALL ] listeColonnes
  FROM nomTable [aliasTable]
  [ WHERE condition ] ;
```

- *`condition`* composée de colonnes, d'expressions, de constantes liées deux à deux entre des opérateurs :
  - de comparaison (>, =, <, >=, <=, <>) ;
  - logiques (`NOT`, `AND` ou `OR`) ;
  - intégrés (`BETWEEN`, `IN`, `LIKE`, `IS NULL`).

Interrogeons la table suivante en utilisant chaque catégorie d'opérateur :

Figure 4-3 *Table Pilote*

Pilote

brevet	nom	nbHVol	prime	compa
PL-1	Gratien Viel	450	500	AF
PL-2	Didier Donsez	0		AF
PL-3	Richard Grin	1000	90	SING
PL-4	Placide Fresnais	2450	500	CAST
PL-5	Daniel Vielle	400	600	SING
PL-6	Francoise Tort		0	CAST

Opérateurs de comparaison

Le tableau suivant décrit des requêtes pour lesquelles la clause `WHERE` contient des opérateurs de comparaison.

Les écritures « `prime=500` » et « `(prime=500)` » sont équivalentes. Les écritures « `prime<>500` » et « `NOT (prime=500)` » sont équivalentes. Les parenthèses sont utiles pour composer des conditions.

Notez l'utilisation du simple guillemet pour comparer des chaînes de caractères.

Tableau 4-11 Égalité, inégalité et comparaison

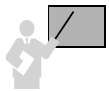
Égalité

```
SELECT brevet, nom AS "Prime 500"
       FROM Pilote WHERE prime = 500;
+--------+------------------+
| brevet | Prime 500        |
+--------+------------------+
| PL-1   | Gratien Viel     |
| PL-4   | Placide Fresnais |
+--------+------------------+

SELECT brevet, nom "de Air-France"
       FROM Pilote WHERE compa = 'AF';
+--------+---------------+
| brevet | de Air-France |
+--------+---------------+
| PL-1   | Gratien Viel  |
| PL-2   | Didier Donsez |
+--------+---------------+
```

Comparaison et inégalité

```
SELECT brevet, nom, prime
       FROM Pilote WHERE prime <= 400 ;

+--------+----------------+-------+
| brevet | nom            | prime |
+--------+----------------+-------+
| PL-3   | Richard Grin   |    90 |
| PL-6   | Francoise Tort |     0 |
+--------+----------------+-------+

SELECT brevet, nom, prime FROM Pilote
       WHERE prime <> 500 ;
+--------+----------------+-------+
| brevet | nom            | prime |
+--------+----------------+-------+
| PL-3   | Richard Grin   |    90 |
| PL-5   | Daniel Vielle  |   600 |
| PL-6   | Francoise Tort |     0 |
+--------+----------------+-------+
```

Opérateurs logiques



- L'ordre de priorité des opérateurs logiques est NOT, AND et OR.
- Les opérateurs de comparaison (>, =, <, >=, <=, <>) sont prioritaires par rapport à NOT.
- Les parenthèses permettent de modifier ces règles de priorité.

La première requête de l'exemple suivant contient une condition composée de trois prédicats qui sont évalués par ordre de priorité (d'abord AND puis OR). La conséquence est l'affichage des pilotes de la compagnie 'SING' avec les pilotes de 'AF' ayant moins de 500 heures de vol.

La deuxième requête force la priorité avec les parenthèses (AND et OR sur le même pied d'égalité). La conséquence est l'affichage des pilotes ayant moins de 500 heures de vol des compagnies 'SING' et 'AF'.

Tableau 4-12 Opérateurs logiques

Web

Requête	Résultat sous SQL*Plus
`SELECT brevet, nom, compa` `FROM Pilote WHERE` `(compa = 'SING' OR` `compa = 'AF' AND nbHVol < 500);`	`+--------+---------------+-------+` `| brevet | nom | compa |` `+--------+---------------+-------+` `| PL-1 | Gratien Viel | AF |` `| PL-2 | Didier Donsez | AF |` `| PL-3 | Richard Grin | SING |` `| PL-5 | Daniel Vielle | SING |` `+--------+---------------+-------+`
`SELECT brevet, nom, compa` `FROM Pilote WHERE` `((compa = 'SING' OR compa = 'AF')` `AND nbHVol < 500);`	`+--------+---------------+-------+` `| brevet | nom | compa |` `+--------+---------------+-------+` `| PL-1 | Gratien Viel | AF |` `| PL-2 | Didier Donsez | AF |` `| PL-5 | Daniel Vielle | SING |` `+--------+---------------+-------+`

Opérateurs intégrés

Les opérateurs intégrés sont BETWEEN, IN, LIKE et IS NULL.

Tableau 4-13 Opérateurs intégrés

Web

Opérateur	Exemple
`BETWEEN` *`limiteInf AND limiteSup`* teste l'appartenance à un intervalle de valeurs.	`SELECT brevet, nom, nbHVol FROM Pilote` `  WHERE nbHVol BETWEEN 399 AND 1000;` `+--------+--------------+---------+` `| brevet | nom  | nbHVol  |` `+--------+--------------+---------+` `| PL-1  | Gratien Viel  |  450.00 |` `| PL-3  | Richard Grin  | 1000.00 |` `| PL-5  | Daniel Vielle |  400.00 |` `+--------+--------------+---------+`
`IN (`*`listeValeurs`*`)` compare une expression avec une liste de valeurs.	`SELECT brevet, nom, compa FROM Pilote` `  WHERE compa IN ('CAST', 'SING');` `+--------+-----------------+-------+` `| brevet | nom  | compa |` `+--------+-----------------+-------+` `| PL-3  | Richard Grin  | SING  |` `| PL-4  | Placide Fresnais | CAST  |` `| PL-5  | Daniel Vielle  | SING  |` `| PL-6  | Francoise Tort  | CAST  |` `+--------+-----------------+-------+`
`LIKE (`*`expression`*`)` compare de manière générique des chaînes de caractères à une expression. Le symbole % remplace un ou plusieurs caractères. Le symbole _ remplace un caractère. Ces symboles peuvent se combiner. Utilisez de préférence des colonnes `VARCHAR` ou complétez si nécessaire par des blancs jusqu'à la taille maximale pour des `CHAR`.	`SELECT brevet, nom, compa FROM Pilote` `  WHERE compa LIKE ('%A%');` `+--------+-----------------+-------+` `| brevet | nom  | compa |` `+--------+-----------------+-------+` `| PL-1  | Gratien Viel  | AF  |` `| PL-2  | Didier Donsez  | AF  |` `| PL-4  | Placide Fresnais | CAST  |` `| PL-6  | Francoise Tort  | CAST  |` `+--------+-----------------+-------+` `SELECT brevet, nom, compa FROM Pilote` `  WHERE compa LIKE ('A_');` `+--------+--------------+-------+` `| brevet | nom  | compa |` `+--------+--------------+-------+` `| PL-1  | Gratien Viel  | AF  |` `| PL-2  | Didier Donsez | AF  |` `+--------+--------------+-------+`
`IS NULL` compare une expression (colonne, calcul, constante) à la valeur `NULL`. La négation s'écrit soit « *expression* `IS NOT NULL` » soit « `NOT` (*expression* `IS NULL`) ».	`SELECT nom, prime, nbHVol FROM Pilote` `  WHERE prime IS NULL  OR nbHVol IS NULL ;` `+----------------+-------+--------+` `| nom  | prime | nbHVol |` `+----------------+-------+--------+` `| Didier Donsez  |  NULL |  0.00 |` `| Francoise Tort |  0 |  NULL |` `+----------------+-------+--------+`

Alias

Il n'est pas permis d'utiliser un alias de colonne dans la clause WHERE. Cette recommandation de la norme s'explique par le fait que certaines expressions pourraient ne pas être déterminées pendant que la condition WHERE est évaluée.

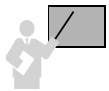
Ainsi, la requête suivante renvoie une erreur alors qu'elle ne contient pourtant pas d'expression litigieuse. Il faudra ici remplacer « c1 » par « aliasDesPilotes.compa ».

```
mysql> SELECT aliasDesPilotes.compa AS c1, aliasDesPilotes.nom
            FROM Pilote aliasDesPilotes WHERE c1 = 'AF';
ERROR 1054 (42S22): Unknown column 'c1' in 'where clause'
```

Fonctions

MySQL propose un grand nombre de fonctions qui s'appliquent dans les clauses SELECT ou WHERE d'une requête. La syntaxe générale d'une fonction est la suivante :

```
nomFonction(colonne1 | expression1 [,colonne2 | expression2 …])
```



- Une fonction monoligne agit sur une ligne à la fois et ramène un résultat par ligne. On distingue quatre familles de fonctions monolignes : caractères, numériques, dates et conversions de types de données. Ces fonctions peuvent se combiner entre elles (exemple : MAX(COS(ABS(n))) désigne le maximum des cosinus de la valeur absolue de la colonne n).
- Une fonction multiligne (fonction d'agrégat) agit sur un ensemble de lignes pour ramener un résultat (voir la section *Regroupements*).

Caractères

Interrogeons la table suivante en utilisant des fonctions pour les caractères :

Figure 4-4 *Table Pilote*

Pilote

brevet	prenom	nom	surnom	compa
PL-1	Gratien	viel	dba	AF
PL-2	Didier	donsez	smith	AF
PL-3	richard	Grin	Faucon	SING
PL-4	placide	Fresnais	cool	CAST
PL-5	Daniel	vielle	jones	SING
PL-6	Francoise	tort	NormaleSup	CAST

La plupart des fonctions pour les caractères acceptent une chaîne de caractères en paramètre de nature CHAR ou VARCHAR. Le tableau suivant décrit les principales fonctions :

Tableau 4-14 Fonctions pour les caractères

Fonction	Objectif	Exemple
ASCII(*c*)	Retourne le caractère ASCII équivalent.	`ASCII('A') donne 65`
CHAR(*n*)	Retourne le caractère équivalent dans le jeu de caractères en cours.	`CHR(161) || CHR(162) donne íó`
CONCAT(*c1,c2*)	Concatène deux chaînes.	`SELECT CONCAT( CONCAT(nom,' vole pour '), compa) "Personnel" FROM Pilote;` `+------------------------------+` `| Personnel |` `+------------------------------+` `| viel travaille pour AF |` `| ... |`
FIELD(*c,c1,c2…*)	Retourne l'index qui correspond à la première égalité entre *c* et *c1*, *c* et *c2*, etc. 0 si aucune égalité n'est trouvée.	`SELECT FIELD('Air', 'air', 'Airbus', 'Air') "Attention à la casse!";` `+-----------------------+` `| Attention à la casse! |` `+-----------------------+` `| 1 |` `+-----------------------+`
INSERT(*c1,pos,t,c2*)	Modifie la chaîne *c1* en insérant *t* caractères de la sous-chaîne *c2* à partir de la position *pos*.	`SELECT INSERT('Compxxxie : Airbus ',5, 3, 'agn') "Qui?";` `+----------------------+` `| Qui? |` `+----------------------+` `| Compagnie : Airbus |` `+----------------------+`
INSTR(*c1,c2*)	Premier indice d'une sous-chaîne *c1* dans une chaîne *c2*. Exemple : indice de 'Air' dans la chaîne.	`SELECT INSTR('Infos-Air : AirBus pour Air-France','Air') "Indice";` `+--------+` `| Indice |` `+--------+` `| 7 |` `+--------+`

Tableau 4-14 Fonctions pour les caractères *(suite)*

Fonction	Objectif	Exemple
LOWER(*c*)	Tout en minuscules.	`SELECT CONCAT(LOWER(prenom),' ', LOWER(nom)) "Etat civil" FROM Pilote WHERE compa = 'SING';` `+---------------+` `| Etat civil |` `+---------------+` `| richard grin |` `| daniel vielle |`
LOCATE(*c1,c2,pos*)	Premier indice d'une sous-chaîne *c1* dans une chaîne *c2* à partir de la position *pos*. Exemple : indice de 'Air' dans la chaîne à partir du 9e caractère.	`SELECT LOCATE('Air','Infos-Air : AirBus pour Air-France',9) "Indice après 9";` `+----------------+` `| Indice après 9 |` `+----------------+` `| 13 |` `+----------------+`
LENGTH(*c*)	Longueur de la chaîne.	`SELECT LENGTH('Infos-Air : AirBus pour Air-France') "Taille";` `+--------+` `| Taille |` `+--------+` `| 35 |` `+--------+`
LEFT(*c,n*)	Extrait les *n* premiers caractères à *c* en partant de la gauche.	`SELECT LEFT('A380 à BlagnacB747B747',14) "Bye les Jumbo";` `+----------------+` `| Bye les Jumbo |` `+----------------+` `| A380 à Blagnac |` `+----------------+`
LPAD(*c1,n,c2*)	Insertion à gauche de *c2* dans *c1* sur *n* caractères.	`SELECT LPAD('Rien',20,'-.-') "sur 20";` `+----------------------+` `| sur 20 |` `+----------------------+` `| -.-.-.-.-.-.-Rien |` `+----------------------+`
REPLACE(*c1,c2,c3*)	Recherche les *c2* présentes dans *c1* et les remplace par *c3*.	`SELECT REPLACE('Matra et Aerospatiale', 'Matra','EADS') "Changement";` `+----------------------+` `| Changement |` `+----------------------+` `| EADS et Aerospatiale |` `+----------------------+`

Tableau 4-14 Fonctions pour les caractères *(suite)*

Fonction	Objectif	Exemple
REVERSE(*c*)	Retourne la chaîne renversée.	`SELECT REVERSE('cangalB à 083A') "Miroir";` `+----------------+` `| Miroir |` `+----------------+` `| A380 à Blagnac |` `+----------------+`
RIGHT(*c,n*)	Extrait les *n* derniers caractères à *c* en partant de la droite.	`SELECT RIGHT('B747B747A380 à Blagnac',14) "Bye les Jumbo";;` `+----------------+` `| Bye les Jumbo |` `+----------------+` `| A380 à Blagnac |` `+----------------+`
RPAD(*c1,n,c2*)	Insertion à droite de *c2* dans *c1* sur *n* caractères.	`SELECT RPAD('Rien',19,'-.-') "sur 19";` `+---------------------+` `| sur 19 |` `+---------------------+` `| Rien-.--.--.--.--.- |` `+---------------------+`
SOUNDEX(*c*)	Extrait la phonétique d'une expression (*in english only !*).	`SELECT nom, surnom, compa FROM Pilote` `WHERE SOUNDEX(surnom) IN` `(SOUNDEX('SMYTHE'),SOUNDEX('John'));` `+--------+--------+-------+` `| nom | surnom | compa |` `+--------+--------+-------+` `| donsez | **smith** | AF |` `| vielle | **jone** | SING |` `+--------+--------+-------+`
SUBSTR(*c*,*n*,[*t*])	Extraction de la sous-chaîne *c* commençant à la position *n* sur *t* caractères.	`SELECT` `SUBSTR('Air France à Blagnac Con!',12,9)` `"Où ça?";` `+-----------+` `| Où ça? |` `+-----------+` `| à Blagnac |` `+-----------+`

Tableau 4-14 Fonctions pour les caractères *(suite)*

Fonction	Objectif	Exemple
`TRIM(c1 FROM c2)`	Enlève les caractères *c1* à la chaîne *c2* (options `LEADING` et `TRAILING` pour préciser le sens du découpage). Existent aussi `LTRIM` et `RTRIM` qui enlèvent des espaces respectivement au début ou à la fin d'une chaîne.	`SELECT` **`TRIM`**`('B' FROM 'BA380 à BlagnacBBBBB') "Bye les Jumbo";` `+----------------+` `| Bye les Jumbo  |` `+----------------+` `| A380 à Blagnac |` `+----------------+`
`UPPER`	Tout en majuscules.	`SELECT CONCAT(` **`UPPER`**`(prenom) ,' ',` **`UPPER`**`(nom) ) "Pilotes de CAST"` `FROM Pilote WHERE compa = 'CAST';` `+------------------+` `| Pilotes de CAST  |` `+------------------+` `| PLACIDE FRESNAIS |` `| FRANCOISE TORT   |` `+------------------+`

Numériques

En plus des opérateurs arithmétiques disponibles dans les langages de programmation (`+`, `-`, `*`, `/` et `DIV` pour la division entière), MySQL supporte un grand nombre de fonctions numériques.

Tableau 4-15 Fonctions numériques

Fonction	Objectif	Exemple
`ABS(n)`	Valeur absolue de *n*.	
`ACOS(n)`	Arc cosinus (*n* de -1 à 1), retour exprimé en radians (de 0 à pi).	
`ATAN(n)`	Arc tangente (∀ *n*), retour exprimé en radians (de -pi/2 à pi/2).	
`CEIL(n)`	Plus petit entier ≥ à *n*.	**`CEIL`**`(15.7)` retourne `16.`
`COS(n)`	Cosinus de *n* exprimé en radians de 0 à 2 pi .	**`COS`**`(60*PI()/180)` retourne `0.5.`
`COT(n)`	Cotangente de *n* exprimée en radians.	**`COT`**`(30*PI()/180)` retourne `1.7320508075689.`
`DEGREES(n)`	Conversion de radians en degrés.	**`DEGREES`**`(PI()/2)` retourne `90.`

Tableau 4-15 Fonctions numériques *(suite)*

Fonction	Objectif	Exemple
`EXP(n)`	*e* (2.71828183) à la puissance *n*.	
`FLOOR(n)`	Plus grand entier ≤ à *n*.	`FLOOR(15.7)` retourne `15.`
`LN(n)`	Logarithme népérien de *n*.	
`LOG(n)(m,n)`	Logarithme de *n* dans une base *m*.	
`MOD(m,n)`	Reste de la division entière de *m* par *n*.	
`POW(m,n)`	*m* puissance *n*.	
`RADIANS(n)`	Conversion de degrés en radians.	`RADIANS(90)` retourne `1.5707963267949`.
`RAND()`	Flottant aléatoire (à 14 décimales) entre 0 et 1.	`ROUND(17.567,2)` retourne `17,57.`
`ROUND(m,n)`	Arrondi à une ou plusieurs décimales.	`ROUND(17.567,2)` retourne `17,57.`
`SIGN(n)`	Retourne le signe d'un nombre (-1, 0 ou 1).	
`SIN(n)`	Sinus de *n* exprimé en radians de 0 à 2 pi.	`SIN(30*PI()/180)` retourne 0.5.
`SINH(n)`	Sinus hyperbolique de *n*.	
`SQRT(n)`	Racine carrée de *n*.	
`TAN(n)`	Tangente de *n* exprimée en radians de 0 à 2 pi.	
`TRUNCATE(n,m)`	Coupure de *n* à *m* décimales.	`TRUNC(15.79,1)` retourne `15.7.`

Fonction pour les bits

Les opérateurs suivants sont disponibles jusqu'à 64 bits (`BIGINT`). On peut en utiliser certains en passant des paramètres en base 10, en binaire ou de type chaîne de caractères.

Tableau 4-16 Fonctions pour les bits

Fonction	Objectif	Exemple
OR : `|`	OU bits à bits.	`b'0100' | b'1100'` retourne 12.
AND : `&`	ET bits à bits.	`b'0100' & b'1100'` retourne 4.
XOR : `^`	OU exclusif bits à bits.	`b'0100' ^ b'1100'` retourne 8.
SHL : `<<`	Décalage à gauche de *n* positions.	`3 << 2` retourne 12.
SHR : `>>`	Décalage à droite de *n* positions.	`b'0100' >> 2` retourne 1.
Complément à 1 : `~`	Inversion de chaque bit.	`3+(~3+1)` retourne 1 (ici on programme le complément à 2).
`BIN(n)`	Chaîne qui représente la valeur binaire de *n*.	`BIN(12)` retourne `'1100'`.

Tableau 4-16 Fonctions pour les bits *(suite)*

Fonction	Objectif	Exemple
`BIT_LENGTH(c)`	Taille de la chaîne en bits.	`BIT_LENGTH('GTR')` retourne 24 (3 octets).
`HEX(ns)`	Chaîne en hexadécimal représentant *ns* (nombre ou chaîne).	`HEX(254)` retourne 'FE'.
`OCT(n)`	Chaîne en octal représentant *n*.	`OCT(12)` retourne 14.
`OCTET_LENGTH(c)`	Synonyme de `LENGTH()`.	
`UNHEX(c)`	Fonction inverse de `HEX`.	`UNHEX('53514C')` retourne 'SQL'.

Dates

Le tableau suivant décrit les principales fonctions pour les dates :

Tableau 4-17 Fonctions pour les dates

Fonction	Objectif	Retour
`ADDDATE(date,n)`	Ajoute *n* jours à une date (heure).	`DATE` ou `DATETIME`
`ADDTIME(date1,date2)`	Ajoute les deux dates avec *date1* `TIME` ou `DATETIME`, et *date2* `TIME`.	`TIME` ou `DATETIME`
`CURDATE()`, `CURRENT_DATE` ou `CURRENT_DATE()`	Date courante ('`YYYY-MM-DD`' ou `YYYYM-MDD`).	`INT` ou `DATE`
`CURTIME()`, `CURRENT_TIME` ou `CURRENT_TIME()`	Heure courante (`'HH:MM:SS'` or `HHMMSS`).	`INT` ou `DATE`
`CURRENT_TIMESTAMP`, `CURRENT_TIMES-TAMP()`ou `NOW()`	Date et heure courantes ('`YYYY-MM-DD HH:MM:SS`' ou `YYYYMMDDHHMMS`).	`INT` ou `DATETIME`
`DATE(datet)`	Extrait une date à partir d'une expression de type `DATETIME`.	`DATE`
`DATEDIFF(date1,date2)`	Nombre entier de jours entre les 2 dates.	`INT`
`DATE_ADD(date,INTERVAL expr type)`	Ajoute un intervalle à une date (heure). *expr* désigne un intervalle. *type* indique comment interpréter le format de l'expression (voir tableau suivant).	`DATE` ou `DATETIME`
`DATE_FORMAT(date,format)`	Présente la date selon un format (voir tableau suivant).	`VARCHAR`
`DATE_SUB(date,INTERVAL expr type)`	Soustrait un intervalle à une date (heure) Mêmes paramètres que `DATE_ADD`.	`DATE` ou `DATETIME`
`DAYNAME(date)`	Nom du jour en anglais.	`VARCHAR`
`DAY(date)` ou `DAYOFMONTH(date)`	Numéro du jour dans le mois (0 à 31).	`INT`
`DAYOFYEAR(date)`	Numéro du jour dans l'année (0 à 366).	`INT`

Tableau 4-17 Fonctions pour les dates *(suite)*

Fonction	Objectif	Retour
EXTRACT(*type* FROM *date*)	Extrait une partie d'une date selon un type d'intervalle (comme pour DATE_ADD).	INT
FROM_DAYS(*n*)	Retourne une date à partir d'un nombre de jours (le calendrier année 0 débute à *n*=365).	DATE
FROM_UNIXTIME(*nunix*[,*format*])	Retourne une date (heure) à partir d'une estampille Unix (nombre de jours depuis le 1/1/1970). Utilisation possible d'un format.	INT ou DATETIME
HOUR(*time*)	Extrait l'heure d'un temps.	INT
LAST_DAY(*date*)	Dernier jour du mois d'une date (heure).	DATE
LOCALTIME, LOCALTIME(), LOCALTIMESTAMP, LOCALTIMESTAMP()	Synonymes de NOW().	
MAKEDATE(*annee*,*njour*)	Construit une date à partir d'une année et d'un nombre de jours (>0, si *njour*>365, l'année s'incrémente automatiquement).	DATE
MAKETIME(*heure*,*minute*,*seconde*)	Construit une heure.	TIME
MICROSECOND(*date*)	Extrait les microsecondes d'une date-heure.	INT
MINUTE(*time*)	Extrait les minutes d'un temps.	INT
MONTH(*date*), MONTHNAME(*date*)	Retourne respectivement le numéro et le nom du mois d'une date-heure.	INT, VARCHAR
NOW()	Date et heure courantes au format 'YYYY-MM-DD HH:MM:SS' ou YYYYMMDDHHMMSS.	DATETIME ou INT
PERIOD_DIFF(*int1*,*int2*)	Nombre de mois séparant les deux dates au format YYMM or YYYYMM.	INT
SECOND(time)	Extrait les secondes d'un temps.	INT
SEC_TO_TIME(*secondes*)	Construit une heure au format 'HH:MM:SS' ou HHMMSS.	TIME ou INT
STR_TO_DATE(*c*,*format*)	Construit une date (heure) selon un certain format. C'est l'inverse de DATE_FORMAT().	DATE ou DATETIME ou TIME
SUBDATE(*date*,*n*)	Retranche *n* jours à une date (heure).	DATE ou DATETIME
SUBTIME(*date1*,*date2*)	Retranche *date2* (TIME) à *date1* (TIME ou DATETIME).	TIME ou DATETIME
SYSDATE()	Date et heure courantes au format 'YYYY-MM-DD HH:MM:SS' ou YYYYMMDDHHMMSS (différence avec NOW voir chapitre 1).	DATETIME ou INT
TIME(*datetime*)	Extrait le temps d'une date-heure.	TIME

Tableau 4-17 Fonctions pour les dates *(suite)*

Fonction	Objectif	Retour
`TIMEDIFF(`*tdate1*`,`*tdate2*`)`	Temps entre 2 temps ou 2 dates ou 2 dates-heure.	`TIME`
`TIMESTAMP(`*date*`)`	Construit une estampille à partir d'une date (heure).	`TIMESTAMP`
`TIMESTAMPADD(`*intervalle*`,`*int*`,`*date*`)`	Ajoute à la date (heure) un intervalle (*int*) du type `FRAC_SECOND`, `SECOND`, `MINUTE`, `HOUR`, `DAY`, `WEEK`, `MONTH`, `QUARTER`, ou `YEAR`.	`TIMESTAMP`
`TIMESTAMPDIF(`*intervalle*`,`*int*`,`*date*`)`	Retranche à la date (heure) un intervalle du type (idem précédent).	`TIMESTAMP`
`TIME_TO_SEC(`*time*`)`	Retourne le nombre de secondes équivalent au temps.	`INT`
`TO_DAYS(`*date*`)`	Retourne un nombre de jours à partir d'une date ('`YYYY-MM-DD`' ou `YYYYMMDD`). Inverse de `FROM_DAYS()`.	`INT`
`UNIX_TIMESTAMP(`*date*`)`	Retourne le nombre de secondes depuis le 1/1/1970 jusqu'à la date (heure) passée en paramètre (ou entier au format `YYMMDD` `YYYYMMDD`). Inverse de `FROM_UNIX-TIME()`.	`INT`
`UTC_DATE()`, `UTC_TIME()`, `UTC_TIMES-TAMP()`	Retournent respectivement la date, l'heure et l'estampille au méridien de Greenwich.	`DATE`, `TIME`, `DATETIME`
`WEEKDAY(`*date*`)`	Numéro du jour (0 : *lundi*, 1 : *mardi*, ... 6 : *dimanche*) d'une date (heure).	`INT`
`WEEKOFYEAR(`*date*`)`	Numéro de la semaine en cours (1 à 53).	`INT`

Tableau 4-18 Paramètres d'intervalles pour les fonctions DATE_ADD et DATE_SUB

Paramètre *type*	Paramètre *expr*
MICROSECOND	*n*
SECOND	*n*
MINUTE	*n*
HOUR	*nn*
DAY	*nn*
WEEK	*n*
MONTH	*nn*
YEAR	*nnnn*
SECOND_MICROSECOND	'ss.microsec'
MINUTE_MICROSECOND	'mi.microsec'
MINUTE_SECOND	'mi:ssS'
HOUR_MICROSECOND	'hh.microsec'
HOUR_SECOND	'hh:mi:ss'
HOUR_MINUTE	'hh:mi'
DAY_MICROSECOND	'dd.microsec'
DAY_SECOND	'dd hh:mi:ss'
DAY_MINUTE	'dd hh:mi'
DAY_HOUR	'dd hh'
YEAR_MONTH	'yyyy-mm'

Tableau 4-19 Principaux formats pour les fonctions DATE_FORMAT et STR_TO_DATE

Format	Description
%a	Nom du jour en anglais abrévié (Sun..Sat)
%b	Nom du mois en anglais abrévié (Jan..Dec)
%c	Mois (0..12)
%e	Jour du mois (0..31)
%f	Microsecondes (000000..999999)
%H	Heures (00..23)
%i	Minutes (00..59)
%j	Jour de l'année (001..366)
%M	Nom du mois en anglais (January..December)
%s	Secondes (00..59)
%T	*Time* sur 24 heures (hh:mm:ss)
%u	Numéro de semaine (00..53)
%W	Nom du jour en anglais (Sunday..Saturday)
%w	Jour de la semaine (0=Sunday..6=Saturday)
%Y	Année sur 4 positions

Quelques exemples d'utilisation (date du jour : mercredi 9 novembre 2005) sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 4-20 Exemples de fonctions pour les dates

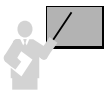
Web

Besoin et fonction	Résultat
Date dans 31 jours. `SELECT ADDDATE('2005-11-9', 31);`	`+--------------------------+` `| ADDDATE('2005-11-9', 31) |` `+--------------------------+` `| 2005-12-10 |` `+--------------------------+`
1 jour et 1 microseconde après le 9/11/2005, 11 heures, 1 microseconde. `SELECT ADDTIME('2005-11-09 22:59:59.999999','1 0:0:0.000001') "exemple ADDTIME";`	`+----------------------------+` `| exemple ADDTIME |` `+----------------------------+` `| 2005-11-10 23:00:00.000000 |` `+----------------------------+`
Rendez-vous dans 4 mois. `SELECT DATE_ADD(CURRENT_TIMESTAMP, INTERVAL '4' MONTH) "RDV";`	`+---------------------+` `| RDV |` `+---------------------+` `| 2006-03-09 17:07:33 |` `+---------------------+`
Rendez-vous dans 7 jours, 1 heure et 30 minutes. `SELECT DATE_ADD(CURRENT_TIMESTAMP, INTERVAL '7 01:30:00' DAY_SECOND) "RDV 1sem 1h30";`	`+---------------------+` `| RDV 1sem 1h30 |` `+---------------------+` `| 2005-11-16 18:53:03 |` `+---------------------+`
Aujourd'hui en anglais. `SELECT DATE_FORMAT(SYSDATE(), '%W %d %M %Y') %Y') "Today in English";`	`+----------------------------+` `| Today in English |` `+----------------------------+` `| Wednesday 09 November 2005 |` `+----------------------------+`
Extraction au format numérique du jour, heures et minutes. `SELECT EXTRACT(DAY_MINUTE FROM '2005-11-09 01:02:03') "DAY_MINUTE";`	`+------------+` `| DAY_MINUTE |` `+------------+` `| 90102 |` `+------------+`

Conversions

MySQL autorise des conversions de types implicites ou explicites.

Implicites

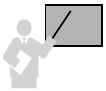


Il est possible d'affecter, dans une expression ou dans une instruction SQL (INSERT, UPDATE...), une donnée de type numérique (ou date-heure) à une donnée de type VARCHAR (ou CHAR). Il en va de même pour l'affectation d'une colonne VARCHAR par une donnée de type date-heure (ou numérique). On parle ainsi de conversions implicites.

Pour preuve, le script suivant ne renvoie aucune erreur :

```
CREATE TABLE   Test (c1 DECIMAL(6,3), c2 DATE   ,c3 VARCHAR(1), c4
CHAR);
INSERT INTO Test VALUES ('548.45', '20060116', 3, 5);
```

Explicites



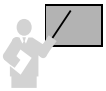
Une conversion est dite « explicite » quand on utilise une fonction à cet effet. Les fonctions de conversion les plus connues sont CAST et CONVERT (qui respectent la syntaxe de la norme SQL).

Les fonctions de conversion sont décrites dans le tableau suivant :

Tableau 4-21 Fonctions de conversion

Fonction	Conversion	Exemple
BINARY(*expr*)	L'expression en bits.	Pour le premier pilote de notre dernier exemple, le test `BINARY(brevet)` = `BINARY('pl-1')` renverra faux.
CAST(*expression AS typeMySQL*)	L'expression dans le type en paramètre (BINARY, CHAR, DATE, DATETIME, DECIMAL, SIGNED, TIME, UNSIGNED).	`CAST(2 AS CHAR)` retourne '2'.
CONVERT(*c, jeu-car*)	La chaîne *c* dans le jeu de caractères passé en paramètre.	`CONVERT('A E I Ø' USING cp850)` jeu de caractère DOS, retourne "? Ê Í ?".

Comparaisons



MySQL compare deux variables entre elles en suivant les règles suivantes :

- Si l'une des deux valeurs est NULL, la comparaison retourne NULL (sauf pour l'opérateur <=> qui renvoie vrai si les deux valeurs sont NULL).
- Si les deux valeurs sont des chaînes, elles sont comparées en tant que telles.
- Si les deux valeurs sont des numériques, elles sont comparées en tant que telles.
- Les valeurs hexadécimales sont traitées comme des chaînes de bits si elles ne sont pas comparées à des numériques.
- Si l'une des valeurs est TIMESTAMP ou DATETIME et si l'autre est une constante, cette dernière est convertie en TIMESTAMP.
- Dans les autres cas, les valeurs sont comparées comme des numériques (flottants).

Énumérations

Nous avons vu au chapitre 2 comment manipuler les deux types d'énumérations que MySQL propose (ENUM et SET). Étudions à présent quelques fonctions relatives à ces types.

Type ENUM

Chaque valeur de l'énumération est associée à un indice commençant à 1. Ainsi il est possible de retrouver la position d'une valeur au sein de son énumération comme l'illustre l'exemple suivant, décrit au chapitre 2.

Tableau 4-22 Exemples d'extraction d'indices d'une énumération ENUM

Web

Table et données	Extraction
Figure 4-5 *Table et données colonne ENUM*	`mysql> SELECT nom, diplome, diplome+0 FROM UnCursus ;`

UnCursus

num	nom	{diplome}
E1	F. Brouard	BTS
E2	F. Degrelle	Licence

ENUM
BTS, DUT, Licence INSA

```
+-------------+---------+-----------+
| nom         | diplome | diplome+0 |
+-------------+---------+-----------+
| F. Brouard  | BTS     |         1 |
| F. Degrelle | Licence |         3 |
+-------------+---------+-----------+
```

L'indice d'une valeur vide (colonne valuée à ('') ou '' dans `l'INSERT`) est 0, celui d'une valeur NULL est NULL.

Type SET

Il est possible d'extraire des enregistrements en comparant des ensembles entre eux ou en testant l'appartenance d'éléments au sein d'une énumération SET. L'exemple suivant (décrit au chapitre 2) illustre deux possibilités d'extraction.

Tableau 4-23 Exemples d'extration d'une énumération SET

Table et données	Extraction

Figure 4-6 Table et données colonne SET

Cursus

num	nom	{diplomes}
E1	F. Brouard	BTS, Licence
E2	F. Degrelle	Licence, INSA , DUT
E0	F. Peyrard	INSA, DUT

SET
BTS, DUT, Licence INSA

```
SELECT nom, diplomes FROM Cursus
 WHERE
  FIND_IN_SET('Licence',diplomes)>0;

+-------------+------------------+
| nom         | diplomes         |
+-------------+------------------+
| F. Brouard  | BTS,Licence      |
| F. Degrelle | DUT,Licence,INSA |
+-------------+------------------+

SELECT nom, diplomes FROM Cursus
  WHERE diplomes = 'BTS,Licence';
+------------+-------------+
| nom        | diplomes    |
+------------+-------------+
| F. Brouard | BTS,Licence |
+------------+-------------+
```

Il est possible d'écrire des extractions basées sur l'opérateur LIKE (exemple : « SELECT … FROM Cursus WHERE diplomes LIKE ('%Licence%') »). Cela n'est cependant pas recommandé, car le mot 'Licence' peut être présent dans l'ensemble non pas en tant qu'élément, mais en tant que sous-chaîne d'un élément.

Autres fonctions

D'autres fonctions n'appartenant pas à la classification précédente sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 4-24 Autres fonctions

Fonction	Objectif	Exemple
DEFAULT(*colonne*)	Valeur par défaut d'une colonne (NULL si aucune).	
FORMAT(*numerique,nb*)	Formate un nombre arrondi à *nb* décimales de la manière suivante :'#,###,###.##'.	**FORMAT**(1234567.8901, 1) retourne '1,234,567.9'.
GREATEST(*expression[, expression]...*)	Retourne la plus grande des expressions.	**GREATEST**('Raffarin','Chirac','X-Men') retourne 'X-Men'.

Tableau 4-24 Autres fonctions *(suite)*

Fonction	Objectif	Exemple
`LEAST(expression[, expression]...)`	Retourne la plus petite des expressions.	`LEAST('Villepin','Sarkozy','X-Men')` retourne `'Sarkozy'`.
`NULLIF(expr1,expr2)`	Si *expr1* = *expr2* retourne `NULL`, sinon retourne *expr1*.	`NULLIF('Raffarine','Parafine')` retourne `'Raffarine'`.
`IFNULL(expr1,expr2)`	Convertit *expr1* susceptible d'être nul en une valeur réelle (*expr2*).	`IFNULL(diplome,'Aucun !')` retourne `'Aucun !'` si `diplome` est `NULL`.

Regroupements

Cette section traite à la fois des regroupements de lignes (agrégats) et des fonctions de groupe (ou multilignes). Nous étudierons les parties surlignées de l'instruction `SELECT` suivante :

```
SELECT [ { DISTINCT | DISTINCTROW } | ALL ] listeColonnes
FROM nomTable [ WHERE condition ]
 [ clauseRegroupement ]
 [ HAVING condition ]
 [ clauseOrdonnancement ]
 [ LIMIT [rangDépart,] nbLignes ] ;
```

- *listeColonnes* : peut inclure des expressions (présentes dans la clause de regroupement) ou des fonctions de groupe.
- *clauseRegroupement* : `GROUP BY (expression1[,expression2]...)` permet de regrouper des lignes selon la valeur des expressions (colonnes, fonction, constante, calcul).
- `HAVING` *condition* : pour inclure ou exclure des lignes aux groupes (la condition ne peut faire intervenir que des expressions du `GROUP BY`).
- *ClauseOrdonnancement* : déjà étudié (`ORDER BY` dans la section Projection/Ordonnancement).

Interrogeons la table suivante en composant des regroupements et en appliquant des fonctions de groupe :

Figure 4-7 *Table Pilote*

`Pilote`

brevet	nom	nbHVol	prime	embauche	typeAvion	compa
PL-1	Gratien Viel	450	500	1965-02-05	A320	AF
PL-2	Didier Donsez	0		1995-05-13	A320	AF
PL-3	Richard Grin	1000		2001-09-11	A320	SING
PL-4	Placide Fresnais	2450	500	2001-09-21	A330	SING
PL-5	Daniel Vielle	400	600	1965-01-16	A340	AF
PL-6	Francoise Tort		0	2000-12-24	A340	CAST

Fonctions de groupe

Nous étudions dans cette section les fonctions usuelles. D'autres sont proposées pour manipuler des cubes (*datawarehouse*).

Le tableau suivant présente les principales fonctions. L'option `DISTINCT` évite les duplicatas (pris en compte sinon par défaut). À l'exception de `COUNT`, toutes les fonctions ignorent les valeurs `NULL` (il faudra utiliser `IFNULL` pour contrer cet effet).

Tableau 4-25 Fonctions de groupe

Fonction	Objectif
`AVG([DISTINCT] expr)`	Moyenne de *expr* (nombre).
`COUNT({* | [DISTINCT ] expr})`	Nombre de lignes (* toutes les lignes, *expr* pour les colonnes non nulles).
`GROUP_CONCAT(expr)`	Composition d'un ensemble de valeurs.
`MAX([DISTINCT] expr)`	Maximum de *expr* (nombre, date, chaîne).
`MIN([DISTINCT] expr)`	Minimum de *expr* (nombre, date, chaîne).
`STDDEV(expr)`	Écart type de *expr* (nombre).
`SUM([DISTINCT] expr)`	Somme de *expr* (nombre).
`VARIANCE(expr)`	Variance de *expr* (nombre).

Utilisées sans `GROUP BY`, ces fonctions s'appliquent à la totalité ou à une seule partie d'une table comme le montrent les exemples suivants :

Tableau 4-26 Exemples de fonctions de groupe

Fonction	Exemples
`AVG`	Moyenne des heures de vol et des primes des pilotes de la compagnie 'AF'. `SELECT AVG(nbHVol), AVG(prime) FROM Pilote WHERE compa = 'AF';` `+-------------+------------+` `| AVG(nbHVol) | AVG(prime) |` `+-------------+------------+` `|  283.333333 |   550.0000 |` `+-------------+------------+`
`COUNT`	Nombre de pilotes, d'heures de vol et de primes (toutes et distinctes) recensées dans la table. `SELECT COUNT(*), COUNT(nbHVol), COUNT(prime), COCOUNT(DISTINCT prime) FROM Pilote;` `+----------+--------------+-------------+----------------------+` `| COUNT(*) | COUNT(nbHVol) | COUNT(prime) | COUNT(DISTINCT prime) |` `+----------+--------------+-------------+----------------------+` `|        6 |            5 |           4 |                    3 |` `+----------+--------------+-------------+----------------------+`

Tableau 4-26 Exemples de fonctions de groupe *(suite)*

Fonction	Exemples
GROUP_ CONCAT	Nom des pilotes de la compagnie 'AF'. `SELECT compa, GROUP_CONCAT(nom) FROM Pilote GROUP BY compa;` `+-------+----------------------------------------+` `| compa | GROUP_CONCAT(nom) |` `+-------+----------------------------------------+` `| AF | Gratien Viel,Didier Donsez,Daniel Vielle |` `| CAST | Francoise Tort |` `| SING | Richard Grin,Placide Fresnais |` `+-------+----------------------------------------+`
MAX – MIN	Nombre d'heures de vol le plus élevé, date d'embauche la plus récente. Nombre d'heures de vol le moins élevé, date d'embauche la plus ancienne. `SELECT MAX(nbHVol), MAX(embauche) "Date+", MIN(prime), MIN(embauche) "Date-" FROM Pilote;` `+-------------+------------+------------+------------+` `| MAX(nbHVol) | Date+ | MIN(prime) | Date- |` `+-------------+------------+------------+------------+` `| 2450.00 | 2001-09-21 | 0 | 1965-02-05 |` `+-------------+------------+------------+------------+`
STDEV – SUM – VARIANCE	Écart type des primes, somme des heures de vol, variance des primes des pilotes de la compagnie 'AF'. `SELECT STDDEV(prime), SUM(nbHVol), VARIANCE(prime) FROM Pilote WHERE compa = 'AF';` `+---------------+-------------+-----------------+` `| STDDEV(prime) | SUM(nbHVol) | VARIANCE(prime) |` `+---------------+-------------+-----------------+` `| 50.0000 | 850.00 | 2500.0000 |` `+---------------+-------------+-----------------+`

Étudions à présent ces fonctions dans le cadre de regroupements de lignes.

Étude du GROUP BY et HAVING

Le groupement de lignes dans une requête se programme au niveau surligné de l'instruction SQL suivante :

```
SELECT col1[, col2…], fonction1Groupe(…)[,fonction2Groupe(…)…]
 FROM nomTable [ WHERE condition ]
 GROUP BY {col1 | expr1 | position1} [,{col2... }]
 [ HAVING condition ]
[ORDER BY {col1 | expr1 | position1} [ASC | DESC] [,{col1 ... }] ];
```

- La clause `WHERE` de la requête permet d'exclure des lignes pour chaque groupement, ou de rejeter des groupements entiers. Elle s'applique donc à la totalité de la table.
- La clause `GROUP BY` liste les colonnes du groupement.
- La clause `HAVING` permet de poser des conditions sur chaque groupement.
- La clause `ORDER BY` permet de trier le résultat (déjà étudiée).

Les colonnes présentes dans le `SELECT` doivent apparaître dans le `GROUP BY`. Seules des fonctions ou expressions peuvent exister en plus dans le `SELECT`.

Les alias de colonnes ne peuvent pas être utilisés dans la clause `GROUP BY`.

Dans l'exemple suivant, en groupant sur la colonne `compa`, trois ensembles de lignes (groupements) sont composés. Il est alors possible d'appliquer des fonctions de groupe à chacun de ces ensembles (dont le nombre n'est pas précisé dans la requête ni limité par le système qui parcourt toute la table).

Figure 4-8 *Groupement sur la colonne compa*

`Pilote`

brevet	nom	nbHVol	prime	embauche	typeAvion	compa
PL-1	Gratien Viel	450	500	1965-02-05	A320	AF
PL-2	Didier Donsez	0		1995-05-13	A320	AF
PL-5	Daniel Vielle	400	600	1965-01-16	A340	AF
PL-6	Francoise Tort		0	2000-12-24	A340	CAST
PL-3	Richard Grin	1000		2001-09-11	A320	SING
PL-4	Placide Fresnais	2450	500	2001-09-21	A330	SING

Il est aussi possible de grouper sur plusieurs colonnes (par exemple ici sur les colonnes `compa` et `typeAvion` pour classifier les pilotes selon ces deux critères).

Utilisées avec `GROUP BY`, les fonctions s'appliquent désormais à chaque regroupement, comme le montrent les exemples suivants :

Tableau 4-27 Exemples de fonctions de groupe avec `GROUP BY`

Fonction	Exemples
AVG	Moyenne des heures de vol et des primes pour chaque compagnie. `SELECT compa, AVG(nbHVol), AVG(prime) FROM Pilote` `GROUP BY(compa);` `+-------+-------------+------------+` `| compa | AVG(nbHVol) | AVG(prime) |` `+-------+-------------+------------+` `| AF | 283.333333 | 550.0000 |` `| CAST | NULL | 0.0000 |` `| SING | 1725.000000 | 500.0000 |` `+-------+-------------+------------+`

Tableau 4-27 Exemples de fonctions de groupe avec GROUP BY *(suite)*

Fonction	Exemples
COUNT	Nombre de pilotes (et ceux qui ont de l'expérience du vol) par compagnie. `SELECT compa, COUNT(*), COUNT(nbHVol) FROM Pilote GROUP BY(compa) ;` `+-------+----------+---------------+` `| compa | COUNT(*) | COUNT(nbHVol) |` `+-------+----------+---------------+` `| AF | 3 | 3 |` `| CAST | 1 | 0 |` `| SING | 2 | 2 |` `+-------+----------+---------------+`
MAX	Nombre d'heures de vol le plus élevé, date d'embauche la plus récente pour chaque compagnie. `SELECT compa, MAX(nbHVol), MAX(embauche) "Date+" FROM Pilote GROUP BY(compa) ;` `+-------+-------------+------------+` `| compa | MAX(nbHVol) | Date+ |` `+-------+-------------+------------+` `| AF | 450.00 | 1995-05-13 |` `| CAST | NULL | 2000-12-24 |` `| SING | 2450.00 | 2001-09-21 |` `+-------+-------------+------------+`
STDEV – SUM (avec WHERE)	Écarts types des primes et sommes des heures de vol des pilotes volant sur 'A320' de chaque compagnie. `SELECT compa, STDDEV(prime), SUM(nbHVol) FROM Pilote WHERE typeAvion = 'A320' GROUP BY(compa) ;` `+-------+---------------+-------------+` `| compa | STDDEV(prime) | SUM(nbHVol) |` `+-------+---------------+-------------+` `| AF | 0.0000 | 450.00 |` `| SING | NULL | 1000.00 |` `+-------+---------------+-------------+`
Plusieurs colonnes dans le GROUP BY	Nombre de pilotes qualifiés par type d'appareil et par compagnie. `SELECT compa,typeAvion, COUNT(brevet) FROM Pilote GROUP BY compa,typeAvion ;` `+-------+-----------+---------------+` `| compa | typeAvion | COUNT(brevet) |` `+-------+-----------+---------------+` `| AF | A320 | 2 |` `| AF | A340 | 1 |` `| CAST | A340 | 1 |` `| SING | A320 | 1 |` `| SING | A330 | 1 |` `+-------+-----------+---------------+`

Tableau 4-27 Exemples de fonctions de groupe avec GROUP BY *(suite)*

Fonction	Exemples
GROUP BY et HAVING	Compagnies (et nombre de leurs pilotes) ayant plus d'un pilote. `SELECT compa, COUNT(brevet) FROM Pilote` `  GROUP BY(compa)` `  HAVING COUNT(brevet)>=2;` `+-------+---------------+` `| compa | COUNT(brevet) |` `+-------+---------------+` `| AF    |             3 |` `| SING  |             2 |` `+-------+---------------+`

Opérateurs ensemblistes

Une des forces du modèle relationnel repose sur le fait qu'il est fondé sur une base mathématique (théorie des ensembles). Le langage SQL devrait programmer les opérations binaires (entre deux tables) suivantes :

- **intersection** qui extrait des données présentes simultanément dans les deux tables ;
- **union** par les opérateurs UNION et UNION ALL qui fusionnent des données des deux tables ;
- **différence** qui extrait des données présentes dans une table sans être présentes dans la deuxième table ;
- **produit cartésien** par le fait de disposer de deux tables dans la clause FROM, ce qui permet de composer des combinaisons à partir des données des deux tables.

Restrictions

Seules des colonnes de même type (CHAR, VARCHAR, DATE, numériques, etc.) doivent être comparées avec des opérateurs ensemblistes.

L'intersection et la différence ne sont pas encore disponibles sous MySQL. La différence se programme à l'aide de DISTINCT et NOT IN, l'intersection à l'aide de DISTINCT et IN.

Attention, pour les colonnes CHAR, à veiller à ce que la taille soit identique entre les deux tables pour que la comparaison fonctionnne. Le nom des colonnes n'a pas d'importance. Il est possible de comparer plusieurs colonnes de deux tables.

Exemple

Étudions à présent chaque opérateur à partir de l'exemple composé des deux tables suivantes :

- `AvionsdeAF(immat CHAR(6), typeAvion CHAR(10), nbHVol DECIMAL(10,2))`
- `AvionsdeSING(immatriculation CHAR(6), typeAv CHAR(10), prixAchat DECIMAL(14,2))`

Il est vraisemblable que seules les deux premières colonnes doivent être comparées. Bien que permises par MySQL, la programmation de l'union, l'intersection ou la différence entre les prix des avions et les heures de vol (deux colonnes numériques) ne seraient pas valides d'un point de vue sémantique.

Figure 4-9 *Tables pour les opérateurs ensemblistes*

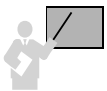
AviondeAF

immat	typeAvion	nbHVol
F-WTSS	Concorde	6570
F-GLFS	A320	3500
F-GTMP	A340	

AviondeSING

immatriculation	typeAv	PrixAchat
S-ANSI	A320	104 500
S-AVEZ	A320	156 000
S-SMILE	A330	198 000
F-GTMP	A340	204 500

Intersection



L'intersection entre deux ensembles homogènes se programme à l'aide d'une requête du type `SELECT DISTINCT` *ensemble1* `FROM` *Table1* `WHERE` *ensemble1* `IN (SELECT` *ensemble2* `FROM` *Table2*). Comme l'opérateur d'intersection, cette requête est commutative (*Table1* peut jouer le rôle de *Table2*, et *ensemble1* celui d'*ensemble2*).

Notez qu'à l'affichage le nom des colonnes est donné par la première requête. La deuxième fait apparaître deux colonnes dans le `SELECT`.

Tableau 4-28 Exemples d'intersections

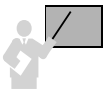
Besoin	Requête
Quels sont les types d'avions que les deux compagnies exploitent en commun ?	`SELECT DISTINCT typeAvion FROM AvionsdeAF WHERE typeAvion IN (SELECT typeAv FROM AviondeSING);` `+-----------+` `| typeAvion |` `+-----------+` `| A320 |` `| A340 |` `+-----------+`

Tableau 4-28 Exemples d'intersections *(suite)*

Besoin	Requête
Quels sont les avions qui sont exploités par les deux compagnies en commun ?	`SELECT DISTINCT immatriculation ,typeAv` `  FROM AvionsdeSING` `  WHERE immatriculation IN` `  (SELECT immat FROM AvionsdeAF)` `  AND typeAv IN` `  (SELECT typeAvion FROM AvionsdeAF);` `+-----------------+--------+` `| immatriculation | typeAv |` `+-----------------+--------+` `| F-GTMP | A340 |` `+-----------------+--------+`

Si vous voulez continuer ce raisonnement en vous basant sur trois compagnies, il suffit d'ajouter une clause `WHERE` dans les requêtes imbriquées qui interrogera la troisième compagnie. Ce principe se généralise, et, pour *n* compagnies, il faudra *n* imbrications de requêtes.

Opérateurs UNION et UNION ALL



Les opérateurs `UNION` et `UNION ALL` sont commutatifs. L'opérateur `UNION` permet d'éviter les duplicatas (comme `DISTINCT` dans un `SELECT`). `UNION ALL` ne les élimine pas.

Tableau 4-29 Exemples avec les opérateurs `UNION`

Besoin	Requête
Quels sont tous les types d'avions que les deux compagnies exploitent ?	`SELECT typeAvion FROM AvionsdeAF` `UNION` `SELECT typeAv FROM AvionsdeSING;` `+-----------+` `| typeAvion |` `+-----------+` `| A320 |` `| A340 |` `| Concorde |` `| A330 |` `+-----------+`

Tableau 4-29 Exemples avec les opérateurs UNION *(suite)*

Besoin	Requête
Même requête avec les duplicatas. On extrait les types de la compagnie 'AF', suivis des types de la compagnie 'SING'.	`SELECT typeAvion FROM AvionsdeAF` `UNION ALL` `SELECT typeAv FROM AvionsdeSING;` `+-----------+` `| typeAvion |` `+-----------+` `| A320 |` `| A340 |` `| Concorde |` `| A340 |` `| A320 |` `| A320 |` `| A330 |` `+-----------+`

Ce principe se généralise à l'union de *n* ensembles par *n* requêtes reliées avec *n-1* clauses `UNION` ou `UNION ALL`.

Différence

La différence entre deux ensembles homogènes se programme à l'aide d'une requête du type `SELECT DISTINCT` *ensemble1* `FROM` *Table1* `WHERE` *ensemble1* `NOT IN (SELECT` *ensemble2* `FROM` *Table2*). Comme l'opérateur ensembliste, cette requête n'est pas commutative, car elle programme *ensemble1-ensemble2*.

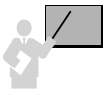
Tableau 4-30 Exemples de différences

Besoin	Requête
Quels sont les types d'avions exploités par la compagnie 'AF', mais pas par 'SING' ?	`SELECT DISTINCT typeAvion FROM AvionsdeAF` `  WHERE typeAvion NOT IN` `  (SELECT typeAv FROM AvionsdeSING);` `+-----------+` `| typeAvion |` `+-----------+` `| Concorde |` `+-----------+`
Quels sont les types d'avions exploités par la compagnie 'SING,' mais pas par 'AF' ?	`SELECT DISTINCT typeAv FROM AvionsdeSING` `  WHERE typeAv NOT IN` `  (SELECT typeAvion FROM AvionsdeAF);` `+--------+` `| typeAv |` `+--------+` `| A330 |` `+--------+`

Ce principe se généralise à la différence entre *n* ensembles par imbrication de *n* requêtes (dans le bon ordre).

La directive `NOT IN` doit être utilisée avec prudence car elle retourne *faux* si un membre ramené par la sous-interrogation est `NULL`.

Ordonner les résultats



Le résultat d'une requête contenant des opérateurs ensemblistes est trié, par défaut, par ordre croissant, sauf avec l'opérateur `UNION ALL`.

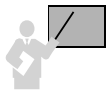
La clause `ORDER BY` n'est utilisable qu'une fois en fin d'une requête incluant des opérateurs ensemblistes. Cette clause accepte le nom des colonnes de la première requête ou la position de ces colonnes.

Le tableau suivant présente trois écritures différentes de la même requête ensembliste contenant une clause `ORDER BY`. Le besoin est de connaître tous les types d'avions que les deux compagnies exploitent (classement par ordre décroissant).

Notez que la troisième requête produit le même résultat en faisant intervenir un `SELECT` (aliasé) dans le `FROM`. Ce mécanisme permet de construire dynamiquement la table à interroger.

Tableau 4-31 Exemples avec la clause `ORDER BY`

Technique	Requête
Nom de la colonne.	`SELECT typeAvion FROM AvionsdeAF` `UNION` `SELECT typeAv FROM AvionsdeSING` `ORDER BY typeAvion DESC;`
Position de la colonne.	`…` `ORDER BY 1 DESC;`
`SELECT` dans le `FROM`.	`SELECT T.typeAvion FROM` `(SELECT typeAvion FROM AvionsdeAF UNION` `SELECT typeAv FROM AvionsdeSING) T` `ORDER BY T.typeAvion DESC;`
	`+-----------+` `| typeAvion |` `+-----------+` `| Concorde |` `| A340 |` `| A330 |` `| A320 |` `+-----------+`



Il faut affecter des alias aux expressions de la première requête pour pouvoir les utiliser dans le `ORDER BY` final.

Pour illustrer cette restriction, supposons que nous désirions faire la liste des avions avec leur prix d'achat augmenté de 20 %, liste triée en fonction de cette dernière hausse. Le problème est que la table `AvionsdeAF` ne possède pas une telle colonne. Ajoutons donc au `SELECT` de cette table, dans le tableau suivant, la valeur `0` pour rendre possible l'opérateur `UNION`.

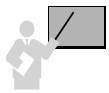
Tableau 4-32 Alias pour `ORDER BY`

```
SELECT immatriculation,
  1.2*prixAchat px FROM Avions-
deSING
UNION
  SELECT immat, 0 FROM AvionsdeAF
ORDER BY px DESC;
```

```
+-----------------+------------+
| immatriculation | px         |
+-----------------+------------+
| F-GTMP          | 245400.000 |
| S-MILE          | 237600.000 |
| S-AVEZ          | 187200.000 |
| S-ANSI          | 125400.000 |
| F-GLFS          |      0.000 |
| F-GTMP          |      0.000 |
| F-WTSS          |      0.000 |
+-----------------+------------+
```

Produit cartésien

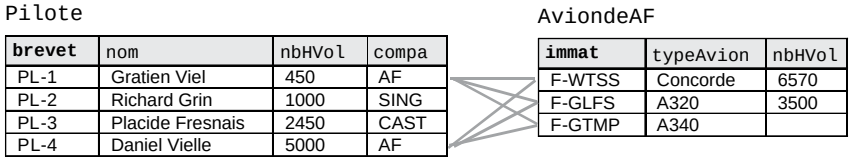
En mathématiques, le produit cartésien de deux ensembles E et F est l'ensemble des couples (x, y) où $x \in E$ et $y \in F$. En transposant au modèle relationnel, le produit cartésien de deux tables *T1* et *T2* est l'ensemble des enregistrements (x, y) où $x \in T1$ et $y \in T2$.



Le produit cartésien total entre deux tables *T1* et *T2* se programme sous SQL en positionnant les deux tables dans la clause `FROM`, sans ajouter de conditions dans la clause `WHERE`.
Si les conditions sont de la forme *c1 opérateur c2* avec $c1 \in T1$ et $c2 \in T2$, on parlera de jointure. Si les conditions sont de la forme *c1 opérateur valeur1* ou *c2 opérateur valeur2*, on parlera de produit cartésien restreint.

Le produit cartésien restreint, illustré par l'exemple suivant, exprime les combinaisons d'équipages qu'il est possible de réaliser en considérant les pilotes de la compagnie 'AF' et les avions de la table `AviondeAF`.

Figure 4-10 *Produit cartésien d'enregistrements de tables*



Le nombre d'enregistrements résultant d'un produit cartésien est égal au produit du nombre d'enregistrements des deux tables mises en relation.

Dans le cadre de notre exemple, le nombre d'enregistrements du produit cartésien sera de 2 pilotes x 3 avions = 6 enregistrements. Le tableau suivant décrit la requête SQL permettant de construire le produit cartésien restreint de notre exemple. Les alias distinguent les colonnes s'il advenait qu'il en existe de même nom entre les deux tables.

Tableau 4-33 Produit cartésien

Besoin	Requête
Quels sont les couples possibles (*avion*, *pilote*) en considérant les avions et les pilotes de la compagnie 'AF' ? *6 lignes extraites*	`SELECT p.brevet, avAF.immat` `  FROM Pilote p, AviondeAF avAF` `  WHERE p.compa = 'AF';` `+--------+--------+` `| brevet | immat  |` `+--------+--------+` `| PL-1   | F-GLFS |` `| PL-1   | F-GTMP |` `| PL-1   | F-WTSS |` `| PL-4   | F-GLFS |` `| PL-4   | F-GTMP |` `| PL-4   | F-WTSS |` `+--------+--------+`

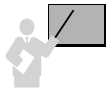
Bilan

Seules les colonnes de même type et représentant la même sémantique peuvent être comparées à l'aide de termes ensemblistes. Il est possible d'ajouter des expressions (constantes ou calculs) à une requête pour rendre homogènes les deux requêtes, et permettre ainsi l'utilisation d'un opérateur ensembliste.

Parce qu'il faut utiliser `NOT IN` avec prudence, différentes alternatives aux opérateurs ensemblistes existent sur la base de jointures de type SQL2 (qui sont détaillées dans la prochaine section), elles sont détaillées par Pierre Caboche et mises en ligne sur le site Web associé à l'ouvrage.

Jointures

Les jointures permettent d'extraire des données issues de plusieurs tables. Le processus de normalisation du modèle relationnel est basé sur la décomposition et a pour conséquence d'augmenter le nombre de tables d'un schéma. Ainsi, la majorité des requêtes utilisent des jointures nécessaires pour pouvoir extraire des données de tables distinctes.



Une jointure met en relation deux tables sur la base d'une clause de jointure (comparaison de colonnes). Généralement, cette comparaison fait intervenir une clé étrangère d'une table avec une clé primaire d'une autre table (car le modèle relationnel est fondamentalement basé sur les valeurs).

En considérant les tables suivantes, les seules jointures logiques doivent se faire sur l'égalité soit des colonnes `comp` et `compa` soit des colonnes `brevet` et `chefPil`. Ces jointures permettront d'afficher des données d'une table (ou des deux tables) tout en posant des conditions sur une table (ou les deux). Par exemple, l'affichage du nom des compagnies (colonne de la table `Compagnie`) qui ont embauché un pilote ayant moins de 500 heures de vol (condition sur la table `Pilote`).

Figure 4-11 *Deux tables à mettre en jointure*

`Compagnie`

comp	nrue	rue	ville	nomComp
AF	124	Port Royal	Paris	Air France
SING	7	Camparols	Singapour	Singapore AL
CAST	1	G. Brassens	Blagnac	Castanet AL

`Pilote`

brevet	nom	nbHVol	*compa*	*chefPil*
PL-1	Pierre Lamothe	450	AF	PL-4
PL-2	Didier Linxe	900	AF	PL-4
PL-3	Christian Soutou	1000	SING	
PL-4	Henri Alquié	3400	AF	

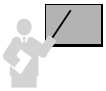
Classification

Une jointure peut s'écrire, dans une requête SQL, de différentes manières :

- « relationnelle » (aussi appelée « SQL89 » pour rappeler la version de la norme SQL) ;
- « SQL2 » (aussi appelée « SQL92 ») ;
- « procédurale » (qui qualifie la structure de la requête) ;
- « mixte » (combinaison des trois approches précédentes).

Nous allons principalement étudier les deux premières écritures qui sont les plus utilisées. Nous parlerons en fin de section des deux dernières.

Jointure relationnelle



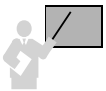
La forme la plus courante de la jointure est la jointure dite « relationnelle » (aussi appelée SQL89), caractérisée par une seule clause FROM contenant les tables et alias à mettre en jointure deux à deux. La syntaxe générale suivante décrit une jointure relationnelle :

```
SELECT [alias1.]col1, [alias2.]col2…
    FROM [nomBase.]nomTable1 [alias1], [nomBase.]nomTable2 [alias2]…
    WHERE (conditionsDeJointure);
```

Cette forme est la plus utilisée, car elle est la plus simple à écrire. Un autre avantage de ce type de jointure est qu'elle laisse le soin au SGBD d'établir la meilleure stratégie d'accès (choix du premier index à utiliser, puis du deuxième, etc.) pour optimiser les performances.

Afin d'éviter les ambiguïtés concernant le nom des colonnes, on utilise en général des alias de tables pour suffixer les tables dans la clause FROM et préfixer les colonnes dans les clauses SELECT et WHERE.

Jointures SQL2



Afin de se rendre conforme à la norme SQL2, MySQL propose aussi des directives qui permettent de programmer d'une manière plus verbale les différents types de jointures :

```
SELECT [ALL | DISTINCT | DISTINCTROW ] listeColonnes
 FROM [nomBase.]nomTable1 [{ INNER | { LEFT | RIGHT } [OUTER] }]
  JOIN [nomBase.]nomTable2{ ON condition | USING ( colonne1 [, colonne2]... )}
  | { CROSS JOIN | NATURAL [{ LEFT | RIGHT } [OUTER] ]
      JOIN [nomBase.]nomTable2 } …
[ WHERE condition ];
```

Cette écriture est moins utilisée que la syntaxe relationnelle. Bien que plus concise pour des jointures à deux tables, elle se complique pour des jointures plus complexes.

Types de jointures

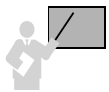
Bien que, dans le vocabulaire courant, on ne parle que de « jointures » en fonction de la nature de l'opérateur utilisé dans la requête, de la clause de jointure et des tables concernées, on distingue :

- Les jointures internes (*inner joins*) :
  - L'équijointure (*equi join*) est la plus connue, elle utilise l'opérateur d'égalité dans la clause de jointure. La jointure naturelle est conditionnée en plus par le nom des colonnes. La non équijointure utilise l'opérateur d'inégalité dans la clause de jointure.
  - L'autojointure (*self join*) est un cas particulier de l'équijointure, qui met en œuvre deux fois la même table (des alias de tables permettront de distinguer les enregistrements entre eux).
- La jointure externe (*outer join*), la plus compliquée, qui favorise une table (dite « dominante ») par rapport à l'autre (dite « subordonnée »). Les lignes de la table dominante sont retournées même si elles ne satisfont pas aux conditions de jointure.

Le tableau suivant illustre cette classification sous la forme de quelques conditions appliquées à notre exemple :

Tableau 4-34 Exemples de conditions

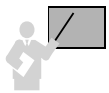
Type de jointure	Syntaxe de la condition
Équijointure	…`WHERE comp = compa;`
Autojointure	…`WHERE alias1.chefPil = alias2.brevet;`
Jointure externe	…`FROM Compagnie LEFT OUTER JOIN Pilote ON comp = compa;`



Pour mettre trois tables *T1*, *T2* et *T3* en jointure, il faut utiliser deux clauses de jointures (une entre *T1* et *T2* et l'autre entre *T2* et *T3*). Pour *n* tables, il faut *n*-1 clauses de jointures. Si vous oubliez une clause de jointure, un produit cartésien restreint est généré.

Étudions à présent chaque type de jointure avec les syntaxes « relationnelle » et « SQL2 ».

Équijointure



Une équijointure utilise l'opérateur d'égalité dans la clause de jointure et compare généralement des clés primaires avec des clés étrangères.

En considérant les tables suivantes, les équijointures se programment soit sur les colonnes `comp` et `compa` soit sur les colonnes `brevet` et `chefPil`. Extrayons par exemple :

- l'identité des pilotes de la compagnie de nom 'Air France' ayant plus de 500 heures de vol (requête *R1*) ;
- les coordonnées des compagnies qui embauchent des pilotes de moins de 500 heures de vol (requête *R2*).

La jointure qui résoudra la première requête est illustrée dans la figure par les données grisées, tandis que la deuxième jointure est représentée par les données en gras.

Figure 4-12 *Équijointures*

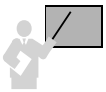
Compagnie

comp	nrue	rue	ville	nomComp
AF	124	Port Royal	Paris	Air France
SING	7	Camparols	Singapour	Singapore AL
CAST	1	G. Brassens	Blagnac	Castanet AL

Pilote

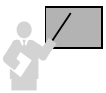
brevet	nom	nbHVol	*compa*	*chefPil*
PL-1	Pierre Lamothe	450	AF	PL-4
PL-2	Didier Linxe	900	AF	PL-4
PL-3	Christian Soutou	**1000**	**SING**	
PL-4	Henri Alquié	**3400**	**AF**	

Écriture « relationnelle »



- MySQL recommande d'utiliser des alias de tables pour améliorer les performances.
- Les alias sont obligatoires quand des colonnes de différentes tables portent le même nom ou dans le cas d'autojointures.

Écriture « SQL2 »



- La clause `JOIN … ON condition` permet de programmer une équijointure.
- L'utilisation de la directive `INNER` devant `JOIN…` est optionnelle et est appliquée par défaut.

Le tableau suivant détaille ces requêtes avec les deux syntaxes. Les clauses de jointures sont grisées.

Tableau 4-35 Exemples d'équijointures

Web

Requête	Jointure relationnelle	Jointure SQL2
R1	`SELECT brevet, nom` `FROM Pilote, Compagnie` `WHERE comp = compa` `AND nomComp = 'Air France'` `AND nbHVol > 500;`	`SELECT brevet, nom` `FROM Compagnie` `JOIN Pilote ON comp = compa` `WHERE nomComp = 'Air France'` `AND nbHVol > 500;`
	`+--------+--------------+` `| brevet | nom |` `+--------+--------------+` `| PL-2 | Didier Linxe |` `| PL-4 | Henri Alquié |` `+--------+--------------+`	
R2	`SELECT cpg.nomComp, cpg.nrue, cpg.rue, cpg.ville` `FROM Pilote pil, Compagnie cpg` `WHERE cpg.comp = pil.compa` `AND pil.nbHVol < 500;`	`SELECT nomComp, nrue, rue, ville` `FROM Compagnie` `INNER JOIN Pilote ON comp = compa` `WHERE nbHVol < 500;`
	`+------------+------+------------+-------+` `| nomComp | nrue | rue | ville |` `+------------+------+------------+-------+` `| Air France | 124 | Port Royal | Paris |` `+------------+------+------------+-------+`	

Autojointure

Cas particulier de l'équijointure, l'autojointure relie une table à elle même.

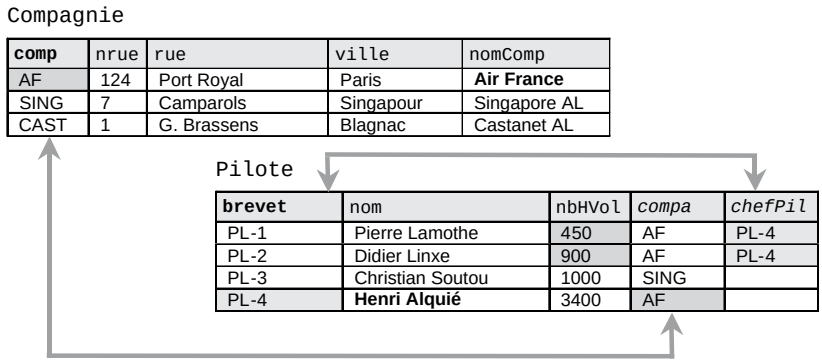
Extrayons par exemple :

- l'identité des pilotes placés sous la responsabilité des pilotes de nom 'Alquié' (requête *R3*) ;
- la somme des heures de vol des pilotes placés sous la responsabilité des chefs pilotes de la compagnie de nom 'Air France' (requête *R4*).

Ces requêtes doivent être programmées à l'aide d'une autojointure, car elles imposent de parcourir deux fois la table `Pilote` (examen de chaque pilote en le comparant à un autre). Les autojointures sont réalisées entre les colonnes `brevet` et `chefPil`.

La jointure de la première requête est illustrée dans la figure par les données surlignées en clair, tandis que la deuxième jointure est mise en valeur par les données surlignées en foncé.

Figure 4-13 *Autojointures*



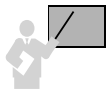
Le tableau suivant détaille ces requêtes, les clauses d'autojointures sont surlignées. Dans les deux syntaxes, il est impératif d'utiliser un alias de table. Concernant l'écriture « SQL2 », on remarque que les clauses `JOIN` s'imbriquent (pour joindre plus de deux tables).

Tableau 4-36 Exemples d'autojointures

Web

Requête	Jointure relationnelle	Jointure SQL2
R3	`SELECT p1.brevet, p1.nom` `FROM Pilote p1, Pilote p2` `WHERE p1.chefPil = p2.brevet` `AND p2.nom LIKE '%Alquié%';`	`SELECT p1.brevet, p1.nom` `FROM Pilote p1` `JOIN Pilote p2` `ON p1.chefPil = p2.brevet` `WHERE p2.nom LIKE '%Alquié%';`
	`+--------+----------------+` `| brevet | nom |` `+--------+----------------+` `| PL-1 | Pierre Lamothe |` `| PL-2 | Didier Linxe |` `+--------+----------------+`	
R4	`SELECT SUM(p1.nbHVol)` `FROM Pilote p1, Pilote p2,` `Compagnie cpg` `WHERE p1.chefPil = p2.brevet` `AND cpg.comp = p2.compa` `AND cpg.nomComp = 'Air France';`	`SELECT SUM(p1.nbHVol)` `FROM Pilote p1` `JOIN Pilote p2` `ON p1.chefPil = p2.brevet` `JOIN Compagnie` `ON comp = p2.compa` `WHERE nomComp = 'Air France';`
	`+----------------+` `| SUM(p1.nbHVol) |` `+----------------+` `| 1350.00 |` `+----------------+`	

Inéquijointure



Les requêtes d'inéquijointures font intervenir tout type d'opérateur (<>, >, <, >=, <=, BETWEEN, LIKE, IN). À l'inverse des équijointures, la clause d'une inéquijointure n'est pas basée sur l'égalité de clés primaires (ou candidates) et de clés étrangères.

En considérant les tables suivantes, extrayons par exemple :

- les pilotes ayant plus d'expérience que le pilote de numéro de brevet 'PL-2' (requête *R5*).
- le titre de qualification des pilotes en raisonnant sur la comparaison des heures de vol avec un ensemble de référence, ici la table HeuresVol (requête *R6*). Dans notre exemple, il s'agit par exemple de retrouver le fait que le premier pilote est débutant.

La jointure qui résoudra la deuxième requête est illustrée par les niveaux de gris.

Figure 4-14 *Inéquijointures*

Pilote

brevet	nom	nbHVol	*compa*	*chefPil*
PL-1	Pierre Lamothe	**450**	AF	PL-4
PL-2	Didier Linxe	900	AF	PL-4
PL-3	Christian Soutou	1000	SING	
PL-4	Henri Alquié	3400	AF	

HeuresVol

titre	basnbHVol	hautnbHVol
Débutant	**0**	**500**
Initié	501	1000
Expert	1001	20000

Le tableau suivant détaille ces requêtes, les clauses d'inéquijointures sont surlignées :

Tableau 4-37 Exemples d'inéquijointures

Requête	Jointure relationnelle	Jointure SQL2
R5	SELECT p1.brevet, p1.nom, p1.nbHVol, p2.nbHVol "Référence" FROM Pilote p1, Pilote p2 **WHERE** p1.nbHVol **>** p2.nbHVol AND p2.brevet = 'PL-2';	SELECT p1.brevet, p1.nom, p1.nbHVol, p2.nbHVol "Référence" FROM Pilote p1 **JOIN** Pilote p2 **ON** p1.nbHVol>p2.nbHVol WHERE p2.brevet = 'PL-2';

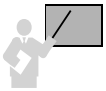
```
+--------+------------------+---------+-----------+
| brevet | nom              | nbHVol  | Référence |
+--------+------------------+---------+-----------+
| PL-3   | Christian Soutou | 1000.00 |    900.00 |
| PL-4   | Henri Alquié     | 3400.00 |    900.00 |
+--------+------------------+---------+-----------+
```

Tableau 4-37 Exemples d'inéquijointures *(suite)*

Requête	Jointure relationnelle	Jointure SQL2
R6	`SELECT pil.brevet, pil.nom, pil.nbHVol, hv.titre FROM Pilote pil, HeuresVol hv WHERE pil.nbHVol BETWEEN hv.basnbHVol AND hv.hautnbHVol;`	`SELECT brevet, nom, nbHVol, titre FROM Pilote JOIN HeuresVol ON nbHVol BETWEEN basnbHVol AND hautnbHVol;`

```
+--------+------------------+---------+----------+
| brevet | nom              | nbHVol  | titre    |
+--------+------------------+---------+----------+
| PL-1   | Pierre Lamothe   |  450.00 | Débutant |
| PL-2   | Didier Linxe     |  900.00 | Initié   |
| PL-3   | Christian Soutou | 1000.00 | Initié   |
| PL-4   | Henri Alquié     | 3400.00 | Expert   |
+--------+------------------+---------+----------+
```

Jointures externes



Les jointures externes permettent d'extraire des enregistrements qui ne répondent pas aux critères de jointure. Lorsque deux tables sont en jointure externe, une table est « dominante » par rapport à l'autre (qui est dite « subordonnée »). Ce sont les enregistrements de la table dominante qui sont retournés (même s'ils ne satisfont pas aux conditions de jointure).

Comme les jointures internes, les jointures externes sont généralement basées sur les clés primaires et étrangères. On distingue les jointures unilatérales qui considèrent une table dominante et une table subordonnée, et les jointures bilatérales pour lesquelles les tables jouent un rôle symétrique (pas de dominant).

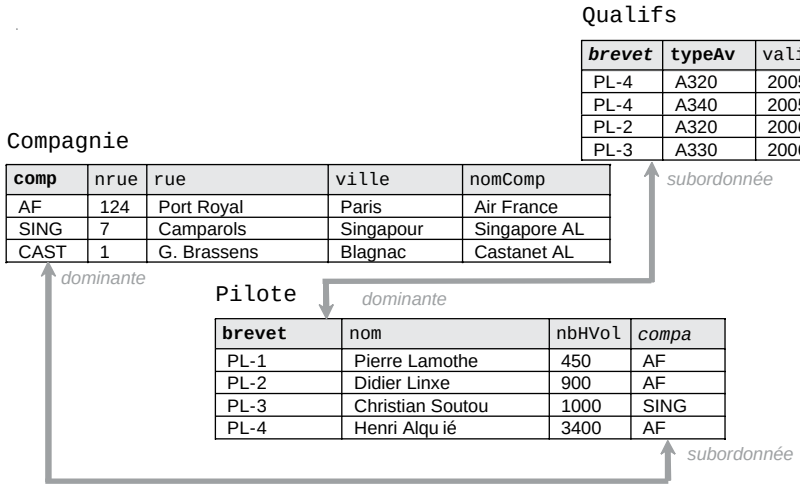
Jointures unilatérales

En considérant les tables suivantes, une jointure externe unilatérale permet d'extraire :

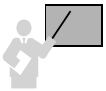
- la liste des compagnies et leurs pilotes, même les compagnies n'ayant pas de pilote (requête *R7*). Sans une jointure externe, la compagnie 'CAST' ne peut être extraite ;
- la liste des pilotes et leurs qualifications, même les pilotes n'ayant pas encore de qualification (requête *R8*).

La figure illustre les tables dominantes et subordonnées :

Figure 4-15 *Jointures externes unilatérales*



Écriture « SQL2 »



Le sens de la directive de jointure externe `LEFT` ou `RIGHT` de la clause `OUTER JOIN` désigne la table dominante.

Le tableau suivant détaille les requêtes de notre exemple, les clauses de jointures externes unilatérales sont grisées. Les tables dominantes sont notées en gras (`Compagnie` pour la première requête et `Pilote` pour la deuxième).

Tableau 4-38 Écritures équivalentes de jointures externes unilatérales

Requête	Jointures relationnelles	Jointures SQL2
R7	Sans objet.	`SELECT nomComp, brevet, nom FROM` **`Compagnie`** `LEFT OUTER JOIN Pilote ON comp = compa;` `--équivalent à` `SELECT nomComp, brevet, nom FROM Pilote` `RIGHT OUTER JOIN Compagnie ON comp = compa;`

```
+--------------+--------+------------------+
| nomComp      | brevet | nom              |
+--------------+--------+------------------+
| Air France   | PL-1   | Pierre Lamothe   |
| Air France   | PL-2   | Didier Linxe     |
| Air France   | PL-4   | Henri Alquié     |
| Castanet AL  | NULL   | NULL             |
| Singapore AL | PL-3   | Christian Soutou |
+--------------+--------+------------------+
```

Tableau 4-38 Écritures équivalentes de jointures externes unilatérales

Requête	Jointures relationnelles	Jointures SQL2
R8	Sans objet.	`SELECT qua.typeAv, pil.brevet, pil.nom` `FROM Qualifs qua` `RIGHT OUTER JOIN Pilote pil` `ON pil.brevet = qua.brevet ;` `--équivalent à` `SELECT qua.typeAv, pil.brevet, pil.nom` `FROM Pilote pil` `LEFT OUTER JOIN Qualifs qua` `ON pil.brevet = qua.brevet;`

```
+--------+--------+------------------+
| typeAv | brevet | nom              |
+--------+--------+------------------+
| NULL   | PL-1   | Pierre Lamothe   |
| A320   | PL-2   | Didier Linxe     |
| A330   | PL-3   | Christian Soutou |
| A320   | PL-4   | Henri Alquié     |
| A340   | PL-4   | Henri Alquié     |
+--------+--------+------------------+
```

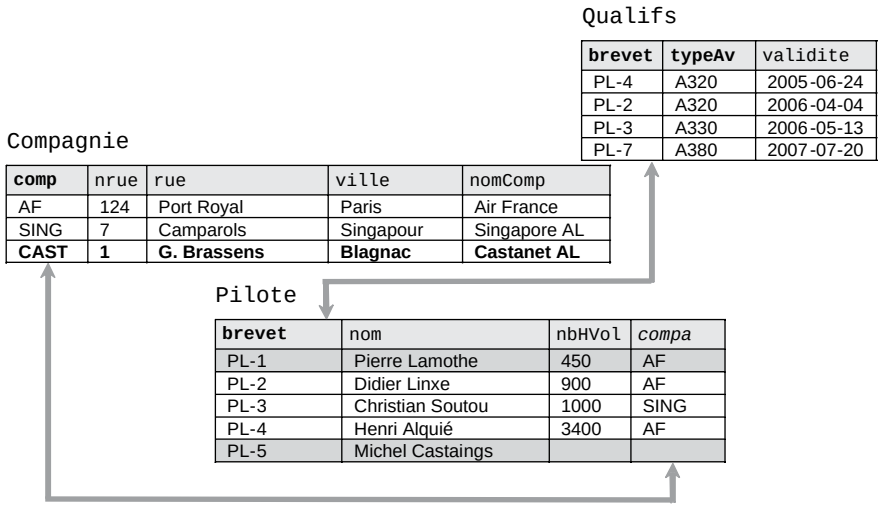
Jointures bilatérales

Les deux tables jouent un rôle symétrique, il n'y a pas de table dominante. Ce type de jointure permet d'extraire des enregistrements qui ne répondent pas aux critères de jointure des deux côtés de la clause de jointure.

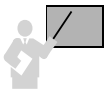
En considérant les tables suivantes, une jointure externe bilatérale permet d'extraire, par exemple :

- la liste des compagnies et leurs pilotes, incluant les compagnies n'ayant pas de pilote et les pilotes rattachés à aucune compagnie (requête *R9*) ;
- la liste des pilotes et leurs qualifications, incluant les pilotes n'ayant pas encore d'expérience et les qualifications associées à des pilotes inconnus (requête *R10*).

Figure 4-16 *Jointures externes bilatérales*



Écriture « SQL2 »



La directive `FULL OUTER JOIN` permet d'ignorer l'ordre (et donc le sens de la jointure) des tables dans la requête.

Le seul problème, c'est que :

MySQL ne prend pas encore en charge, en version 5.0, la directive `FULL OUTER JOIN`.

Le tableau suivant détaille les requêtes de notre exemple, les clauses de jointures externes bilatérales sont surlignées. Les enregistrements qui ne respectent pas la condition de jointure sont surlignés.

Tableau 4-39 Jointures externes bilatérales

Web

Requête	Jointure relationnelle	Jointures (théoriques) SQL2
R9	Sans objet.	`SELECT nomComp, brevet, nom FROM Pilote FULL OUTER JOIN Compagnie ON comp = compa;` `--équivalent à` `SELECT nomComp, brevet, nom FROM Compagnie FULL OUTER JOIN Pilote ON comp = compa;`
	`NOMCOMP BREVET NOM` `Air France PL-4 Henri Alquié` `Air France PL-1 Pierre Lamothe` `Air France PL-2 Didier Linxe` `Singapore AL PL-3 Christian Soutou` `Castanet AL PL-5 Michel Castaings`	
R10	Sans objet.	`SELECT qua.typeAv, pil.brevet, pil.nom FROM Pilote pil FULL OUTER JOIN Qualifs qua ON pil.brevet = qua.brevet;` `--équivalent à` `SELECT qua.typeAv, pil.brevet, pil.nom FROM Qualifs qua FULL OUTER JOIN Pilote pil ON pil.brevet = qua.brevet;`
	`TYPE BREVET NOM` `A320 PL-4 Henri Alquié` `A320 PL-2 Didier Linxe` `A330 PL-3 Christian Soutou` `A380` `PL-1 Pierre Lamothe` `PL-5 Michel Castaings`	

Jointures procédurales

Les jointures procédurales sont écrites par des requêtes qui contiennent des sous-interrogations (SELECT imbriqué). Chaque clause FROM ne contient qu'une seule table.

```
SELECT colonnesTable1 FROM [nomBase.]nomTable1
    WHERE colonne(s) | expression(s) { IN | = | opérateur }
          (SELECT colonne(s)delaTable2 FROM [nomBase.]nomTable2
             WHERE colonne(s) | expression(s) { IN | = | opérateur }
                   (SELECT …)
             [AND (conditionsTable2)]
           )
    [AND (conditionsTable1)];
```

Cette forme d'écriture n'est pas la plus utilisée, mais elle permet de mieux visualiser certaines jointures. Elle est plus complexe à écrire, car l'ordre d'apparition des tables dans les clauses FROM a son importance.

Seules les colonnes de la table qui se trouve au niveau du premier SELECT peuvent être extraites.

La sous-interrogation doit être placée entre parenthèses. Elle ne doit pas comporter de clause ORDER BY, mais peut inclure GROUP BY et HAVING.

Le résultat d'une sous-interrogation est utilisé par la requête de niveau supérieur. Une sous-interrogation est exécutée avant la requête de niveau supérieur.

Une sous-interrogation peut ramener une ou plusieurs lignes. Les opérateurs =, >, <, >=, <= permettent d'en extraire une, les opérateurs IN, ANY et ALL permettent d'en ramener plusieurs.

Sous-interrogations monolignes

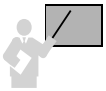
Le tableau suivant détaille quelques sous-interrogations monolignes. Nous nous basons sur certaines requêtes déjà étudiées (forme relationnelle et SQL2).

Tableau 4-40 Sous-interrogations monolignes

Opérateur	Besoin	Requête
= pour les équi-jointures ou auto-jointures (= teste une ligne)	*R1* (Pilotes de la compagnie de nom 'Air France' ayant plus de 500 heures de vol.)	`SELECT brevet, nom FROM Pilote` `WHERE compa =` `(SELECT comp` `FROM Compagnie` `WHERE nomComp = 'Air France')` `AND nbHVol>500;`
	R3 (Pilotes sous la responsabilité du pilote de nom 'Alquié'.)	`SELECT brevet, nom FROM Pilote` `WHERE chefPil =` `(SELECT brevet FROM Pilote` `WHERE nom LIKE '%Alquié%');`
> pour les inéquijointures	*R5* (Pilotes ayant plus d'expérience que le pilote de brevet 'PL-2'.)	`SELECT brevet, nom, nbHVol FROM Pilote` `WHERE nbHVol >` `(SELECT nbHVol FROM Pilote` `WHERE brevet = 'PL-2');`

*Sous-interrogations multilignes (*IN*,* ALL *et* ANY*)*

Les opérateurs multilignes sont les suivants :



- IN compare un élément à une donnée quelconque d'une liste ramenée par la sous-interrogation. Cet opérateur est utilisé pour les équijointures et les autojointures (et les intersections). L'opérateur NOT IN sera employé pour les jointures externes (et les différences).
- ANY compare l'élément à chaque donnée ramenée par la sous-interrogation. L'opérateur « =ANY » équivaut à IN. L'opérateur « <ANY » signifie « inférieur à au moins une des valeurs », donc « inférieur au maximum ». L'opérateur « >ANY » signifie « supérieur à au moins une des valeurs », donc « supérieur au minimum ».
- ALL compare l'élément à tous ceux ramenés par la sous-interrogation. L'opérateur « <ALL » signifie « inférieur au minimum » et « >ALL » signifie « supérieur au maximum ».

Le tableau suivant détaille quelques sous-interrogations multilignes. Le dernier exemple programme une partie d'une jointure externe.

Tableau 4-41 Sous-interrogations multilignes

Opérateur	Besoin	Requête
IN	*R2.* Coordonnées des compagnies qui embauchent des pilotes de moins de 500 heures de vol.	`SELECT nomComp, nrue, rue, ville FROM Compagnie WHERE comp IN (SELECT compa FROM Pilote WHERE nbHVol < 500);`
= et IN	*R4.* Somme des heures de vol des pilotes placés sous la responsabilité des chefs pilotes de la compagnie de nom 'Air France'.	`SELECT SUM(nbHVol) FROM Pilote WHERE chefPil IN (SELECT brevet FROM Pilote WHERE compa = (SELECT comp FROM Compagnie WHERE nomComp = 'Air France'));`
NOT IN	Compagnies n'ayant pas de pilote.	`SELECT nomComp, nrue, rue, ville FROM Compagnie WHERE comp NOT IN (SELECT compa FROM Pilote WHERE compa IS NOT NULL);`

La directive NOT IN doit être utilisée avec prudence car elle retourne *faux* si un membre ramené par la sous-interrogation est NULL.

Afin d'illustrer les opérateurs ANY et ALL, considérons la table suivante. Nous avons indiqué en gras les nombres d'heures minimal et maximal des A320, en grisé les nombres d'heures minimal et maximal des avions de la compagnie 'AF'.

Figure 4-17 *Table Avion*

Avions

immat	typeAv	nbHVol	compa
A1	A320	**1000**	AF
A2	A330	1500	AF
A3	A320	**550**	SING
A4	A340	1800	SING
A5	A340	200	AF
A6	A330	100	AF

Le tableau suivant détaille quelques jointures procédurales utilisant les opérateurs ALL et ANY :

Tableau 4-42 Opérateurs ALL et ANY

Opérateur	Besoin	Requête et résultat
ANY	*R11*. Avions dont le nombre d'heures de vol est inférieur à celui de n'importe quel A320.	`SELECT immat, typeAv, nbHVol` `FROM Avion` `WHERE nbHVol < ANY` `(SELECT nbHVol FROM Avion` `WHERE typeAv='A320');` `+-------+--------+--------+` `| immat | typeAv | nbHVol |` `+-------+--------+--------+` `| A3 | A320 | 550.00 |` `| A5 | A340 | 200.00 |` `| A6 | A330 | 100.00 |` `+-------+--------+--------+`
	R12. Compagnies et leurs avions dont le nombre d'heures de vol est supérieur à celui de n'importe quel avion de la compagnie de code 'SING'.	`SELECT immat, typeAv, nbHVol, compa` `FROM Avion` `WHERE nbHVol > ANY` `(SELECT nbHVol FROM Avion` `WHERE compa = 'SING');` `+-------+--------+---------+-------+` `| immat | typeAv | nbHVol | compa |` `+-------+--------+---------+-------+` `| A1 | A320 | 1000.00 | AF |` `| A2 | A330 | 1500.00 | AF |` `| A4 | A340 | 1800.00 | SING |` `+-------+--------+---------+-------+`

Tableau 4-42 Opérateurs ALL et ANY *(suite)*

Opérateur	Besoin	Requête et résultat
ALL	*R13*. Avions dont le nombre d'heures de vol est inférieur à tous les A320.	`SELECT immat, typeAv, nbHVol` `FROM Avion` `WHERE nbHVol < ALL` `(SELECT nbHVol FROM Avion` `WHERE typeAv='A320');` `+-------+--------+--------+` `| immat | typeAv | nbHVol |` `+-------+--------+--------+` `| A5 | A340 | 200.00 |` `| A6 | A330 | 100.00 |` `+-------+--------+--------+`
	R14. Compagnies et leurs avions dont le nombre d'heures de vol est supérieur à tous les avions de la compagnie de code 'AF'.	`SELECT immat, typeAv, nbHVol, compa` `FROM Avion` `WHERE nbHVol > ALL` `(SELECT nbHVol FROM Avion` `WHERE compa = 'AF');` `+-------+--------+---------+-------+` `| immat | typeAv | nbHVol | compa |` `+-------+--------+---------+-------+` `| A4 | A340 | 1800.00 | SING |` `+-------+--------+---------+-------+`

Jointures mixtes

Une jointure mixte combine des clauses de jointures relationnelles, procédurales (avec des sous-interrogations) ou des clauses de jointures SQL2.

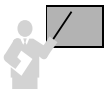
Jointure relationnelle procédurale

La jointure mixte suivante combine une clause de jointure relationnelle (en gras) avec une jointure procédurale (en surligné) pour programmer la requête *R4* :

```
SELECT SUM(p1.nbHVol)
  FROM Pilote p1, Pilote p2
  WHERE p1.chefPil = p2.brevet
  AND   p2.compa = (SELECT comp FROM Compagnie WHERE nomComp =
  'Air France');
```

Ce type d'écriture peut être intéressant s'il n'est pas nécessaire d'afficher des colonnes des tables présentes dans les sous-interrogations, ou si l'on désire appliquer des fonctions à des regroupements.

Sous-interrogation dans la clause FROM



Introduite dans SQL2, la possibilité de construire dynamiquement une table dans la clause FROM d'une requête est opérationnelle sous MySQL.

```
SELECT listeColonnes
     FROM table1 aliasTable1, (SELECT… FROM table2 WHERE…) aliasTable2
   [ WHERE (conditionsTable1etTable2) ];
```

Considérons la table suivante. Le but est d'extraire le pourcentage partiel de pilotes par compagnie. Dans notre exemple, il y a 5 pilotes dont 3 dépendent de 'AF'. Pour cette compagnie le pourcentage partiel de pilotes est de 3/5 soit 60 %.

Figure 4-18 *Table Pilote*

Pilote

brevet	nom	nbHVol	compa
PL-1	Pierre Lamothe	450	AF
PL-2	Didier Linxe	900	AF
PL-3	Christian Soutou	1000	SING
PL-4	Henri Alquié	3400	AF
PL-5	Michel Castaings		

La requête suivante construit dynamiquement deux tables (alias a et b) dans la clause FROM pour répondre à cette question :

Tableau 4-43 SELECT dans un FROM

Requête et tables évaluées dans le FROM	Résultat
`SELECT a.compa "Comp", a.nbpil/b.total*100 "%Pilote"` `  FROM (SELECT compa, COUNT(*) nbpil` `  FROM Pilote  GROUP BY compa) a,` `  (SELECT COUNT(*) total FROM Pilote)  b;`	`+------+---------+` `| Comp | %Pilote |` `+------+---------+` `| NULL | 20.0000 |` `| AF  | 60.0000 |` `| SING | 20.0000 |` `+------+---------+`

a

compa	nbpil
AF	3
SING	1
	1

b

total
5

Sous-interrogations synchronisées

Une sous-interrogation est synchronisée si elle manipule des colonnes d'une table du niveau supérieur. Une sous-interrogation synchronisée est exécutée une fois pour chaque enregistre-

ment extrait par la requête de niveau supérieur. Cette technique peut être aussi utilisée dans les ordres UPDATE et DELETE. La forme générale d'une sous-interrogation synchronisée est la suivante. Les alias des tables sont utiles pour pouvoir manipuler des colonnes de tables de différents niveaux.

```
SELECT alias1.c
  FROM nomTable1 alias1
  WHERE colonne(s) opérateur (SELECT alias2.z…
                              FROM  nomTable2 alias2
                              WHERE  alias1.x opérateur alias2.y )
  [AND ( conditionsTable1 )];
```

Une sous-interrogation synchronisée peut ramener une ou plusieurs lignes. Différents opérateurs peuvent être employés (=, >, <, >=, <=, EXISTS).

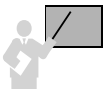
Opérateur mathématique

Le tableau suivant détaille un exemple d'opérateur mathématique appliqué à une sous-interrogation synchronisée :

Tableau 4-44 Sous-interrogation synchronisée

Besoin	Requête et résultat
R15. Avions dont le nombre d'heures de vol est supérieur au nombre d'heures de vol moyen des avions de leur compagnie (ici 700 heures pour 'AF' et 1115 heures pour 'SING').	`SELECT avi1.* FROM Avion avi1` `WHERE avi1.nbHVol >` `(SELECT AVG(avi2.nbHVol) FROM Avion avi2` `WHERE avi2.compa = avi1.compa);` `+-------+--------+---------+-------+` `| immat | typeAv | nbHVol | compa |` `+-------+--------+---------+-------+` `| A1 | A320 | 1000.00 | AF |` `| A2 | A330 | 1500.00 | AF |` `| A4 | A340 | 1800.00 | SING |` `+-------+--------+---------+-------+`

Opérateur EXISTS



L'opérateur EXISTS permet d'interrompre la sous-interrogation dès le premier enregistrement trouvé. La valeur FALSE est retournée si aucun enregistrement n'est extrait par la sous-interrogation.

Utilisons la table suivante pour décrire l'utilisation de l'opérateur `EXISTS` :

Figure 4-19 *Utilisation de EXISTS*

Pilote

brevet	nom	nbHVol	compa	*chefPil*
PL-1	Pierre Lamothe	450	AF	
PL-2	Didier Linxe	900	AF	PL-4
PL-3	Christian Soutou	1000	SING	PL-4
PL-4	Henri Alquié	3400	AF	
PL-5	Michel Castaings			

La sous-interrogation synchronisée est surlignée dans le script suivant :

Tableau 4-45 Opérateur `EXISTS`

Besoin	Requête et résultat
R15. Pilotes ayant au moins un pilote sous leur responsabilité.	`SELECT pil1.brevet, pil1.nom, pil1.compa FROM Pilote pil1 WHERE EXISTS (SELECT pil2.* FROM Pilote pil2 WHERE pil2.chefPil = pil1.brevet);` `+--------+--------------+-------+` `| brevet | nom | compa |` `+--------+--------------+-------+` `| PL-4 | Henri Alquié | AF |` `+--------+--------------+-------+`

Opérateur `NOT EXISTS`

L'opérateur `NOT EXISTS` retourne la valeur `TRUE` si aucun enregistrement n'est extrait par la sous-interrogation. Cet opérateur peut être utilisé pour écrire des jointures externes.

Tableau 4-46 Opérateur `NOT EXISTS`

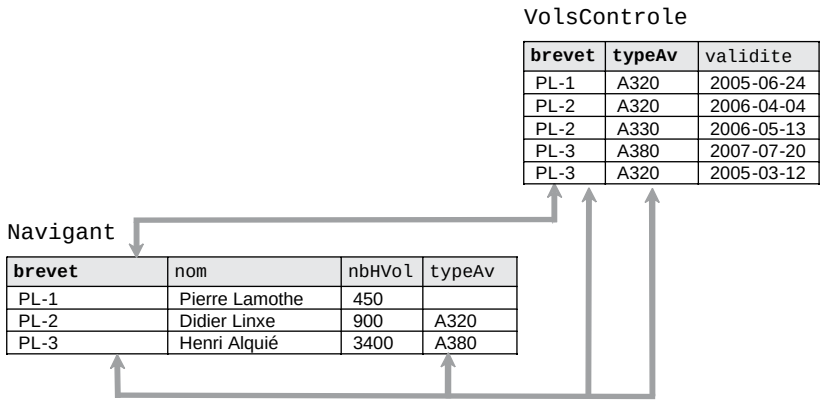
Besoin	Requête et résultat
Liste des compagnies n'ayant pas de pilote.	`SELECT cpg.* FROM Compagnie cpg WHERE NOT EXISTS (SELECT compa FROM PiloteWHERE compa = cpg.comp);` `+------+------+-------------+---------+-------------+` `| comp | nrue | rue | ville | nomComp |` `+------+------+-------------+---------+-------------+` `| CAST | 1 | G. Brassens | Blagnac | Castanet AL |` `+------+------+-------------+---------+-------------+`

Autres directives SQL2

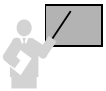
Étudions enfin les autres options des jointures SQL2 (`NATURAL JOIN`, `USING` et `CROSS JOIN`).

Considérons le schéma suivant (des colonnes portent le même nom). La colonne `typeAv` dans la table `Navigant` désigne le type d'appareil sur lequel le pilote est instructeur.

Figure 4-20 *Deux tables à mettre en jointure naturelle*



Opérateur NATURAL JOIN



La jointure naturelle est programmée par la clause `NATURAL JOIN`. La clause de jointure est automatiquement construite sur la base de toutes les colonnes portant le même nom entre les deux tables.

Les concepteurs devraient ainsi penser à nommer d'une manière semblable clés primaires et clés étrangères ! Ce principe n'est pas souvent appliqué aux bases volumineuses.

Le tableau suivant détaille deux écritures possibles d'une jointure naturelle. La clause de jointure est basée sur les colonnes (`brevet`, `typeAv`). Une clause `WHERE` aurait pu aussi être progammée.

Tableau 4-47 Jointures naturelles

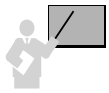
Besoin	Jointures SQL2 et résultat
Navigants qualifiés sur un type d'appareil et instructeurs sur ce même type.	`SELECT brevet, nom, typeAv, validite` `FROM Naviguant NATURAL JOIN VolsControle;` `--équivalent à` `SELECT brevet, nom, typeAv, validite` `FROM VolsControle NATURAL JOIN Naviguant;`

Tableau 4-47 Jointures naturelles *(suite)*

Besoin	Jointures SQL2 et résultat

```
+--------+--------------+--------+------------+
| brevet | nom          | typeAv | validite   |
+--------+--------------+--------+------------+
| PL-2   | Didier Linxe | A320   | 2006-04-04 |
| PL-3   | Henri Alquié | A380   | 2007-07-20 |
+--------+--------------+--------+------------+
```

Opérateur USING



La directive USING(*col1, col2…*) de la clause JOIN programme une jointure naturelle restreinte à un ensemble de colonnes. Il ne faut pas utiliser d'alias de tables dans la liste des colonnes.

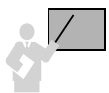
Dans notre exemple, on peut restreindre la jointure naturelle aux colonnes brevet ou typeAv. Si on les positionnait (brevet, typeAv) dans la directive USING, cela reviendrait à construire un NATURAL JOIN. Le tableau suivant détaille deux écritures d'une jointure naturelle restreinte :

Tableau 4-48 Jointures naturelles restreintes

Besoin	Jointures SQL2 et résultat
Nom des navigants avec leurs qualifications et dates de validité.	`SELECT nom, v.typeAv, v.validite FROM Naviguant JOIN VolsControle v USING(brevet);` `SELECT nom, v.typeAv, v.validite FROM VolsControle v JOIN Naviguant USING(brevet);`

```
+----------------+--------+------------+
| nom            | typeAv | validite   |
+----------------+--------+------------+
| Pierre Lamothe | A320   | 2005-06-24 |
| Didier Linxe   | A320   | 2006-04-04 |
| Didier Linxe   | A330   | 2006-05-13 |
| Henri Alquié   | A380   | 2007-07-20 |
| Henri Alquié   | A320   | 2005-03-12 |
+----------------+--------+------------+
```

Opérateur CROSS JOIN



La directive CROSS JOIN programme un produit cartésien qu'on peut restreindre dans la clause WHERE.

Le tableau suivant présente deux écritures d'un produit cartésien (seul l'ordre d'affichage des colonnes change) :

Tableau 4-49 Produit cartésien

Besoin	Jointures SQL2 et résultat
Combinaison de toutes les lignes des deux tables.	`SELECT * FROM Naviguant CROSS JOIN VolsControle;` `-- équivalent à` `SELECT * FROM VolsControle CROSS JOIN Naviguant;`

```
+--------+----------------+---------+--------+--------+--------+------------+
| brevet | nom            | nbHVol  | typeAv | brevet | typeAv | validite   |
+--------+----------------+---------+--------+--------+--------+------------+
| PL-1   | Pierre Lamothe |  450.00 | NULL   | PL-1   | A320   | 2005-06-24 |
| PL-2   | Didier Linxe   |  900.00 | A320   | PL-1   | A320   | 2005-06-24 |
| PL-3   | Henri Alquié   | 3400.00 | A380   | PL-1   | A320   | 2005-06-24 |
| PL-1   | Pierre Lamothe |  450.00 | NULL   | PL-2   | A320   | 2006-04-04 |
...
15 rows in set
```

Division

La division est un opérateur algébrique et non ensembliste. Cet opérateur est semblable sur le principe à l'opération qu'on apprend au CM2 (oubliée plus tard en terminale à cause des calculettes). La division est un opérateur binaire comme la jointure, car il s'agit de diviser une table (ou partie de) par une autre table (ou partie de). Il est possible d'opérer une division à partir d'une seule table, en ce cas on divise deux parties de cette table (analogue aux autojointures).

L'opérateur de division n'est pas fourni par MySQL (ni par aucun de ses concurrents d'ailleurs). Il n'existe donc malheureusement pas d'instruction `DIVIDE`.

Est-ce la complexité ou le manque d'intérêt qui freinent les éditeurs de logiciels à programmer ce concept ? La question reste en suspens, alors si vous avez un avis à ce sujet, faites-moi signe !

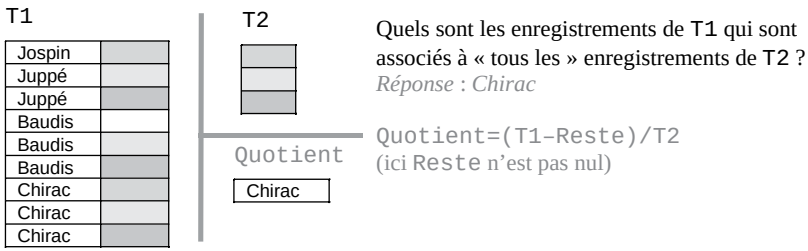
Cet opérateur permet de traduire le terme « pour tous les » des requêtes qu'on désire programmer en SQL.

On peut aussi dire que lorsque vous voulez comparer un ensemble avec un groupe de référence, il faut programmer une division.

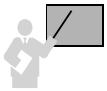
La division peut se programmer sous MySQL à l'aide d'une différence (`NOT IN`) et la fonction `NOT EXISTS`.

La figure suivante illustre l'opérateur de division dans sa plus simple expression (je ne parle pas du contenu des tables, bien sûr…). Le schéma fait plus apparaître le deuxième aspect révélateur énoncé ci-avant, à savoir comparer un ensemble (la table *T1*) avec un ensemble de référence (la table *T2*).

Figure 4-21 *Division*



Définition



La division de la table *T1*[*a1*,...,*an*,*b1*,...,*bn*] par la table *T2*[*b1*,...,*bn*] (la structure de *T2* est incluse dans la structure de *T1*) donne la table *T3*[*a1*,...,*an*] qui contient les enregistrements *ti* vérifiant *ti* ∈ T3 (de structure [*a1*,...,*an*]), *tj* ∈ *T2* (*tj* de structure [*b1*,...,*bn*]) et *ti*,*tj* ∈ *T1* (*ti*,*tj* de structure [*a1*,...,*an*,*b1*,...,*bn*]).

Classification

Considérons l'exemple suivant pour décrire la requête à construire. Il s'agit de répondre à la question : « *Quels sont les avions affrétés par* toutes *les compagnies françaises ?* ». L'ensemble de référence (*A*) est constitué des codes des compagnies françaises. L'ensemble à comparer (*B*) est formé des codes des compagnies pour chaque avion.

Deux cas sont à envisager suivant la manière de comparer les deux ensembles :

- Division inexacte (le reste n'est pas nul) : un ensemble est seulement inclus dans un autre (*A* ∈ *B*). La question à programmer serait : « *Quels sont les avions affrétés par* toutes *les compagnies françaises ?* », sans préciser si les avions ne doivent pas être aussi affrétés par des compagnies étrangères. L'avion ('A3', 'Mercure') répondrait à cette question, que la dernière ligne de la table `Affretements` soit présente ou pas.
- Division exacte (le reste est nul) : les deux ensembles sont égaux (*B*=*A*). La question à programmer serait : « *Quels sont les avions affrétés* exactement *(ou* uniquement*) par toutes les compagnies françaises ?* ». L'avion ('A3', 'Mercure') répondrait à cette question si la dernière ligne de la table `Affretements` était inexistante. Les lignes concernées dans les deux tables sont grisées.

Figure 4-22 *Divisions à programmer*

Affretements

immat	typeAv	compa	dateAff
A1	A320	SING	1965-05-13
A2	A340	AF	1968-06-22
A3	Mercure	AF	1965-02-05
A4	A330	ALIB	1965-01-16
A3	Mercure	ALIB	1942-03-05
A3	Mercure	SING	1987-03-01

Compagnie

comp	nomComp	pays
AF	Air France	F
ALIB	Air Lib	F
SING	Singapore AL	SG

Résultat

immat	typeAv
A3	Mercure

L'opérateur de différence (programmé avec `NOT IN`) combiné à la fonction `EXISTS` permet de programmer ces deux comparaisons (un ensemble inclus dans un autre et une égalité d'ensembles). Il existe d'autres solutions à base de regroupements et de sous-interrogations (synchronisées ou pas) que nous n'étudierons pas, parce qu'elles me semblent plus compliquées. Écrivons à présent ces deux divisions à l'aide de requêtes SQL.

Division inexacte

Pour programmer le fait qu'un ensemble est seulement inclus dans un autre (ici $A \subset B$), il faut qu'il n'existe pas d'élément dans l'ensemble $\{A\text{-}B\}$. La différence se programme à l'aide de l'opérateur `NOT IN`, l'inexistence d'élément se programme à l'aide de la fonction `NOT EXISTS` comme le montre la requête suivante :

Parcours de tous les avions

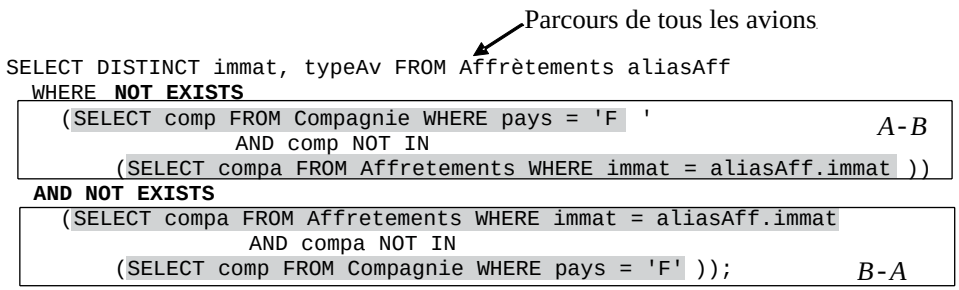
```
SELECT DISTINCT immat, typeAv FROM Affretements aliasAff
  WHERE NOT EXISTS
    (SELECT DISTINCT comp FROM Compagnie WHERE pays = 'F'
        AND comp NOT IN
     (SELECT compa FROM Affr etements WHERE immat = aliasAff.immat ));
```

Ensemble *A* de référence

Ensemble *B* à comparer

Division exacte

Pour programmer le fait qu'un ensemble est strictement égal à un autre (ici $A=B$), il faut qu'il n'existe ni d'élément dans l'ensemble $\{A\text{-}B\}$ ni dans l'ensemble $\{B\text{-}A\}$. La traduction mathématique est la suivante : $A=B \Leftrightarrow (A\text{-}B=\varnothing$ et $B\text{-}A=\varnothing)$. Les opérateurs se programment de la même manière que pour la requête précédente. Le « et » se programme avec un `AND`.



Résulats en HTML ou XML

Les options « --html » et « --xml » (étudiées dans l'introduction) permettent de formater le résultat des extractions au standard du Web. Cela peut être intéressant si vous voulez rapidement publier des pages (qui seront statiques bien sûr) ou composer des fichiers destinés à l'échange de données provenant de votre base. Ainsi la requête précédente fournira les états de sortie suivants. Concernant XML, la balise de plus haut niveau contient un attribut décrivant la requête.

Tableau 4-50 Résultats formatés pour le Web

Web

Connexion avec --hmtl	Connexion avec --xml
<**TABLE** BORDER=1> <**TR**><**TH**>immat</**TH**><TH>typeAv</**TH**></**TR**> <**TR**><**TD**>A3</**TD**><**TD**>Mercure</**TD**></**TR**> </**TABLE**>	<**resultset** statement="SELECT DISTINCT immat, typeAv FROM Affretements aliasAff WHERE NOT EXISTS (SELECT comp FROM Compagnie WHERE pays = 'F' AND comp NOT IN (SELECT compa FROM Affretements WHERE immat = aliasAff.immat)) AND NOT EXISTS (SELECT compa FROM Affretements WHERE immat = aliasAff.immat AND compa NOT IN (SELECT comp FROM Compagnie WHERE pays = 'F'))"> <**row**> <**field** name="immat">A3</**field**> <**field** name="typeAv">Mercure</**field**> </**row**> </**resultset**>

Écriture dans un fichier

Mécanisme inverse à `LOAD DATA INFILE` étudié au chapitre 2, l'exportation de données (au format de fichiers) extraites à l'aide d'une requête peut être programmée à l'aide de la directive `INTO OUTFILE` de l'instruction `SELECT`. Une telle requête écrit dans un fichier dans un répertoire du serveur. Le privilège `FILE` est requis. Le fichier cible doit être inexistant avant d'exécuter son chargement. La syntaxe simplifiée de cette directive est la suivante :

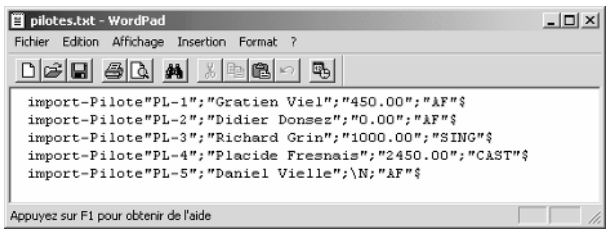
```
SELECT [ { DISTINCT | DISTINCTROW } | ALL ] listeColonnes
 FROM nomTable1 [,nomTable2]. [ WHERE condition ]
 INTO OUTFILE 'cheminEtNomFichier'
        [FIELDS [TERMINATED BY 'string']
                [[OPTIONALLY] ENCLOSED BY 'char']
                [ESCAPED BY 'char' ] ]
       [LINES   [STARTING BY 'string']
                [TERMINATED BY 'string'] ];
```

- `FIELDS` décrit comment seront formatées dans le fichier les colonnes extraites de(s) table(s). En l'absence de cette clause, `TERMINATED BY` vaut `'\t'`, `ENCLOSED BY` vaut `''` et `ESCAPED BY` vaut `'\\'`.
  - `FIELDS TERMINATED BY` décrit le caractère qui sépare deux valeurs de colonnes.
  - `FIELDS ENCLOSED BY` permet de contrôler le caractère qui encadrera chaque valeur de colonne.
  - `FIELDS ESCAPED BY` permet de contrôler les caractères spéciaux.
- `LINES` décrit comment seront écrites dans le fichier les lignes extraites de(s) table(s). En l'absence de cette clause, `TERMINATED BY` vaut `'\n'` et `STARTING BY` vaut `''`.

Créons le fichier « `pilotes.txt` » situé dans le répertoire « `D:\dev` », en exportant la totalité des enregistrements de la table `Pilote` (`SELECT *`) décrite au début du chapitre. Le fichier est ensuite ouvert à l'aide du WordPad. Notez l'utilisation du double « \ » pour désigner une arborescence Windows. Le caractère `NULL` est exporté par le caractère « \N ».

Figure 4-23 *Création d'un fichier*

```
SELECT * INTO OUTFILE 'D:\\dev\\pilotes.txt'
       FIELDS TERMINATED BY ';'          ENCLOSED BY '"'
       LINES STARTING BY 'import-Pilote' TERMINATED BY '$\n'
  FROM Pilote;
```



Exercices

Les objectifs de ces exercices sont :

- de créer dynamiquement des tables et leurs données ;
- d'écrire des requêtes monotables et multitables ;
- de réaliser des modifications synchronisées ;
- de composer des jointures et des divisions.

Exercice 4.1 Création dynamique de tables

Écrire le script `créaDynamique.sql` permettant de créer les tables `Softs` et `PCSeuls` suivantes (en utilisant la directive `AS SELECT` de la commande `CREATE TABLE`). Vous ne poserez aucune contrainte sur ces tables. Penser à modifier le nom des colonnes.

Figure 4-24 *Structures des nouvelles tables*

La table `Softs` sera construite sur la base de tous les enregistrements de la table `Logiciel` que vous avez créée et alimentée précédemment. La table `PCSeuls` doit seulement contenir les enregistrements de la table `Poste`, qui sont de type 'PCWS' ou 'PCNT'. Vérifier :

```
SELECT * FROM Softs;
SELECT * FROM PCSeuls;
```

Exercice 4.2 Requêtes monotables

Écrire le script `requêtes.sql` permettant d'extraire, à l'aide d'instructions `SELECT`, les données suivantes :

1 Type du poste 'p8'.

2 Noms des logiciels 'UNIX'.

3 Noms, adresses IP, numéros de salle des postes de type 'UNIX' ou 'PCWS'.

4 Même requête pour les postes du segment '130.120.80' triés par numéros de salles décroissants.

5 Numéros des logiciels installés sur le poste 'p6'.

6 Numéros des postes qui hébergent le logiciel 'log1'.

7 Noms et adresses IP complètes (ex : '130.120.80.01') des postes de type 'TX' (utiliser la fonction de concaténation).

Exercice 4.3 Fonctions et groupements

8 Pour chaque poste, le nombre de logiciels installés (en utilisant la table `Installer`).

9 Pour chaque salle, le nombre de postes (à partir de la table `Poste`).

10 Pour chaque logiciel, le nombre d'installations sur des postes différents.

11 Moyenne des prix des logiciels 'UNIX'.

12 Plus récente date d'achat d'un logiciel.

13 Numéros des postes hébergeant 2 logiciels.

14 Nombre de postes hébergeant 2 logiciels (utiliser la requête précédente en faisant un `SELECT` dans la clause `FROM`).

Exercice 4.4 Requêtes multitables

Opérateurs ensemblistes

15 Types de postes non recensés dans le parc informatique (utiliser la table `Types`).

16 Types existant à la fois comme types de postes et de logiciels.

17 Types de postes de travail n'étant pas des types de logiciels.

Jointures procédurales

18 Adresses IP complètes des postes qui hébergent le logiciel 'log6'.

19 Adresses IP complètes des postes qui hébergent le logiciel de nom 'Oracle 8'.

20 Noms des segments possédant exactement trois postes de travail de type 'TX'.

21 Noms des salles ou l'on peut trouver au moins un poste hébergeant le logiciel 'Oracle 6'.

22 Nom du logiciel acheté le plus récent (utiliser la requête 12).

Jointures relationnelles

Écrire les requêtes 18, 19, 20, 21 avec des jointures de la forme relationnelle. Numéroter ces nouvelles requêtes de 23 à 26.

27 Installations (nom segment, nom salle, adresse IP complète, nom logiciel, date d'installation) triées par segment, salle et adresse IP.

Jointures SQL2

Écrire les requêtes 18, 19, 20, 21 avec des jointures SQL2 (`JOIN`, `NATURAL JOIN`, `JOIN USING`). Numéroter ces nouvelles requêtes de 28 à 31.

Exercice 4.5 Modifications synchronisées

Écrire le script `modifSynchronisées.sql` pour ajouter les lignes suivantes dans la table `Installer` :

Figure 4-25 *Lignes à ajouter*

`Installer`

nPoste	*nLog*	**numIns**	dateIns	delai
...	...	...	...	...
p2	log6	*séquence...*	SYSDATE()	NULL
p8	log1		SYSDATE()	NULL
p10	log1		SYSDATE()	NULL

Écrire les requêtes UPDATE synchronisées de la forme suivante :

```
UPDATE table1 alias1
  SET colonne = (SELECT COUNT(*)
                 FROM  table2 alias2
                 WHERE alias2.colonneA = alias1.colonneB...);
```

Pour mettre à jour automatiquement les colonnes rajoutées :

- `nbSalle` dans la table `Segment` (nombre de salles traversées par le segment) ;
- `nbPoste` dans la table `Segment` (nombre de postes du segment) ;
- `nbInstall` dans la table `Logiciel` (nombre d'installations du logiciel) ;
- `nbLog` dans la table `Poste` (nombre de logiciels installés par poste).

Vérifier le contenu des tables modifiées (`Segment`, `Logiciel` et `Poste`).

Exercice 4.6 Opérateurs existentiels

Rajouter au script `requêtes.sql`, les instructions SELECT pour extraire les données suivantes :

Sous-interrogation synchronisée

32 Noms des postes ayant au moins un logiciel commun au poste 'p6' (on doit trouver les postes p2, p8 et p10).

Divisions

33 Noms des postes ayant les mêmes logiciels que le poste 'p6' (les postes peuvent avoir plus de logiciels que 'p6'). On doit trouver les postes 'p2' et 'p8' (division inexacte).

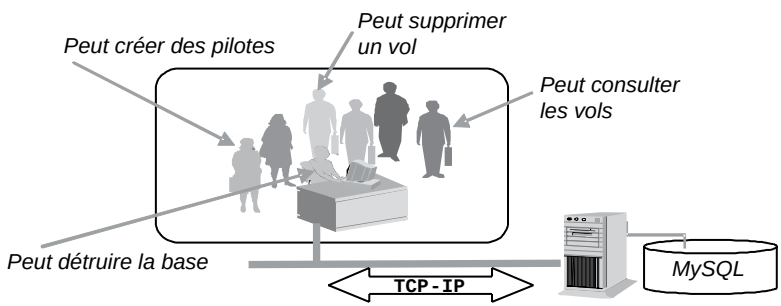
34 Noms des postes ayant exactement les mêmes logiciels que le poste 'p2' (division exacte), on doit trouver 'p8'.

Chapitre 5

Contrôle des données

Comme dans tout système multi-utilisateur, l'usager d'un SGBD doit être identifié avant de pouvoir utiliser des ressources. Les accès aux informations et à la base de données doivent être contrôlés à des fins de sécurité et de cohérence. La figure suivante illustre un groupe d'utilisateurs dans lequel existe une classification entre ceux qui peuvent consulter, mettre à jour, supprimer des enregistrements, voire les tables.

Figure 5-1 *Conséquences de l'aspect multi-utilisateur*



Nous verrons dans cette section les aspects du langage SQL qui concernent le contrôle des données et des accès. Nous étudierons :

- la gestion des utilisateurs qui manipuleront des bases de données dans lequelles se trouvent des objets tels que des tables, index, séquences (pour l'instant implémentées par des colonnes `AUTO_INCREMENT`), vues, procédures, etc. ;
- la gestion des privilèges qui permettent de donner des droits sur la base de données (privilèges système) et sur les données de la base (privilèges objet) ;
- la gestion des vues ;
- l'utilisation du dictionnaire des données (base de données `information_schema`).

Le chapitre 9 détaille l'outil graphique *MySQL Administrator* qui permet de s'affranchir d'écrire des instructions SQL.

Gestion des utilisateurs

Présenté rapidement à l'introduction, nous verrons qu'un utilisateur (*user*) est identifié par MySQL par son nom et celui de la machine à partir de laquelle il se connecte. Cela fait, il pourra accéder à différents objets (tables, vues, séquences, index, procédures, etc.) d'une ou de plusieurs bases sous réserve d'avoir reçu un certain nombre de privilèges.

Classification

Les types d'utilisateurs, leurs fonctions et leur nombre peuvent varier d'une base à une autre. Néanmoins, pour chaque base de données en activité, on peut classifier les utilisateurs de la manière suivante :

- Le DBA (*DataBase Administrator*). Il en existe au moins un. Une petite base peut n'avoir qu'un seul administrateur. Une base importante peut en regrouper plusieurs qui se partagent les tâches suivantes :
  - installation et mises à jour de la base et des outils éventuels ;
  - gestion de l'espace disque et des espaces pour les données ;
  - gestion des utilisateurs et de leurs objets (s'ils ne les gèrent pas eux-mêmes) ;
  - optimisation des performances ;
  - sauvegardes, restaurations et archivages ;
  - contact avec le support technique.
- L'administrateur réseau (qui peut être le DBA) se charge de la configuration des couches client pour les accès distants.
- Les développeurs qui conçoivent et mettent à jour la base. Ils peuvent aussi agir sur leurs objets (création et modification des tables, index, séquences, etc.). Ils transmettent au DBA leurs demandes spécifiques (stockage, optimisation, sécurité).
- Les administrateurs d'application qui gèrent les données manipulées par la ou les applications. Pour les petites et les moyennes bases, le DBA joue ce rôle.
- Les utilisateurs qui se connectent et interagissent avec la base à travers les applications ou à l'aide d'outils (interrogations pour la génération de rapports, ajouts, modifications ou suppressions d'enregistrements).

Tous seront des utilisateurs (au sens MySQL) avec des privilèges différents.

Création d'un utilisateur (CREATE USER)

Pour pouvoir créer un utilisateur, vous devez posséder le privilège `CREATE USER` ou `INSERT` sur la base système `mysql` (car c'est la table `mysql.user` qui stockera l'existence de ce nouvel arrivant).

La syntaxe de création d'un utilisateur est la suivante :

```
CREATE USER  utilisateur
     [IDENTIFIED BY [PASSWORD] 'motdePasse']
    [,utilisateur2 [IDENTIFIED BY [PASSWORD] 'motdePasse2'] ...];
```

- `IDENTIFIED BY motdePasse` permet d'affecter un mot de passe (16 caractères maximum, sensibles à la casse) à un utilisateur (16 caractères maximum, sensibles aussi à la casse).

Le tableau suivant décrit la création d'un utilisateur (à exécuter en étant connecté en local en tant que `root`) :

Tableau 5-1 Création d'un utilisateur

Instruction SQL	Résultat
`CREATE USER soutou@localhost IDENTIFIED BY 'iut';`	*soutou* est déclaré « utilisateur à accès local », il devra se connecter à l'aide de son mot de passe.

Par défaut, les utilisateurs, une fois créés, n'ont aucun droit sur aucune base de données (à part en lecture écriture sur la base `test` et en lecture seule sur la base `information_schema`). La section *Privilèges* étudie ces droits.

Un utilisateur bien connu

Lors de l'installation, vous avez dû noter la présence de l'utilisateur `root` (mot de passe saisi à l'installation). Cet utilisateur est le DBA que MySQL vous offre. Il vous permettra d'effectuer vos tâches administratives en ligne de commande ou par une console graphique (créer des utilisateurs par exemple).

Liste des utilisateurs

À propos de `root`, on le retrouve dans la table `user` de la base `mysql` (`mysql.user`). L'extraction des colonnes `User` et `Host` restitue la liste des utilisateurs connus du serveur. Si `root` n'avait pas sélectionné la base `mysql`, la commande à exécuter aurait été « `SELECT User,Host FROM mysql.user;` ».

```
(root@localhost) [mysql] mysql> SELECT User,Host FROM user;
+--------+-----------+
| User   | Host      |
+--------+-----------+
|        | %         |
|        | localhost |
| root   | localhost |
| soutou | localhost |
+--------+-----------+
```

Vous devez posséder une table similaire. Il apparaît quatre accès potentiels. L'utilisateur vide `''` correspond à une connexion anonyme. La machine désignée par « `%` » indique que la connexion est autorisée à partir de tout site (en supposant qu'un client MySQL est installé et qu'il est relié au serveur par TCP-IP). La machine désignée par « `localhost` » spécifie que la connexion est autorisée en local.

Ici, la table fait état que l'accès anonyme (restreint toutefois à la base `test`, voir la section *Table* `mysql.db`) est permis en local et à partir de tout site, et que `soutou` comme `root` ne peuvent se connecter qu'en local.

Modification d'un utilisateur

Le mot de passe d'un utilisateur peut être modifié sans parler de privilèges. Nous verrons plus tard qu'il est possible de restreindre le nombre de requêtes (`SELECT`), de modifications (`UPDATE`), de connexions par heure et de connexions simultanées à un serveur.

Puisqu'il n'existe pas de commande `ALTER USER`, pour changer un mot de passe, il faut donc modifier la table `user` par la seule commande SQL capable de le faire : `UPDATE`.

L'instruction suivante modifie le mot de passe de l'utilisateur `soutou` pour l'accès en local. Notez l'utilisation de la fonction `PASSWORD()` qui code le mot de passe à affecter à la colonne `Password` de la table `user`. Il est plus prudent d'utiliser ensuite `FLUSH PRIVILEGES` qui recharge les tables système de manière à rendre la manipulation effective sur l'instant (un peu comme un `COMMIT` sur des données).

```
UPDATE mysql.user
      SET Password = PASSWORD('eyrolles')
      WHERE User = 'soutou'
      AND   Host = 'localhost';
FLUSH PRIVILEGES;
```

Une fois cette modification réalisée, si `soutou` tente une connexion avec son ancien mot de passe, il vient l'erreur classique : « `ERROR 1045 (28000): Access denied for user 'soutou'@'localhost' (using password: xx)` » (*xx* valant `YES` si `soutou` se connecte avec son ancien mot de passe, `NO` s'il n'en donne pas).

Chaque utilisateur peut changer son propre mot de passe à l'aide de cette instruction s'il en a le privilège. Mais attention ! Le fait de lui donner ce droit (nous verrons plus loin comment le faire) implique également qu'il puisse aussi modifier les mots de passe de ses copains, ainsi que celui du `root` !

Renommer un utilisateur (RENAME USER)

Pour pouvoir renommer un utilisateur, vous devez posséder le privilège `CREATE USER` (ou le privilège `UPDATE` sur la base de données `mysql`). La syntaxe SQL est la suivante :

```
RENAME USER utilisateur TO nouveauNom;
```

Penser à spécifier l'accès complet à renommer (`user@machine`). Les privilèges et le mot de passe ne changent pas. Le tableau suivant décrit trois opérations de renommage d'utilisateurs (qui reviennent d'ailleurs à l'état initial).

Tableau 5-2 Renommer un utilisateur

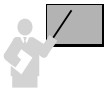
Instruction SQL	Commentaire
`RENAME USER soutou@localhost TO christiansoutou@localhost;`	L'accès *soutou* en local est renommé *christiansoutou* en local.
`RENAME USER christiansoutou@localhost TO christiansoutou@194.53.227.12;`	L'accès *christiansoutou* en local est renommé *christiansoutou* en accès distant.
`RENAME USER christiansoutou@194.53.227.12 TO soutou@localhost;`	L'accès est renommé complètement.

Suppression d'un utilisateur (DROP USER)

Pour pouvoir supprimer un utilisateur, vous devez posséder le privilège `CREATE USER` (ou le privilège `DELETE` sur la base de données `mysql`). La syntaxe SQL est la suivante :

```
DROP USER utilisateur [,utilisateur2 ...];
```

Il faut spécifier l'accès à éliminer (`user@machine`). Tous les privilèges relatifs à cet accès sont détruits. Si l'utilisateur est connecté dans le même temps, sa suppression ne sera effective qu'à la fin de sa (dernière) session.



Aucune donnée d'aucune table que l'utilisateur aura mis à jour durant toutes ses connexions ne sera supprimée. Il n'y a pas de notion d'appartenance d'objets (tables, index, procédure, etc.) à un utilisateur. Tout ceci est relatif à la base de données (*database*).

Pour supprimer le compte `soutou` en local, la commande à lancer est :

```
DROP USER soutou@localhost;
```

Gestion des bases de données

Abordée brièvement à l'introduction, une base de données (*database*) regroupe essentiellement des tables sur lesquelles l'administrateur affectera des autorisations à des utilisateurs. Cette notion de *database* s'apparente plutôt à celle de *schéma* (connu des utilisateurs d'Oracle). D'ailleurs dans l'instruction de création les deux mots peuvent être utilisés.

Création d'une base (CREATE DATABASE)

Pour pouvoir créer une base de données, vous devez posséder le privilège `CREATE` sur la nouvelle base (ou au niveau global pour créer toute table).

```
CREATE {DATABASE | SCHEMA} [IF NOT EXISTS] nomBase
  [ [DEFAULT] CHARACTER SET nomJeu ]
      [ [DEFAULT] COLLATE nomCollation ];
```

- `IF NOT EXISTS` évite une erreur dans le cas où la base de données existe déjà (auquel cas elle ne sera pas remplacée).
- *`nomBase`* désigne le nom de la base (64 caractères maximum, caractères compris par le système de gestion de fichier du système d'exploitation, notamment respectant les règles de nommage des répertoires). Les caractères « / », « \ », ou « . » sont proscrits.
- `CHARACTER SET` indique le jeu de caractères associé aux données qui résideront dans les tables de la base.
- `COLLATE` définit la collation[1] du jeu de caractères en question. La collation, dans le jargon informatique, permet de définir la position des caractères dans le jeu. Par exemple, il sera possible de différencier « `à` » de « `a` » ou pas (sensibilité diacritique). Le but étant de s'adapter aux différentes règles et langues de notre petite planète.

Une fois créée, vous constaterez l'existence d'un répertoire portant le nom de votre nouvelle base (par défaut sous `C:\Program Files\MySQL\MySQL Server 5.n\data\`*`nouvelleBase`* dans le cas de Windows). Ce répertoire contiendra les données des tables qui seront constituées dans la nouvelle base. Si vous concevez manuellement un répertoire (`mkdir rep1` par exemple) dans le répertoire de `data` de MySQL, `rep1` sera considéré comme une base de données avec le jeu de caractères par défaut (visible avec « `SHOW DATABASES;` »).

N'effacez pas le fichier `db.opt` qui stocke les caractéristiques de la base. Vous pouvez l'ouvrir avec un éditeur de texte pour connaître le jeu de caractères par défaut que MySQL affectera à vos bases en l'absence de clause `CHARACTER SET`. Souhaitons que ce ne soit pas `gb2312` associé par défaut à la collation `gb2312_chinese_ci` qui vous ferait dire que je vous parle chinois ! C'est pourtant quelquefois ce que je ressens quand mes étudiants me regardent avec des yeux de poisson en utilisant le langage des carpes…

Le tableau suivant décrit la création de deux bases de données :

Tableau 5-3 Création de bases

Instruction SQL	Résultat
`CREATE DATABASE bdnouvelle DEFAULT CHARACTER SET ascii COLLATE ascii_general_ci;`	La base `bdnouvelle` est créée, le jeu de caractères par défaut est ASCII.
`CREATE DATABASE bdnouvelle2 DEFAULT CHARACTER SET gb2312;`	La base `bdnouvelle2` est créée pour les Chinois.

1. Action de comparer entre eux des textes, des documents. Petit Larousse.

Le jeu de caractères par défaut est défini dans `my.ini` à l'aide de la variable `default-character-set`. Il est donc possible de créer des bases de données associées à différents jeux de caractères au sein d'un même serveur. Le jeu de caractères d'une base définit celui des tables qui seront constituées dedans, à moins que la table ne soit combinée à un autre jeu (créé avec la directive `[DEFAULT] CHARACTER SET` *`jeu`* `[COLLATE` *`nomCollation`*`]`).

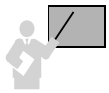
Notons enfin qu'il est même possible d'affecter un jeu de caractères à une colonne d'une table. L'exemple suivant construit la table `testChap5` dans la base `bdnouvelle2` (par défaut chinoise) en spécifiant que la colonne `col1` sera associée au jeu `cp850` : *DOS West European*, tandis que le reste de la table (pour l'instant de portée `col2`) sera appliqué au jeu `latin1` : *cp1252 West European*. Insérons une ligne.

```
CREATE TABLE bdnouvelle2.testChap5
(col CHAR(5) CHARACTER SET cp850, col2 CHAR(4))
 CHARACTER SET latin1;
INSERT INTO bdnouvelle2.testChap5 VALUES ('GTR','IUT');
```

Sélection d'une base de données (USE)

Ceux qui ont travaillé sous *Dbase* se souviennent de l'instruction `USE` qui désignait la table courante dans un programme. Pour MySQL, `USE` sélectionne une base de données qui devient active dans une session.

```
USE nomBase;
```



Si vous désirez travailler simultanément dans différentes bases de données, faites toujours préfixer le nom des tables par celui de la base par la notation pointée (*`nomBase.nomTable`*).

L'exemple suivant exécute une jointure sur deux tables situées dans deux bases distinctes :

Tableau 5-4 Sélection de bases

Instruction SQL	Résultat
`CREATE TABLE bdnouvelle.testUSE (col3 CHAR(5), col4 CHAR(4)) CHARACTER SET latin1;` `INSERT INTO bdnouvelle.testUSE VALUES ('ACTMP','IUT');`	Création d'une table dans la base. Insertion d'une ligne.
`USE bdnouvelle2;`	Sélection de la base `bdnouvelle2`.
`SELECT col, bdnouvelle.testUSE.col3 FROM testChap5, bdnouvelle.testUSE WHERE col2 = bdnouvelle.testUSE.col4;` `+------+-------+` `| col	col3 |` `+------+-------+` `| GTR	ACTMP |` `+------+-------+`	Jointure de la table `testChap5` située dans la base active (`bdnouvelle2`) avec `testUSE` située dans la base `bdnouvelle`.

Modification d'une base (ALTER DATABASE)

ALTER DATABASE vous permet de modifier le jeu de caractères par défaut d'une base de données. Pour pouvoir changer ainsi une base, vous devez avoir le privilège ALTER sur la base de données en question.

```
ALTER {DATABASE nomBase
  [ [DEFAULT] CHARACTER SET nomJeu ]
     [ [DEFAULT] COLLATE nomCollation ];
```

L'instruction suivante modifie la base « chinoise » en lui affectant le jeu de caractères de type *DOS*.

```
ALTER DATABASE bdnouvelle2 DEFAULT CHARACTER SET cp850;
```

Suppression d'une base (DROP DATABASE)

Pour pouvoir supprimer une base de données, vous devez posséder le privilège DROP sur la base (ou au niveau global pour effacer toute base). Cette commande détruit tous les objets (tables, index, etc.) et le répertoire contenus dans la base.

```
DROP {DATABASE | SCHEMA} [IF EXISTS] nomBase;
```

- IF EXISTS évite une erreur dans le cas où la base de données n'existerait pas.
- Cette instruction retourne le nombre de tables qui on été supprimées (fichiers à l'extension « .frm »).

Disons à présent *adios* à la base « chinoise » :

```
DROP DATABASE bdnouvelle2;
```

Privilèges

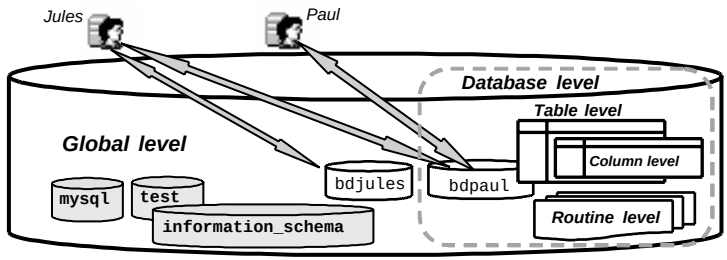
Depuis le début du livre, nous avons parlé de privilèges. Il est temps à présent de préciser ce que recouvre ce terme. Un privilège (sous-entendu *utilisateur*) est un droit d'exécuter une certaine instruction SQL (on parle de privilège *système*), ou un droit relatif aux données des tables situées dans différentes bases (on parle de privilège *objet*). La connexion, par exemple, sera considérée comme un privilège système bien que n'étant pas une commande SQL.

Les privilèges système diffèrent sensiblement d'un SGBD à un autre. Chez Oracle, il y en a plus d'une centaine, MySQL est plus modeste en n'en proposant qu'une vingtaine. En revanche, on retrouvera les mêmes privilèges objet (exemple : autorisation de modifier la colonne nomComp de la table Compagnie) qui sont attribués ou retirés par les instructions GRANT et REVOKE.

Niveaux de privilèges

La figure suivante illustre les différents niveaux de privilèges que l'on peut rencontrer :

Figure 5-2 *Niveaux de privilèges*

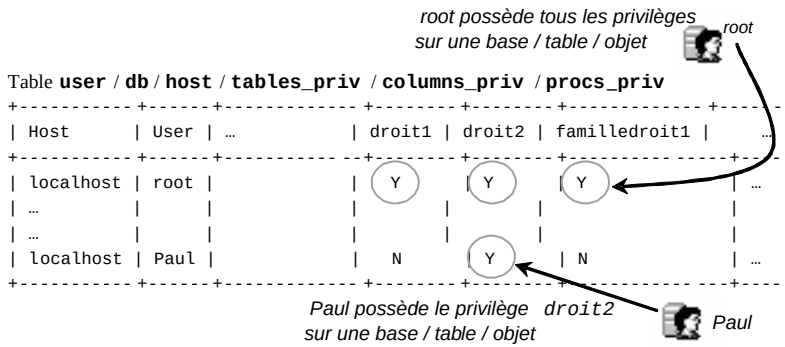


- *Global level* : privilèges s'appliquant à toutes les bases du serveur. Ces privilèges sont stockés dans la table `mysql.user` (exemple d'attribution d'un privilège global : `GRANT CREATE ON *.*`…).
- *Database level* : privilèges s'appliquant à tous les objets d'une base de données en particulier. Ces privilèges sont stockés dans les tables `mysql.db` et `mysql.host` (exemple d'attribution d'un privilège *database* : `GRANT SELECT ON bdpaul.*`…).
- *Table level* : privilèges s'appliquant à la globalité d'une table d'une base de données en particulier. Ces privilèges sont stockés dans la table `mysql.tables_priv` (exemple d'attribution d'un privilège *table* : `GRANT INSERT ON bdpaul.Avion`…).
- *Column level* : privilèges s'appliquant à une des colonnes d'une table d'une base de données en particulier. Ces privilèges sont stockés dans la table `mysql.columns_priv` (exemple d'attribution d'un privilège *column* : `GRANT UPDATE(nomComp)ON bdpaul.Compagnie`…).
- *Routine level* : privilèges globaux ou au niveau d'une base (`CREATE ROUTINE`, `ALTER ROUTINE`, `EXECUTE`, et `GRANT`) s'appliquant aux procédures cataloguées (étudiées au chapitre 7). Ces privilèges sont stockés dans la table `mysql.procs_priv` de la base `mysql` (exemple d'attribution d'un privilège *routine* : `GRANT EXECUTE ON PROCEDURE bdpaul.sp1`…).

Tables de la base `mysql`

Cinq tables de la base de données `mysql` suffisent à MySQL pour stocker les privilèges (système et objet) de tous les utilisateurs. La figure suivante illustre comment MySQL déduit toutes ces prérogatives toujours en fonction des accès (couple utilisateur, machine).

Figure 5-3 *Stockage des prérogatives*



La colonne `Db` est en plus dans les tables `host`, `tables_priv` et `columns_priv`, car elle est nécessaire pour désigner la base de données sur laquelle portera le droit ou la famille de droits.

Supposons, pour nos exemples, que l'utilisateur `Paul` (accès en local) et la base de données `bdpaul` soient créés.

```
CREATE DATABASE bdpaul;
CREATE USER Paul@localhost IDENTIFIED BY 'iut';
```

Table `mysql.user`

Présenté brièvement au début du chapitre. Cette table est composée de 37 colonnes qui décrivent les privilèges au niveau global du serveur. Nous détaillons ici la signification des principales.

Privilèges objet (LMD) sur toutes les bases de données

La requête suivante extrait les prérogatives de `Paul` (et des autres). Pour l'instant, le caractère `'N'` étant dans toutes les colonnes, il ne peut ni interroger une table (`Select_priv`), ni insérer dans une table (`Insert_priv`), ni en modifier (`Update_priv`), ni en supprimer (`Delete_priv`), et ce quelle que soit la base de données (excepté les bases système `test` et `information_schema`) sur laquelle il voudra se connecter.

```
SELECT Host, User, Select_priv, Insert_priv, Update_priv, Delete_priv
       FROM mysql.user;
+-----------+------+-------------+-------------+-------------+-------------+
| Host      | User | Select_priv | Insert_priv | Update_priv | Delete_priv |
+-----------+------+-------------+-------------+-------------+-------------+
| localhost | root | Y           | Y           | Y           | Y           |
| localhost |      | Y           | Y           | Y           | Y           |
| %         |      | N           | N           | N           | N           |
| localhost | Paul | N           | N           | N           | N           |
+-----------+------+-------------+-------------+-------------+-------------+
```

Vous pouvez, par analogie, pour cet exemple et pour les suivants, découvrir les prérogatives des autres accès (ici `root` et *anonyme*).

Privilèges objet (LDD) sur toutes les bases de données

La requête suivante extrait les prérogatives à propos des instructions LDD. Pour l'instant, le caractère `'N'` étant dans toutes les colonnes, `Paul` ne peut ni créer une table ou une base (`Create_priv`), ni en supprimer (`Drop_priv`), ni créer ou supprimer un index (`Index_priv`), ni modifier la structure d'une table, la renommer ou modifier une base (`Alter_priv`), et ce quelle que soit la base de données (excepté les bases système `test` et `information_schema`).

```
SELECT Host, User, Create_priv, Drop_priv,Index_priv, Alter_priv
       FROM mysql.user;
+-----------+------+-------------+-----------+------------+------------+
| Host      | User | Create_priv | Drop_priv | Index_priv | Alter_priv |
+-----------+------+-------------+-----------+------------+------------+
| localhost | root | Y           | Y         | Y          | Y          |
| localhost |      | Y           | Y         | Y          | Y          |
| %         |      | N           | N         | N          | N          |
| localhost | Paul | N           | N         | N          | N          |
+-----------+------+-------------+-----------+------------+------------+
```

Privilèges système (LCD) sur toutes les bases de données

La requête suivante extrait les prérogatives à propos des instructions LCD. Pour l'instant, le caractère `'N'` étant dans toutes les colonnes, `Paul` ne peut ni créer un utilisateur (`Create_user_priv`), ni transmettre des droits qu'il aura lui-même reçus (`Grant_priv`), ni lister les bases de données existantes (`Show_db_priv`), et ce quelle que soit la base de données.

```
SELECT Host,User, Create_user_priv, Grant_priv, Show_db_priv FROM mysql.user;
+-----------+------+------------------+------------+--------------+
| Host      | User | Create_user_priv | Grant_priv | Show_db_priv |
+-----------+------+------------------+------------+--------------+
| localhost | root | Y                | Y          | Y            |
| localhost |      | N                | Y          | Y            |
| %         |      | N                | N          | N            |
| localhost | Paul | N                | N          | N            |
+-----------+------+------------------+------------+--------------+
```

Privilèges à propos des vues sur toutes les bases de données

La requête suivante extrait les prérogatives à propos des instructions relatives aux vues (*views* détaillées dans la section suivante). Pour l'instant, le caractère `'N'` étant dans toutes les colonnes, `Paul` ne peut ni créer une vue (`Create_view_priv`), ni lister les vues existantes (`Show_view_priv`), et ce quelle que soit la base de données.

```
SELECT Host,User, Create_view_priv, Show_view_priv FROM mysql.user;
+-----------+------+------------------+----------------+
| Host      | User | Create_view_priv | Show_view_priv |
+-----------+------+------------------+----------------+
| localhost | root | Y                | Y              |
| localhost |      | N                | N              |
| %         |      | N                | N              |
| localhost | Paul | N                | N              |
+-----------+------+------------------+----------------+
```

Privilèges à propos des procédures cataloguées sur toutes les bases de données

La requête suivante extrait les prérogatives à propos des procédures cataloguées (détaillées dans le chapitre 7). Pour l'instant, le caractère `'N'` étant dans toutes les colonnes, `Paul` ne peut ni créer une procédure (`Create_routine_priv`), ni en modifier (`Alter_routine_priv`), ni en exécuter (`Execute_priv`), et ce quelle que soit la base de données.

```
SELECT Host,User, Create_routine_priv, Alter_routine_priv, Execute_priv
       FROM mysql.user;
+-----------+------+--------------------+--------------------+--------------+
| Host      | User | Create_routine_priv | Alter_routine_priv | Execute_priv |
+-----------+------+--------------------+--------------------+--------------+
| localhost | root | Y                  | Y                  | Y            |
| localhost |      | N                  | N                  | Y            |
| %         |      | N                  | N                  | N            |
| localhost | Paul | N                  | N                  | N            |
+-----------+------+--------------------+--------------------+--------------+
```

Privilèges à propos des restrictions d'utilisateur

La requête suivante extrait les prérogatives à propos des restrictions qu'on peut définir par accès. Pour l'instant, le chiffre étant à 0 dans toutes les colonnes, aucun accès (utilisateur) n'est limité concernant le nombre de requêtes (`max_questions`), de modifications (`max_updates`), de connexions par heure (`max_connections`) et de connexions simultanées (`max_user_connections`) à un serveur.

```
SELECT  Host, User, max_questions "Requetes", max_updates  "Modifs" ,
        max_connections "Connexions", max_user_connections "Cx simult."
        FROM mysql.user;
+-----------+------+----------+--------+------------+------------+
| Host      | User | Requetes | Modifs | Connexions | Cx simult. |
+-----------+------+----------+--------+------------+------------+
| localhost | root |        0 |      0 |          0 |          0 |
| localhost |      |        0 |      0 |          0 |          0 |
| %         |      |        0 |      0 |          0 |          0 |
| localhost | Paul |        0 |      0 |          0 |          0 |
+-----------+------+----------+--------+------------+------------+
```

Privilèges non abordés

D'autres colonnes de la table `mysql.user` sont intéressantes, mais sortent un peu du cadre de ce livre. J'ai donc fait l'impasse sur `Create_tmp_table_priv` (sert à créer des tables temporaires), `Lock_tables_priv` (pose des verrous explicites), `Shutdown_priv` (arrête et redémarre le serveur), `Process_priv` et `Super_priv` (gèrent les processus), `File_priv` (accède aux fichiers du système d'exploitation), `Repl_slave_priv` et `Repl_client_priv` (utilisés pour des aspects de réplication de données).

Nul doute que vous saurez vous servir de ces privilèges en temps voulu, par analogie avec ceux que nous allons étudier.

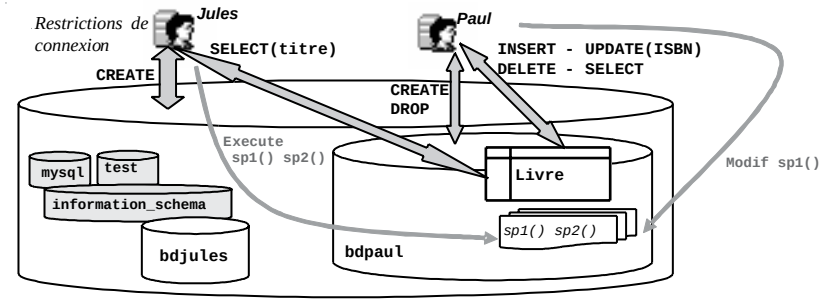
Le privilège `References_priv` n'est pas opérationnel encore. Il permettrait de bénéficier de l'intégrité référentielle entre deux tables appartenant à deux bases distinctes (par exemple la table `Avion` dans `bd1` ferait référence par clé étrangère à la table `Compagnie` dans `bd2`).

Avant de présenter les autres tables (`db`, `host`, `tables_priv`, `columns_priv` et `procs_priv`) de la base `mysql`, étudions les intructions relatives à l'attribution d'un privilège (`GRANT`), qu'il soit système ou objet, et celles relatives à la révocation d'un privilège (`REVOKE`).

Attribution de privilèges (GRANT)

La figure suivante illustre le contexte qui va servir d'exemple à l'attibution de prérogatives.

Figure 5-4 *Attribution de privilèges*



Syntaxe

L'instruction `GRANT` permet d'attribuer un (ou plusieurs) privilège(s) à propos d'un objet à un (ou plusieurs) bénéficiaire(s). L'utilisateur qui exécute cette commande doit avoir reçu lui-même le droit de transmettre ces privilèges (reçu avec la directive `GRANT OPTION`). Dans le cas de `root`, aucun problème, car il a implicitement tous les droits.

```
GRANT privilège [ (col1 [, col2...])] [,privilège2 ... ]
    ON [ {TABLE | FUNCTION | PROCEDURE} ]
       {nomTable | * | *.* | nomBase.*}
    TO utilisateur [IDENTIFIED BY [PASSWORD] 'password']
        [,utilisateur2 ...]
    [ WITH [ GRANT OPTION ]
           [ MAX_QUERIES_PER_HOUR nb ]
           [ MAX_UPDATES_PER_HOUR nb2 ]
           [ MAX_CONNECTIONS_PER_HOUR nb3 ]
           [ MAX_USER_CONNECTIONS nb4 ] ];
```

- *privilège* : description du privilège (ex : SELECT, DELETE, etc.), voir le tableau suivant.
- *col* précise la ou les colonnes sur lesquelles se portent les privilèges SELECT, INSERT ou UPDATE (exemple : UPDATE(typeAvion) pour n'autoriser que la modification de la colonne typeAvion).
- GRANT OPTION : permet de donner le droit de retransmettre les privilèges reçus à une tierce personne.

Le tableau suivant résume la signification des principaux privilèges à accorder ou à révoquer.

Tableau 5-5 Privilèges principaux pour GRANT et REVOKE

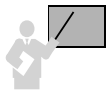
privilege	Commentaire
ALL [PRIVILEGES]	Tous les privilèges.
ALTER	Modification de base/table.
ALTER ROUTINE	Modification de procédure.
CREATE	Création de base/table.
CREATE ROUTINE	Création de procédure.
CREATE USER	Création d'utilisateur.
CREATE VIEW	Création de vue.
DELETE	Suppression de données de table.
DROP	Suppression de base/table.
EXECUTE	Exécution de procédure.
INDEX	Création/Suppression d'index.
INSERT	Insertion de données de table.
SELECT	Extraction de données de table.
SHOW DATABASES	Lister les bases.
SHOW VIEW	Lister les vues d'une base.
SUPER	Gestion des déclencheurs.
UPDATE	Modification de données de table.
USAGE	Synonyme de « sans privilège », USAGE est utilisé pour conserver les privilèges précédemment définis tout en les restreignant avec des options.

Exemples

Le tableau suivant décrit l'affectation de quelques privilèges en donnant les explications associées.

Tableau 5-6 Affectation de privilèges

Instruction faite par `root`	Explication
`GRANT CREATE, DROP ON bdpaul.* TO 'Paul'@'localhost';`	Privilège système *database level* : `Paul` (en accès local) peut créer ou supprimer des tables dans la base `bdpaul`.
`GRANT INSERT, SELECT, DELETE, UPDATE(ISBN) ON bdpaul.Livre TO 'Paul'@'localhost';`	Privilège objet *table level* : `Paul` peut insérer, extraire, supprimer et modifier la colonne `ISBN` de la table `Livre` contenue dans la base `bdpaul`.
`GRANT ALTER ON bdpaul.Livre TO 'Paul'@'localhost';`	Privilège système *table level* : `Paul` peut modifier la structure ou les contraintes de la table `Livre` contenue dans la base `bdpaul`.
`GRANT SELECT(titre) ON bdpaul.Livre TO 'Jules'@'localhost' WITH GRANT OPTION;`	Privilège objet *column level* : `Jules` peut extraire seulement la colonne titre de la table `Livre` contenue dans la base `bdpaul`. Il pourra par la suite retransmettre éventuellement ce droit.
`GRANT CREATE ON *.* TO 'Jules'@'localhost';`	Privilège système *global level* : `Jules` peut créer des bases de données.
`GRANT USAGE ON bdpaul.* TO 'Jules'@'localhost' WITH MAX_QUERIES_PER_HOUR 50 MAX_UPDATES_PER_HOUR 20 MAX_CONNECTIONS_PER_HOUR 6 MAX_USER_CONNECTIONS 3;`	Privilège système *database level* : `Jules` ne peut lancer, chaque heure, que 50 `SELECT`, 20 `UPDATE`, se connecter 6 fois (dont 3 connexions simultanées) sur la base de données `bdpaul`.



Tout ce que vous avez le droit de faire doit être explicitement autorisé par la commande `GRANT`. Ce qui n'est pas dit par `GRANT` n'est pas permis. Par exemple, `Jules` peut créer des bases, mais pas en détuire, `Paul` peut modifier le numéro ISBN d'un livre mais pas son titre, etc.

Voir les privilèges

La commande `SHOW GRANTS FOR` liste les différentes instructions `GRANT` équivalentes à toutes les prérogatives d'un utilisateur donné. C'est bien utile quand vous avez attribué un certain nombre de privilèges à un utilisateur sans avoir pensé à les consigner dans un fichier de commande.

```
SHOW GRANTS FOR utilisateur;
```

Utilisons cette commande pour extraire les profils de `Jules`, de `Paul` et de l'administrateur en chef (accès en local). J'avoue avoir un peu retravaillé l'état de sortie (sans en modifier une ligne quand même).

```
SHOW GRANTS FOR 'Jules'@'localhost';
+-----------------------------------------------------------------------------+
| Grants for Jules@localhost                                                  |
+-----------------------------------------------------------------------------+
| GRANT CREATE ON *.* TO 'Jules'@'localhost' IDENTIFIED BY PASSWORD
 '*6AE163FB9EE8BB011EB2E87316AA5BE563A6CDB7' WITH MAX_QUERIES_PER_HOUR 50
  MAX_UPDATES_PER_HOUR 20 MAX_CONNECTIONS_PER_HOUR 6 MAX_USER_CONNECTIONS 3 |
| GRANT SELECT (titre) ON `bdpaul`.`Livre` TO 'Jules'@'localhost'
      WITH GRANT OPTION                                                     |
+-----------------------------------------------------------------------------+
```

On remarque que MySQL a regroupé deux privilèges en une instruction `GRANT` (`CREATE` et les restrictions de connexions). Par là même, on se rend compte que les prérogatives de connexion sont au niveau *global*, bien qu'on les ait spécifiées au niveau *database*.

```
SHOW GRANTS FOR 'Paul'@'localhost';
+-----------------------------------------------------------------------------+
| Grants for Paul@localhost                                                   |
+-----------------------------------------------------------------------------+
| GRANT USAGE ON *.* TO 'Paul'@'localhost' IDENTIFIED BY PASSWORD
       '*6AE163FB9EE8BB011EB2E87316AA5BE563A6CDB7'                           |
| GRANT CREATE, DROP ON `bdpaul`.* TO 'Paul'@'localhost'                      |
| GRANT SELECT, INSERT, UPDATE (ISBN), DELETE, ALTER ON `bdpaul`.`Livre`
       TO 'Paul'@'localhost'                                                 |
+-----------------------------------------------------------------------------+
```

On remarque que MySQL a regroupé tous les privilèges sur la table `Livre` en une instruction `GRANT`. La première exprime le fait que `Paul` peut se connecter à toutes les bases (par `USE nomBase`), mais qu'il ne pourra travailler en réalité que dans `bdpaul`.

```
SHOW GRANTS FOR 'root'@'localhost';
+-----------------------------------------------------------------------------+
| Grants for root@localhost                                                   |
+-----------------------------------------------------------------------------+
| GRANT ALL PRIVILEGES ON *.* TO 'root'@'localhost' IDENTIFIED BY PASSWORD
       '*387E25FE2CF7ED941E43A76AD9402825401698FC' WITH GRANT OPTION         |
+-----------------------------------------------------------------------------+
```

On remarque que MySQL n'attribue qu'un seul droit, mais le plus fort ! Tous les droits (`ALL PRIVILEGES`) sur toutes les bases (`*.*`), avec en prime la clause `GRANT OPTION` qui permet de retransmettre n'importe quoi à n'importe qui, ou de tout révoquer.

Interrogeons à nouveau la table `user` de la base `mysql` stockant les prérogatives au niveau global du moment. Le droit de création en local de `Jules` apparaît sur toutes les bases.

```
SELECT Host,User, Create_priv,Drop_priv,Index_priv,Alter_priv FROM mysql.user;
+-----------+-------+-------------+-----------+------------+------------+
| Host      | User  | Create_priv | Drop_priv | Index_priv | Alter_priv |
+-----------+-------+-------------+-----------+------------+------------+
| …
| localhost | Paul  | N           | N         | N          | N          |
| localhost | Jules | Y           | N         | N          | N          |
+-----------+-------+-------------+-----------+------------+------------+
```

Les colonnes suivantes permettent de stocker les restrictions sur les connexions.

```
SELECT Host,User, max_questions "Requetes", max_updates "Modifs" ,
       max_connections "Connexions", max_user_connections "Cx simult."
       FROM mysql.user;
+-----------+-------+----------+--------+------------+------------+
| Host      | User  | Requetes | Modifs | Connexions | Cx simult. |
+-----------+-------+----------+--------+------------+------------+
| …
| localhost | Paul  |        0 |      0 |          0 |          0 |
| localhost | Jules |       50 |     20 |          6 |          3 |
+-----------+-------+----------+--------+------------+------------+
```

Analysons les autres tables de la base `mysql` pour découvrir les prérogatives des autres niveaux (*database*, *table*, *column* et *routine*).

Table `mysql.db`

La table `mysql.db` décrit les prérogatives au niveau *database*. Ainsi la colonne `Db` indique la base de données.

```
SELECT Host, User, Db, Create_priv, Drop_priv, Alter_priv FROM mysql.db;
+-----------+------+---------+-------------+-----------+------------+
| Host      | User | Db      | Create_priv | Drop_priv | Alter_priv |
+-----------+------+---------+-------------+-----------+------------+
| %         |      | test\_% | Y           | Y         | Y          |
| %         |      | test    | Y           | Y         | Y          |
| localhost | Paul | bdpaul  | Y           | Y         | N          |
+-----------+------+---------+-------------+-----------+------------+
```

Notez la possibilité de `Paul`, avec l'accès local, de créér et de supprimer des tables dans la base `bdpaul`. Notez également la possibilité de créer, de supprimer, de modifier des tables par un accès distant anonyme sur la base `test`.

Table `mysql.host`

Cette table est étudiée à la section *Accès distants*.

Table mysql.tables_priv

La table `mysql.tables_priv` décrit les prérogatives objet au niveau *table*. Ainsi la colonne `Table_name` indique la table concernée, la colonne `Grantor` précise l'utilisateur ayant donné le droit. La colonne `Table_priv` est un `SET` contenant la liste des droits de l'utilisateur sur la table.

```
SELECT CONCAT(User,'@',Host) "Compte",
       CONCAT(Db,'.',Table_name) "Objet", Grantor, Table_priv
       FROM mysql.tables_priv;
+-----------------+-------------+----------------+---------------------------+
| Compte          | Objet       | Grantor        | Table_priv                |
+-----------------+-------------+----------------+---------------------------+
| Jules@localhost | bdpaul.Livre | root@localhost | Grant                     |
| Paul@localhost  | bdpaul.Livre | root@localhost | Select,Insert,Delete,Alter|
+-----------------+-------------+----------------+---------------------------+
```

On retrouve les quatre privilèges de `Paul` et celui de `Jules` (`GRANT OPTION` de `SELECT` sur la table).

Cette table possède aussi une colonne de nom `Timestamp` stockant l'instant au cours duquel s'est déroulée l'attribution (ou la révocation).

Table mysql.columns_priv

La table `mysql.columns_priv` décrit les prérogatives objet au niveau *column*. Ainsi la colonne `Table_name` indique la table concernée, la colonne `Column_name` précise la colonne concernée par le droit. La colonne `Column_priv` est un `SET` contenant la liste des droits de l'utilisateur sur la colonne de la table.

```
SELECT CONCAT(User,'@',Host) "Compte", CONCAT(Db,'.',Table_name) "Objet",
       Column_name, Column_priv FROM mysql.columns_priv;
+-----------------+-------------+-------------+-------------+
| Compte          | Objet       | Column_name | Column_priv |
+-----------------+-------------+-------------+-------------+
| Jules@localhost | bdpaul.Livre | titre       | Select      |
| Paul@localhost  | bdpaul.Livre | ISBN        | Update      |
+-----------------+-------------+-------------+-------------+
```

On retrouve le privilège de `Paul` et celui de `Jules` (portant ici sur la même table).

Table mysql.procs_priv

La table `mysql.procs_priv` décrit les prérogatives des procédures et des fonctions cataloguées au niveau *routine*.

Les privilèges CREATE ROUTINE, ALTER ROUTINE, EXECUTE, et GRANT s'appliquent sur les sous-programmes catalogués et peuvent être attribués au niveau *global* et *database*. ALTER ROUTINE, EXECUTE, et GRANT peuvent être assignés aussi au niveau *routine*.

En supposant que la base bdpaul contient la procédure cataloguée sp1() et la fonction sp2(), toutes deux écrites par root, le tableau suivant exprime l'affectation de quelques privilèges en donnant les explications associées.

Tableau 5-7 Affectation de privilèges

Instruction faite par root	Explication
`GRANT CREATE ROUTINE ON bdpaul.* TO 'Paul'@'localhost';`	Privilège système *database level* : Paul (en accès local) peut créer ou supprimer des sous-programmes catalogués dans la base bdpaul.
`GRANT ALTER ROUTINE ON PROCEDURE bdpaul.sp1 TO 'Paul'@'localhost';`	Privilège système *routine level* : Paul peut modifier la procédure sp1 contenue dans la base bdpaul.
`GRANT EXECUTE ON PROCEDURE bdpaul.sp1 TO 'Jules'@'localhost';` `GRANT EXECUTE ON FUNCTION bdpaul.sp2 TO 'Jules'@'localhost';`	Privilèges système *routine level* : Jules peut exécuter la procédure sp1 et la fonction sp2 contenues dans la base bdpaul.

La colonne Routine_name de la table mysql.procs_priv désigne le nom du sous-programme catalogué. La colonne Routine_type précise le type du sous-programme catalogué (fonction ou procédure). La colonne Grantor indique l'utilisateur ayant compilé le sous-programme. La colonne Proc_priv est un SET contenant la liste des droits de l'utilisateur sur le sous-programme de la base.

Extrayons les privilèges relatifs aux sous-programmes au niveau *database*.

```
SELECT CONCAT(User,'@',Host) "Compte", Db,
    Create_routine_priv "create routine", Alter_routine_priv "alter routine",
    Execute_priv "exec. routine" FROM mysql.db;
+----------------+---------+----------------+---------------+---------------+
| Compte         | Db      | create routine | alter routine | exec. routine |
+----------------+---------+----------------+---------------+---------------+
| @%             | test\_% | N              | N             | N             |
| @%             | test    | N              | N             | N             |
| Paul@localhost | bdpaul  | Y              | N             | N             |
+----------------+---------+----------------+---------------+---------------+
```

On retrouve le privilège de Paul. Extrayons enfin les privilèges relatifs aux sous-programmes au niveau *routine*.

```
SELECT CONCAT(User,'@',Host) "Compte",
       CONCAT(,'.',Routine_name,':',Routine_type) "Objet",
       Grantor, Proc_priv FROM mysql.procs_priv;
+-----------------+----------------------+----------------+---------------+
| Compte          | Objet                | Grantor        | Proc_priv     |
+-----------------+----------------------+----------------+---------------+
| Jules@localhost | bdpaul.sp1:PROCEDURE | root@localhost | Execute       |
| Jules@localhost | bdpaul.sp2:FUNCTION  | root@localhost | Execute       |
| Paul@localhost  | bdpaul.sp1:PROCEDURE | root@localhost | Alter Routine |
+-----------------+----------------------+----------------+---------------+
```

On retrouve le privilège en modification de `sp1` pour `Paul`, et les deux privilèges d'exécution de `Jules`.

Révocation de privilèges (REVOKE)

La révocation d'un ou de plusieurs privilèges est réalisée par l'instruction `REVOKE`. Pour pouvoir révoquer un privilège, vous devez détenir (avoir reçu) au préalable ce même privilège avec l'option `WITH GRANT OPTION`.

Syntaxe

Dans la syntaxe suivante, les options sont les mêmes que pour la commande `GRANT`.

```
REVOKE privilège [ (col1 [, col2...])] [,privilège2 ... ]
    ON [ {TABLE | FUNCTION | PROCEDURE} ]
       {nomTable | * | *.* | nomBase.*}
    FROM utilisateur [,utilisateur2 ... ];
```

Exemples

Le tableau suivant décrit la révocation de certains privilèges acquis des utilisateurs `Paul` et `Jules`.

Tableau 5-8 Révocation de privilèges

Instruction faite par `root`	Explication
`REVOKE CREATE ON bdpaul.* FROM 'Paul'@'localhost';`	Privilège système *database level* : `Paul` (en accès local) ne peut plus créer de tables dans la base `bdpaul`.
`REVOKE ALTER,INSERT,UPDATE(ISBN) ON bdpaul.Livre FROM 'Paul'@'localhost';`	Privilège objet *table level* : `Paul` ne peut plus modifier la structure (ou les contraintes), insérer et modifier la colonne `ISBN` de la table `Livre` contenue dans la base `bdpaul`.
`GRANT USAGE ON bdpaul.* TO 'Jules'@'localhost' WITH MAX_QUERIES_PER_HOUR 0 MAX_UPDATES_PER_HOUR 0;`	Privilège système *database level* : `Jules` n'est plus limité en requêtes `SELECT` et `UPDATE` sur la base de données `bdpaul`. Ici c'est un `GRANT` qu'il faut faire, car il s'agit plus d'une restriction de connexion que d'une instruction SQL.

Vérifications

Une fois ces actualisations réalisées, les cinq tables de la base `mysql` contiennent un peu plus le caractère `'N'` qu'auparavant. Les colonnes `SET` des tables `mysql.tables_priv`, `mysql.columns_priv` et `mysql.procs_priv` sont également mises à jour. Ainsi, l'extraction du profil actuel de `Paul` au niveau *table* fait apparaître les deux seuls droits qu'il lui reste.

```
SELECT CONCAT(User,'@',Host) "Compte",CONCAT(Db,'.',Table_name)
"Objet",
       Grantor, Table_priv FROM mysql.tables_priv
       WHERE User='Paul' AND Host='localhost';
+----------------+-------------+----------------+---------------+
| Compte         | Objet       | Grantor        | Table_priv    |
+----------------+-------------+----------------+---------------+
| Paul@localhost | bdpaul.Livre | root@localhost | Select,Delete |
+----------------+-------------+----------------+---------------+
```

L'extraction du profil actuel de `Jules` au niveau *database* fait apparaître que les deux limitations de connexion sur les `SELECT` et `UPDATE` ont disparu.

```
SELECT Host,User, max_questions "Requetes", max_updates "Modifs" ,
       max_connections "Connexions", max_user_connections "Cx simult."
       FROM mysql.user WHERE User='Jules' AND Host='localhost';
+-----------+-------+----------+--------+------------+------------+
| Host      | User  | Requetes | Modifs | Connexions | Cx simult. |
+-----------+-------+----------+--------+------------+------------+
| localhost | Jules |        0 |      0 |          6 |          3 |
+-----------+-------+----------+--------+------------+------------+
```

Tout en une fois !

Il existe une instruction qui révoque tous les droits en une fois. Vous en avez assez d'un utilisateur qui ne cesse de vous casser les pieds, utilisez `REVOKE ALL PRIVILEGES`. Pensez quand même à sauvegarder au préalable le profil de `Jules` (`SHOW GRANT FOR`) pour pouvoir le faire travailler de nouveau quand vous serez calmé.

Selon la documentation officielle, la syntaxe suivante permet de supprimer toutes les prérogatives aux niveaux *global*, *database*, *table* et *column*. Et les privilèges *routine*, me direz-vous ? Ils ont dû l'oublier dans la documentation, mais ils sont aussi effacés, ne vous inquiétez pas, je l'ai testé.

```
REVOKE ALL PRIVILEGES, GRANT OPTION FROM utilisateur [, utilisateur2 ...] ;
```

Pour pouvoir annihiler ainsi un utilisateur, il faut détenir le privilège `CREATE USER` au niveau *global* ou le privilège `UPDATE` au niveau *database* sur la base `mysql`.

Ne confondez pas suppression de tous les droits d'un accès et suppression de l'utilisateur. Par analogie, les politiciens qui se voient retirer le droit de vote ne sont pas encore guillotinés (que je sache). Énervons-nous contre `Jules` :

```
REVOKE ALL PRIVILEGES, GRANT OPTION FROM 'Jules'@'localhost';
```

Attributions et révocations « sauvages »

Le caractère *open* de MySQL fait des fois bien les choses, mais, dans ce cas précis, je ne trouve pas. Ici mon billet d'humeur conteste la possibilité qui est donnée de modifier les cinq tables de la base `mysql` pour affecter tantôt un `'N'` par-ci, tantôt un `'Y'` par-là, ou encore pour mettre à jour un `SET` contenant `SELECT` par exemple, etc. Bref, un `UPDATE` raté, un `INSERT` dans la mauvaise colonne, un `DELETE` sans `WHERE`, et vous mettez une panique noire (comme la couleur par défaut de l'interface de commande) dans vos bases. Vous pouvez vous-même empêcher toute connexion (même celle du `root`).

Sous Oracle, les commandes `GRANT` et `REVOKE` mettent à jour des tables système que vous pouvez interroger, mais que vous ne pouvez pas modifier. C'est heureux.

En conclusion, je ne décrirai aucune de ces manipulations, d'abord parce que je n'ai pas envie de me tromper en faisant des tests et bouleverser ainsi inutilement ma configuration. Ensuite parce si vous voulez « bidouiller », allez consulter des sites Web ou d'autres ouvrages qui recopient la documentation sans quelquefois changer ni tester les exemples, vous m'en direz des nouvelles.

Vous voulez donner des droits : utilisez `GRANT` ; les reprendre : utilisez `REVOKE`, car :

- Ils sont programmés précisément pour ça.
- Les deux instructions sont dans la norme SQL.

Ne pas les employer, c'est comme acheter une quatre cylindres chez BMW (le motoriste est spécialiste des six en ligne) et verser en cachette du colza dans le réservoir chez l'agriculteur du coin en croyant économiser.

La seule utilisation acceptable, parce qu'on n'a pas le choix de faire autrement, concerne la mise à jour de la table `mysql.host` (décrite dans la section suivante). À configuration avancée, programmeur averti.

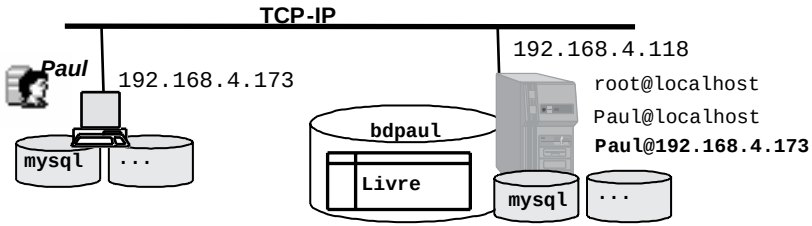
Accès distants

La figure suivante illustre la configuration de mon test. Un client est en 192.168.4.173 sur lequel sont installées les couches MySQL (*Complete Package* ou *Essentials Package*). Un serveur est en 192.168.4.118 équipé de MySQL *Complete Package*. Sur le serveur, `root` crée

un accès à `Paul`, en précisant l'adresse de la machine client, et lui attribue un droit d'extraction de la table `Livre` sur la base `bdPaul`.

```
CREATE USER Paul@192.168.4.173 IDENTIFIED BY 'pauldistant';
GRANT SELECT ON bdpaul.Livre TO 'Paul'@'192.168.4.173';
```

Figure 5-5 *Accès distant par l'interface de commande MySQL*



Connexion par l'interface de commande

Sur le client, `Paul` se connecte au serveur dans une fenêtre de commande, en précisant l'adresse de la machine serveur, puis donne son mot de passe distant. Pensez à enlever les pare-feu Windows sur le client et le serveur (bloquant le port 3306).

```
mysql -h 192.168.4.118 -u Paul -p
```

`Paul` peut, à présent seulement, interroger la table distante, comme le montre la copie d'écran suivante :

Figure 5-6 *Interrogation distante par l'interface de commande MySQL*

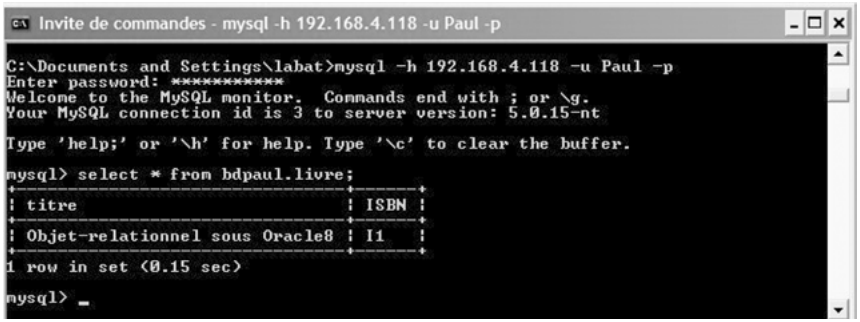


Table `mysql.host`

La table `mysql.host` est utilisée conjointement avec `mysql.db` et concerne les accès distants (plusieurs machines). Cette table n'est employée que pour les prérogatives au niveau

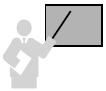
database, indépendamment des utilisateurs. La structure est la même que celle de `mysql.db`, à l'exception de la colonne User qui n'est pas présente. Le couple de colonnes `(Host, Db)` est unique.

Tableau 5-9 Tables pour les accès distants

Caractère	Signification pour `mysql.db`		Signification pour `mysql.host`	
	colonne `Host`	**colonne** `Db`	**colonne** `Host`	**colonne** `Db`
`%`	toute machine	toute base	toute machine	toute base
`' '` (chaîne vide)	consultez la table `mysql.host`	toute base	toute machine	toute base

MySQL lit et trie les tables `db` (sur les colonnes `Host`, `Db` et `User`) et `host` (sur les colonnes `Host` et `Db`) en même temps qu'il parcourt la table `user`. Pour les opérations relatives aux bases (`INSERT`, `UPDATE`, etc.), MySQL interroge la table `user`. Si l'accès n'y est pas décrit, la recherche se poursuit dans les tables `db` et `host`. Si la colonne `Host` de la table `db` est renseignée en fonction de l'accès, l'utilisateur reçoit ses privilèges.

Si la colonne `Host` de la table `db` n'est pas renseignée (`' '`), cela signifie que la table `host` énumère les machines qui sont autorisées à accéder à une base de données en particulier. Si la machine ne correspond pas, l'accès n'est pas permis. Dans le cas contraire, les privilèges sont valués à 'Y' à partir d'une intersection (et pas d'une union) entre les tables `db` et `host` sur le couple (`Host, Db`).



La table `mysql.host` n'est mise à jour ni par `GRANT`, ni par `REVOKE`. Il faudra directement insérer (par `INSERT`), modifier (par `UPDATE`) ou supprimer (par `DELETE`) les lignes de cette table. Elle n'est pas utilisée par la plupart des serveur MySQL, car elle est dédiée à des usages très spécifiques (pour gérer un ensemble de machines à accès sécurisé, par exemple). Elle peut aussi être utilisée pour définir un ensemble de machines à accès non sécurisé.

En supposant que vous déclariez une machine à accès non sécurisé : `camparols.gtr.fr`. Il est possible d'autoriser l'accès sécurisé à toutes les autres machines du réseau local. Ceci en ajoutant des enregistrements par `INSERT` dans la table `mysql.host` comme suit :

```
+------------------+----+----------------------------
| Host             | Db | ...
+------------------+----+----------------------------
| camparols.gtr.fr | %  | (tous les privilèges à 'N')
| %.gtr.fr         | %  | (tous les privilèges à 'Y')
+------------------+----+----------------------------
```

Vous déclareriez l'inverse des conditions initiales en remplaçant les 'N' par des 'Y', et réciproquement. Dans tous les cas, il sera nécessaire de mettre à jour les autres tables pour affiner les privilèges.

Vues

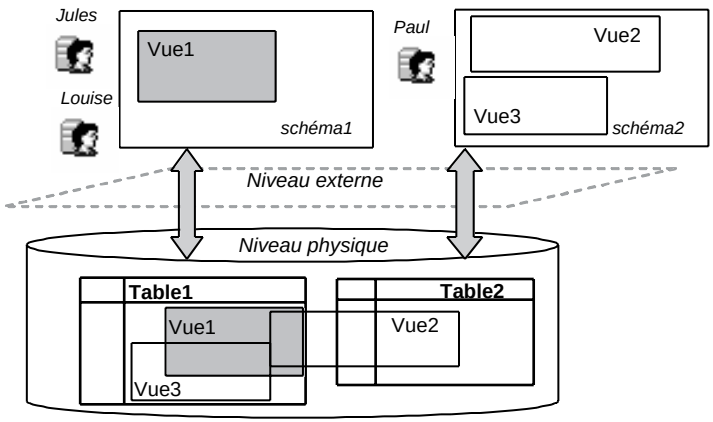
Outre le contrôle de l'accès aux données (privilèges), la confidentialité des informations est un aspect important qu'un SGBD relationnel doit prendre en compte. Depuis la version 5 de MySQL, la confidentialité est renforcée par l'utilisation de vues *(views)* qui agissent comme des fenêtres sur la base de données. Cette section décrit les différents types de vues qu'on peut rencontrer.

Les vues correspondent à ce qu'on appelle « le niveau externe » qui reflète la partie visible de la base de données pour chaque utilisateur.

Seules les tables contiennent des données et, pourtant, pour l'utilisateur, une vue apparaît comme une table. En théorie, les utilisateurs ne devraient accéder aux informations qu'en questionnant des vues. Ces dernières masquant la structure des tables interrogées. En pratique, la plupart des applications se passent de ce concept en manipulant directement les tables.

La figure suivante illustre ce qui a été dit en présentant trois utilisateurs. Ils travaillent chacun sur une base de données contenant des vues formées à partir de différentes tables.

Figure 5-7 *Les vues*



Une vue est considérée comme une table virtuelle car elle n'a pas d'existence propre. Seule sa structure est stockée dans le dictionnaire. Ses données seront extraites de la mémoire à partir des tables source, à la demande.

Une vue est créée à l'aide d'une instruction `SELECT` appelée « requête de définition ». Cette requête interroge une (ou plusieurs) table(s) ou vue(s). Une vue se recharge chaque fois qu'elle est interrogée.

Outre le fait d'assurer la confidentialité des informations, une vue est capable de réaliser des contrôles de contraintes d'intégrité et de simplifier la formulation de requêtes complexes.

Dans certains cas, la définition d'une vue temporaire est nécessaire pour écrire une requête qu'il ne serait pas possible de construire à partir des tables seules. Attribuées comme des privilèges (GRANT), les vues améliorent la sécurité des informations stockées.

Création d'une vue (CREATE VIEW)

Pour pouvoir créer une vue dans une base, vous devez posséder le privilège CREATE VIEW et les privilèges en SELECT des tables présentes dans la requête de définition de la vue. La syntaxe SQL de création d'une vue est la suivante :

```
CREATE [OR REPLACE] [ALGORITHM = {UNDEFINED | MERGE | TEMPTABLE}]
    VIEW [nomBase.]nomVue [(listecolonnes)]
    AS requêteSELECT
    [WITH [CASCADED | LOCAL] CHECK OPTION];
```

- OR REPLACE remplace la vue par la nouvelle définition, même si elle existait déjà (évite de détruire la vue avant de la recréer). Vous devez avoir le privilège DELETE sur la base pour bénéficier de cette directive.
- ALGORITHM=MERGE : la définition de la vue et sa requête sont fusionnées en interne.
- ALGORITHM=TEMPTABLE : les résultats sont extraits dans une table temporaire (TEMPORARY) qui est utilisée par la suite. Intéressant si les tables source sont sujettes à de nombreux verrous qui ne gênent plus la manipulation de la vue utilisant, elle, une table temporaire.
- Aucune option ou ALGORITHM=UNDEFINED : MySQL choisit la politique à adopter, souvent en faveur de MERGE, la seule qui convient aux vues modifiables.
- *nomBase* désigne le nom de la base de données qui hébergera la vue. En l'absence de ce paramètre, la vue est créée dans la base en cours d'utilisation.
- *requêteSELECT* : requête de définition interrogeant une (ou des) table(s) ou vue(s) pour charger les données dans la vue.

- La requête de définition ne peut interroger une table temporaire, ni contenir de paramètres ou de variables de session.
- Si la requête de définition sélectionne toutes les colonnes d'un objet source (SELECT * FROM…), et si des colonnes sont ajoutées par la suite à cet objet, la vue ne contiendra pas ces colonnes définies ultérieurement à elle. Il faudra recréer la vue pour prendre en compte l'évolution structurelle de l'objet source.

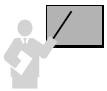
- WITH CHECK OPTION garantit que toute mise à jour de la vue par INSERT ou UPDATE s'effectuera conformément au prédicat contenu dans la requête de définition.
- Les paramètres LOCAL et CASCADED (par défaut) déterminent la portée de la vérification quand une vue est définie à partir d'une autre vue. LOCAL restreint la vérification du prédicat à la vue elle-même. CASCADED permet d'étendre éventuellement les vérifications aux autres vues source de la vue qui vient d'être définie.

Classification

On distingue les vues simples des vues complexes en fonction de la nature de la requête de définition. Le tableau suivant résume ce que nous allons détailler au cours de cette section :

Tableau 5-10 Classification des vues

Requête de définition	Vue simple	Vue complexe
Nombre de tables	1	1 ou plusieurs
Fonction	non	oui
Regroupement	non	oui
Mises à jour possibles ?	oui	pas toujours

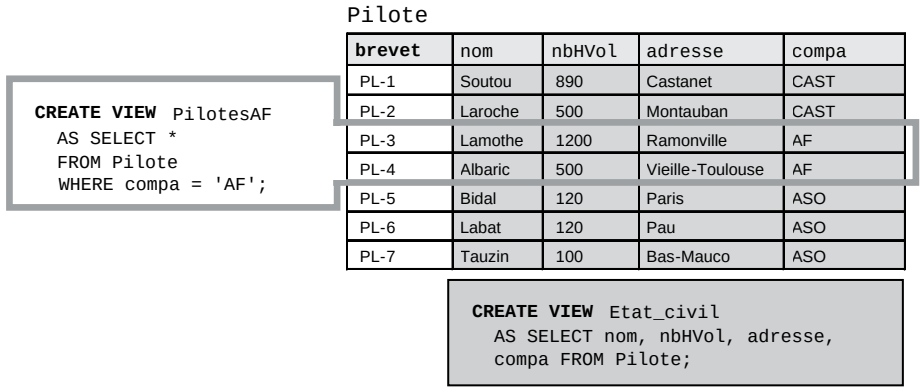


Une vue monotable est définie par une requête `SELECT` ne comportant qu'une seule table dans sa clause `FROM`.

Vues monotables

Les mécanismes présentés ci-après s'appliquent aussi, pour la plupart, aux vues multitables (étudiées plus loin). Considérons les deux vues illustrées par la figure suivante et dérivées de la table `Pilote`. La vue `PilotesAF` décrit les pilotes d'Air France à l'aide d'une restriction (éléments du `WHERE`). La vue `Etat_civil` est constituée par une projection de certaines colonnes (éléments du `SELECT`).

Figure 5-8 *Deux vues d'une table*



Une fois créée, une vue s'interroge comme une table par tout utilisateur, sous réserve qu'il ait obtenu le privilège en lecture directement (`GRANT SELECT ON` *nomVue* `TO`…). Le tableau suivant présente une interrogation des deux vues :

Tableau 5-11 Interrogation d'une vue

Besoin et requête	Résultat
Somme des heures de vol des pilotes d'Air France. `SELECT SUM(nbHVol) FROM PilotesAF;`	`+-------------+` `| SUM(nbHVol) |` `+-------------+` `|     1700.00 |` `+-------------+`
Nombre de pilotes. `SELECT COUNT(*) FROM Etat_civil;`	`+----------+` `| COUNT(*) |` `+----------+` `|        7 |` `+----------+`

À partir de cette table et de ces vues, nous allons étudier d'autres options de l'instruction `CREATE VIEW`.

Alias

Les alias, s'ils sont utilisés, désignent le nom de chaque colonne de la vue. Ce mécanisme permet de mieux contrôler les noms de colonnes. Quand un alias n'est pas présent, la colonne prend le nom de l'expression renvoyée par la requête de définition. Ce mécanisme sert à masquer les noms des colonnes de l'objet source.

Les vues suivantes sont créées avec des `alias` qui masquent le nom des colonnes de la table source. Les deux écritures sont équivalentes.

Tableau 5-12 Vue avec alias

Écriture 1	Écriture 2
`CREATE OR REPLACE VIEW` `  PilotesPasAF` `(codepil,nomPil,heuresPil,` `adressePil, societe)` `AS SELECT *` `FROM Pilote` `WHERE NOT (compa = 'AF');`	`CREATE OR REPLACE VIEW` `PilotesPasAF` `AS SELECT brevet codepil, nom nomPil,` `nbHVol heuresPil, adresse adressePil,` `compa societe` `FROM Pilote` `WHERE NOT (compa = 'AF');`

Contenu de la vue :

```
+---------+---------+-----------+------------+---------+
| codepil | nomPil  | heuresPil | adressePil | societe |
+---------+---------+-----------+------------+---------+
| PL-1    | Soutou  |    890.00 | Castanet   | CAST    |
| PL-2    | Laroche |    500.00 | Montauban  | CAST    |
| PL-5    | Bidal   |    120.00 | Paris      | ASO     |
| PL-6    | Labat   |    120.00 | Pau        | ASO     |
| PL-7    | Tauzin  |    100.00 | Bas-Mauco  | ASO     |
+---------+---------+-----------+------------+---------+
```

Vue d'une vue

L'objet source d'une vue est en général une table, mais peut aussi être une vue. La vue suivante est définie à partir de la vue `PilotesPasAF` précédemment créée. Notez qu'il aurait été possible d'utiliser des alias pour renommer les colonnes de la nouvelle vue.

Tableau 5-13 Vue d'une vue

Création	Contenu de la vue
`CREATE OR REPLACE VIEW EtatCivilPilotesPasAF AS SELECT nomPil,heuresPil,adressePil FROM PilotesPasAF;`	`+---------+-----------+------------+` `| nomPil | heuresPil | adressePil |` `+---------+-----------+------------+` `| Soutou | 890.00 | Castanet |` `| Laroche | 500.00 | Montauban |` `| Bidal | 120.00 | Paris |` `| Labat | 120.00 | Pau |` `| Tauzin | 100.00 | Bas-Mauco |` `+---------+-----------+------------+`

Vues en lecture seule

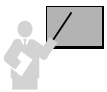
L'option `ALGORITHM=TEMPTABLE` déclare la vue non modifiable par `INSERT`, `UPDATE`, ou `DELETE`.

Redéfinissons une vue des pilotes n'étant pas d'Air France à l'aide de cette option. Les messages d'erreur induits par la clause de lecture seule, générés par MySQL, sont très parlants.

Tableau 5-14 Vue en lecture seule

Création	Opérations impossibles
`CREATE OR REPLACE ALGORITHM=TEMPTABLE VIEW PilotesPasAFRO AS SELECT * FROM Pilote WHERE NOT (compa = 'AF');`	`INSERT INTO PilotesPasAFRO VALUES ('PL-8','Ferry',5,'Paris','ASO');` `ERROR 1288 (HY000): The target table PilotesPasAFRO of the INSERT is not updatable` `UPDATE PilotesPasAFRO SET nbHvol=nbHvol+2;` `ERROR 1288 (HY000): The target table PilotesPasAFRO of the UPDATE is not updatable` `DELETE FROM PilotesPasAFRO;` `ERROR 1288 (HY000): The target table PilotesPasAFRO of the DELETE is not updatable`

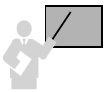
Vues modifiables



Lorsqu'il est possible d'exécuter des instructions `INSERT`, `UPDATE` ou `DELETE` sur une vue, cette dernière est dite « modifiable » (*updatable view*). Vous pouvez créer une vue qui est modifiable intrinsèquement.

Pour mettre à jour une vue, il doit exister une correspondance biunivoque entre les lignes de la vue et celles de l'objet source. De plus certaines conditions doivent être remplies.

Si une vue n'est pas modifiable en soi, il n'est pas encore possible de programmer un déclencheur de type *instead of* qui prenne le pas sur l'instruction de modification de la vue, en spécifiant un bloc d'instructions à effectuer à la place. Les mises à jour de la vue seraient ainsi automatiquement répercutées au niveau d'une ou de plusieurs tables. Notons que ce type de déclencheur n'est arrivé qu'assez tardivement sous Oracle, DB2 et SQL Server.



Pour qu'une vue simple soit modifiable, sa requête de définition doit respecter les critères suivants :

- pas de directive `DISTINCT`, de fonction (`AVG`, `COUNT`, `MAX`, `MIN`, `SUM`, ou `VARIANCE`), d'expression dans le `SELECT` ;
- pas de `GROUP BY`, `ORDER BY` ou `HAVING`.

Dans notre exemple, nous constatons qu'il sera quand même possible d'ajouter un pilote à la vue `Etat_civil`, bien que la clé primaire de la table source ne soit pas renseignée. MySQL insère à la place, en l'absence de valeur par défaut de la clé primaire, la chaîne vide (`' '`) ; si la clé avait été une séquence, les insertions se feraient normalement. Cette opération ne pourra donc se faire qu'une seule fois, après, cela sera contradictoire avec la condition de correspondance biunivoque.

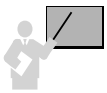
En revanche, il sera possible de modifier les colonnes de cette vue. On pourra aussi ajouter, modifier (sous réserve de respecter les éventuelles contraintes issues des colonnes de la table source), ou supprimer des pilotes en passant par la vue `PilotesAF`.

La dernière instruction est paradoxale, car elle permet d'ajouter un pilote de la compagnie 'ASO' en passant par la vue des pilotes de la compagnie 'AF'. La directive `WITH CHECK OPTION` permet d'éviter ces effets de bord indésirables pour l'intégrité de la base.

Tableau 5-15 Mises à jour de vues

Opérations possibles	Opérations non conseillées et impossibles
Suppression des pilotes de ASO `DELETE FROM Etat_civil` `WHERE compa = 'ASO';` Le pilote *Lamothe* double ses heures `UPDATE Etat_civil` `SET nbHVol = nbHVol*2` `WHERE nom = 'Lamothe';`	Ajout d'un pilote (pas conseillé) `INSERT INTO Etat_civil VALUES` `('Raffarin',10,'Poitiers','ASO') ;` Ajout d'un autre pilote impossible `INSERT INTO Etat_civil VALUES` `('Lebur',20,'Bordeaux','ASO');` `ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '' for key 1`
Ajout d'un pilote `INSERT INTO PilotesAF VALUES` `('PL-8','Ferry',5, 'Paris','AF');` Modification `UPDATE PilotesAF SET nbHVol = nbHVol*2;` Suppression `DELETE FROM PilotesAF WHERE nom='Ferry';` Ajout d'un pilote qui n'est pas de 'AF' ! `INSERT INTO PilotesAF VALUES` `('PL-9','Caboche', 600,'Rennes','ASO');`	Toute mise à jour qui ne respecterait pas les contraintes de la table `Pilote`.

Directive CHECK OPTION



La directive WITH CHECK OPTION empêche un ajout ou une modification non conformes à la définition de la vue.

Interdisons l'ajout (ou la modification de la colonne compa) d'un pilote au travers de la vue PilotesAF, si le pilote n'appartient pas à la compagnie de code 'AF'. Il est nécessaire de redéfinir la vue PilotesAF. Le script suivant décrit la redéfinition de la vue, l'ajout d'un pilote et les tentatives d'ajout et de modification ne respectant pas les caractéristiques de la vue. Les messages sont très clairs.

Tableau 5-16 Vue avec CHECK OPTION

Opérations possibles	Opérations impossibles
Recréation de la vue `CREATE OR REPLACE VIEW PilotesAF` `  AS SELECT * FROM  pilote` `  WHERE compa = 'AF'` `WITH CHECK OPTION;`	Ajout d'un pilote `INSERT INTO PilotesAF VALUES` `('PL-9','Caboche',600,'Rennes','ASO');` `ERROR 1369 (HY000): CHECK OPTION failed` `'bdsoutou.PilotesAF'`
Nouveau pilote `INSERT INTO PilotesAF VALUES` `('PL-11','Teste',900,'Revel','AF');` `Query OK, 1 row affected (0.03 sec)`	Modification de pilotes `UPDATE PilotesAF SET compa='ASO';` `ERROR 1369 (HY000): CHECK OPTION failed` `'bdsoutou.PilotesAF'`

Vues complexes

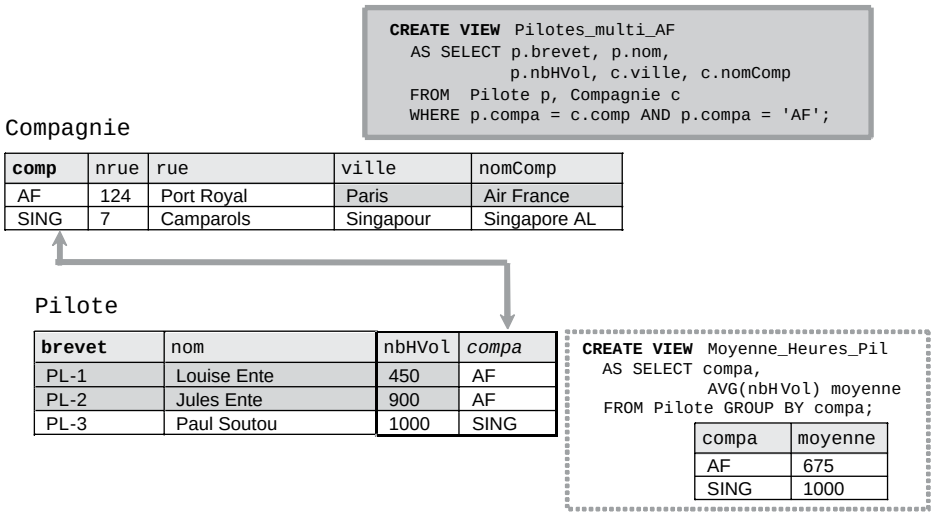
Une vue complexe est caractérisée par le fait qu'elle contient, dans sa définition, plusieurs tables (jointures) et une fonction appliquée à des regroupements ou à des expressions. La mise à jour de telles vues n'est pas toujours possible.

Pour pouvoir modifier une vue complexe, les restrictions sont les suivantes :

- La requête de définition ne doit pas contenir de sous-interrogation (jointure procédurale).
- Il n'est pas possible d'utiliser d'opérateur ensembliste (sauf UNION [ALL]).

La figure suivante présente deux vues complexes qui ne sont pas modifiables. La vue multitable Pilotes_multi_AF est créée à partir d'une jointure entre les tables Compagnie et Pilote. La vue Moyenne_Heures_Pil est créée à partir d'un regroupement de la table Pilote.

Figure 5-9 *Vues complexes*



Mises à jour

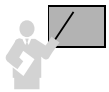
Il semblerait qu'on ne puisse insérer aucun enregistrement dans ces vues du fait de la cohérence qu'il faudrait établir du sens *vue vers tables*. Les messages d'erreur générés par MySQL sont différents suivant la nature de la vue (monotable ou multitable). Nous verrons comment résoudre l'erreur du deuxième cas.

Tableau 5-17 Tentatives d'insertions dans des vues complexes

Web

Vue monotable	Vue multitable
`INSERT INTO Moyenne_Heures_Pil VALUES ('TAT',50);`	`INSERT INTO Pilotes_multi_AF VALUES ('PL-4','Test',400,'Castanet','Castanet AL');`
`ERROR 1288 (HY000): The target table Moyenne_Heures_Pil of the INSERT is not updatable`	`ERROR 1394 (HY000): Can not insert into join view 'bdsoutou.Pilotes_multi_AF' without fields list`

On pourrait croire qu'il en est de même pour les modifications. Ce n'est pas le cas. Alors que la vue monotable `Moyenne_Heures_Pil` n'est pas modifiable, ni par `UPDATE` ni par `DELETE` (message d'erreur `1288`), la vue multitable `Pilotes_multi_AF` est transformable dans une certaine mesure, car la table `Pilote` (qui entre dans sa composition) est dite « protégée par clé » (*key preserved*). Nous verrons dans le prochain paragraphe la signification de cette notion.



Les colonnes de la vue correspondant à la table protégée par clé ne sont pas les seules à pouvoir être modifiées. Ici, `nbHVol` peut être mise à jour car elle appartient à la table protégée ; `ville` qui n'appartient pas à une table protégée peut aussi être modifée !

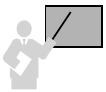
Les suppressions ne se répercutent pas sur les enregistrements de la table protégée par clé (`Pilote`).

Modifions et tentons de supprimer des enregistrements à travers la vue multitable `Pilotes_multi_AF`.

Tableau 5-18 Mise à jour d'une vue multitable

Mise à jour	Résultats
`-- Multiplie par 2 le nombre d'heures` `UPDATE Pilotes_multi_AF` `  SET nbHVol = nbHVol * 2;` `Query OK, 2 rows affected` `Rows matched: 2 Changed: 2 Warnings: 0`	`SELECT brevet,nom,nbHVol` `  FROM Pilotes_multi_AF;` `+--------+------------+---------+` `| brevet | nom | nbHVol |` `+--------+------------+---------+` `| PL-1 | Louise Ente | **900**.00 |` `| PL-2 | Paul Ente | **1800**.00 |` `+--------+------------+---------+`
`-- Modif de la ville de la compagnie` `UPDATE Pilotes_multi_AF` `  SET ville = 'Orly';`	`SELECT brevet,nom,ville` `  FROM Pilotes_multi_AF;` `+--------+------------+-------+` `| brevet | nom | ville |` `+--------+------------+-------+` `| PL-1 | Louise Ente | **Orly** |` `| PL-2 | Paul Ente | **Orly** |` `+--------+------------+-------+` `SELECT comp,ville,nomComp` `  FROM Compagnie;` `+------+----------+--------------+` `| comp | ville | nomComp |` `+------+----------+--------------+` `| AF | **Orly** | Air France |` `| SING | Singapour | Singapore AL |` `+------+----------+--------------+`
`--Pas possible :` `DELETE FROM Pilotes_multi_AF;`	`ERROR **1395** (HY000): Can not delete from join view 'bdsoutou.Pilotes_multi_AF'`

Tables protégées (key preserved tables)



Une table est dite protégée par sa clé (*key preserved*) si sa clé primaire est préservée dans la clause de jointure et se retrouve en tant que colonne de la vue multitable (elle peut jouer le rôle de clé primaire de la vue).

En considérant les données initiales pour la vue multitable `Vue_Multi_Comp_Pil`, la table préservée est la table `Pilote`, car la colonne `brevet` identifie chaque enregistrement extrait de la vue, alors que la colonne `comp` ne le fait pas.

Tableau 5-19 Vue multitable

Création de la vue

```
CREATE VIEW
Vue_Multi_Comp_Pil
 AS SELECT c.comp,
     c.nomComp,
     p.brevet, p.nom,
     p.nbHVol
 FROM  Pilote p,
       Compagnie c
 WHERE p.compa=c.comp;
```

Résultats

```
+------+--------------+--------+-------------+---------+
| comp | nomComp      | brevet | nom         | nbHVol  |
+------+--------------+--------+-------------+---------+
| AF   | Air France   | PL-1   | Louise Ente |  450.00 |
| AF   | Air France   | PL-2   | Paul Ente   |  900.00 |
| SING | Singapore AL | PL-3   | Paul Soutou | 1000.00 |
+------+--------------+--------+-------------+---------+
```

Cela ne veut pas dire pour autant que cette vue est modifiable. Étudions à présent les conditions qui régissent ces limitations.

Critères

Une vue multitable modifiable (*updatable join view* ou *modifiable join view*) est une vue qui n'est pas définie avec l'option `ALGORITHM=TEMPTABLE` et qui est telle que la requête de définition contient plusieurs tables dans la clause `FROM`.

Aucune suppression n'est possible.

Les insertions sont permises seulement en isolant toutes les colonnes d'une seule table source.

Attention aux effets de bord quand vous modifiez une colonne provenant d'une table non protégée par clé. Il est plus naturel de modifier directement la table en question.

Modifions de différentes manières la vue multitable `Vue_Multi_Comp_Pil`. La première tente une suppression, les deux suivantes modifient tantôt une colonne de la table protégée, tantôt une colonne de la table non protégée. Les deux dernières instructions insèrent dans chacune des deux tables.

Tableau 5-20 Mises à jour

Web

Mise à jour	Résultats
DELETE FROM Vue_Multi_Comp_Pil WHERE comp='AF';	ERROR **1395** (HY000): Can not delete from join view 'bdsoutou.Vue_Multi_Comp_Pil'
UPDATE Vue_Multi_Comp_Pil SET nbHVol = nbHVol * 3; Query **OK**, 3 rows affected (0.10 sec) Rows matched: 3 Changed: 3 Warnings: 0	SELECT brevet, **nbHVol** FROM Pilote; +--------+---------+ | brevet | **nbHVol** | +--------+---------+ | PL-1 | **1350.00** | | PL-2 | **2700.00** | | PL-3 | **3000.00** | +--------+---------+
UPDATE Vue_Multi_Comp_Pil SET **nomComp** = 'Dupond'; Query **OK**, 2 rows affected (0.38 sec) Rows matched: 3 Changed: 2 Warnings: 0	(SELECT comp,ville,nomComp FROM Compagnie; +------+----------+---------+ | comp | ville | **nomComp** | +------+----------+---------+ | AF | Paris | **Dupond** | | SING | Singapour | **Dupond** | +------+----------+---------+
INSERT INTO Vue_Multi_Comp_Pil (brevet,nom,nbHVol) VALUES ('PL-5', 'Jean',2500);;	SELECT brevet,nom,nbHVol FROM Pilote; +--------+------------+---------+ | brevet | nom | nbHVol | +--------+------------+---------+ | PL-1 | Louise Ente | 1350.00 | | PL-2 | Paul Ente | 2700.00 | | PL-3 | Paul Soutou | 3000.00 | | PL-5 | Jean | 2500.00 | +--------+------------+---------+
INSERT INTO Vue_Multi_Comp_Pil (comp,nomComp) VALUES ('TAT', 'Test');	SELECT comp,ville,nomComp FROM Compagnie; +------+----------+---------+ | comp | ville | nomComp | +------+----------+---------+ | AF | Paris | Dupond | | SING | Singapour | Dupond | | TAT | Paris | Test | +------+----------+---------+

Autres utilisations de vues

Les vues peuvent également servir pour simplifier l'écriture de requêtes complexes, renforcer la confidentialité et une certaine intégrité.

Simplifier les noms

Une vue permet de simplifier la manipulation d'une table ayant un nom long ou des colonnes portant des noms compliqués. Considérons par exemple la table `COLLATION_CHARACTER_SET_APPLICABILITY[COLLATION_NAME,CHARACTER_SET_NAME]` qui décrit les collations des jeux de caractères disponibles, et qui est située dans la base de données stockant le dictionnaire des données (`INFORMATION_SCHEMA`). Nous étudierons dans la prochaine section les différentes tables de cette base système. Supposons que l'on désire souvent accéder à cette table pour connaître les différentes collations possibles pour les jeux de caractères latins.

Créons la vue `CollationsLatines` qui simplifie l'accès à cette table au niveau du nom, mais aussi au niveau des colonnes. Interrogeons cette vue de manière à connaître les collations spécifiques à la langue de Molière ou à celle de Goethe.

Tableau 5-21 Vue pour simplifier les noms

Création

```
CREATE VIEW CollationsLatines
           (collation,jeu)
 AS SELECT * FROM INFORMATION_SCHEMA.↵
 COLLATION_CHARACTER_SET_APPLICABILITY
 WHERE     CHARACTER_SET_NAME
            LIKE 'Latin%';
```

Interrogation

```
SELECT * FROM CollationsLatines
 WHERE collation LIKE '%french%'
 OR    collation LIKE '%german%';
+-------------------+--------+
| collation         | jeu    |
+-------------------+--------+
| latin1_german1_ci | latin1 |
| latin1_german2_ci | latin1 |
+-------------------+--------+
```

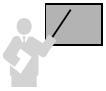
On dira que MySQL est plus « branché » par la nouveauté, Goethe étant né 76 ans après le décès de Molière. Aucun `french` dans la base, donc.

Contraintes de vérification

Nous avons décrit au chapitre 1 les contraintes de vérification (`CHECK`) qui ne sont pas encore totalement prises en charge. Il est possible de programmer ce type de contraintes par des vues.

Considérons la table `Pilote` illustrée ci-après et programmons, par l'intermédiaire de la vue `VueGradePilotes`, la contrainte vérifiant qu'un pilote :

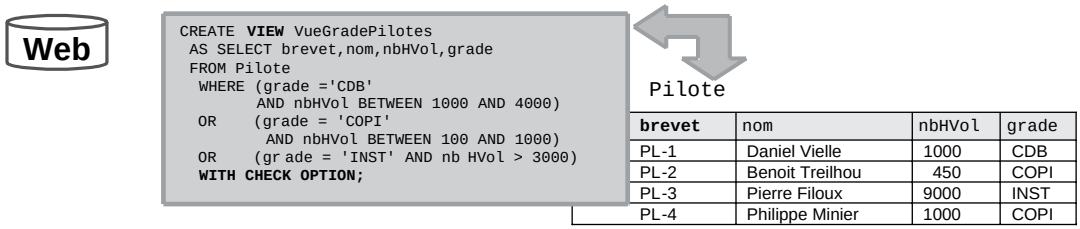
- ne peut être commandant de bord qu'à la condition qu'il ait entre 1 000 et 4 000 heures de vol ;
- ne peut être copilote qu'à la condition qu'il ait entre 100 et 1 000 heures de vol ;
- ne peut être instructeur qu'à partir de 3 000 heures de vol.



Les règles conseillées pour manipuler les enregistrements d'une vue *v1* décrivant des contraintes de vérification sur une table *t1* sont les suivantes :

- modification et insertion par la vue *v1* ;
- suppression et lecture par la table *t1*.

Figure 5-10 *Vue simulant la contrainte CHECK*



Manipulons à présent la vue de notre exemple :

Tableau 5-22 Manipulations des vues pour l'intégrité référentielle

Web

Mises à jour possibles	Mises à jour non valides : ERROR 1369 (HY000): CHECK OPTION failed 'bdsoutou.VueGradePilotes'
`INSERT INTO VueGradePilotes (brevet,nom,nbHVol,grade) VALUES ('PL-1','Daniel Vielle',1000,'CDB');` `INSERT INTO VueGradePilotes (brevet,nom,nbHVol,grade) VALUES ('PL-2','Benoit Treihlou',450,'COPI');` `INSERT INTO VueGradePilotes (brevet,nom,nbHVol,grade) VALUES ('PL-3','Pierre Filoux',9000,'INST');` `INSERT INTO VueGradePilotes (brevet,nom,nbHVol,grade) VALUES ('PL-4','Philippe Minier',1000,'COPI');`	`INSERT INTO VueGradePilotes (brevet,nom,nbHVol,grade)VALUES ('PL-5','Trop jeune',100,'CDB');` `INSERT INTO VueGradePilotes (brevet,nom,nbHVol,grade) VALUES ('PL-6', 'Inexperimente',2999,'INST');` `UPDATE VueGradePilotes SET grade ='INST' WHERE brevet = 'PL-2';`
`UPDATE VueGradePilotes SET grade ='CDB' WHERE brevet = 'PL-4';`	`UPDATE VueGradePilotes SET nbHVol= 50 WHERE brevet = 'PL-3';`

Confidentialité

La confidentialité est une des vocations premières des vues. Outre l'utilisation de variables d'environnement, il est possible de restreindre l'accès à des tables en fonction de moments précis.

Les vues suivantes limitent temporellement les accès en lecture et en écriture à des tables.

Notez qu'il est possible, en plus, de limiter l'accès à un utilisateur particulier en utilisant une variable d'environnement (exemple : rajout de la condition `AND CURRENT_USER() = 'Paul@localhost'` à une vue).

Tableau 5-23 Vues pour restreindre l'accès à des moments précis

Web

Définition de la vue	Accès
`CREATE VIEW VueDesCompagniesJoursFeries AS SELECT * FROM Compagnie WHERE DATE_FORMAT(SYSDATE(),'%W') IN ('Sunday','Saturday');`	Restriction en lecture de la table `Compagnie`, les samedis et dimanches. Mises à jour possibles à tout moment.
`CREATE VIEW VueDesPilotesJoursOuvrables AS SELECT * FROM Pilote WHERE CURTIME()+0 BETWEEN 83000 AND 173000 AND DATE_FORMAT(SYSDATE(),'%W') NOT IN ('Sunday', 'Saturday') WITH CHECK OPTION;`	Restriction, en lecture et en écriture (à cause de `WITH CHECK OPTION`), de la table `Pilote` les jours ouvrables de 8h30 à 17h30.

Transmission de droits

Les mécanismes de transmission et de révocation de privilèges que nous avons étudiés s'appliquent également aux vues. Ainsi, si un utilisateur désire transmettre des droits sur une partie d'une de ses tables, il utilisera une vue. Seules les données appartenant à la vue seront accessibles aux bénéficiaires.

Les privilèges objet qu'il est possible d'attribuer sur une vue sont les mêmes que ceux applicables sur les tables (`SELECT`, `INSERT`, `UPDATE` sur une ou plusieurs colonnes, `DELETE`).

Tableau 5-24 Privilèges sur les vues

Attribution du privilège	Signification
`GRANT SELECT ON VueDesCompagniesJoursFeries TO 'Paul'@'localhost';`	Accès en local de l'utilisateur `Paul` en lecture sur la vue `VueDesCompagniesJoursFériés`.
`GRANT INSERT ON VueDesPilotesJoursOuvrables TO 'Jules'@'localhost';`	Accès en local de l'utilisateur `Jules` en écriture sur la vue `VueDesCompagniesJoursFériés`.

Modification d'une vue (ALTER VIEW)

Vous devez au moins posséder les privilèges `CREATE VIEW` et `DELETE` au niveau d'une vue pour pouvoir la modifier. La syntaxe SQL est la suivante :

```
ALTER [ALGORITHM = {UNDEFINED | MERGE | TEMPTABLE}]
    VIEW [nomBase.]nomVue [(listecolonnes)]
    AS requêteSELECT
    [WITH [CASCADED | LOCAL] CHECK OPTION];
```

Les transformations peuvent concerner toutes les parties d'une vue existante : la politique de création (ALGORITHM), la liste des colonnes, la requête, etc. Voir la section *Création d'une vue*.

Visualisation d'une vue (SHOW CREATE VIEW)

Pour pouvoir visualiser la requête de définition d'une vue, l'instruction que MySQL propose est la suivante :

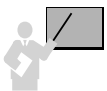
```
SHOW CREATE VIEW  [nomBase.]nomVue;
```

En arrangeant l'état de sortie, vous pouvez découvrir comment MySQL stocke la définition de la vue précédemment créée :

```
SHOW CREATE VIEW VueDesCompagniesJoursFeries;
+----------------------------+-----------------------------------------------+
| View                       | Create View                                   |
+----------------------------+-----------------------------------------------+
| VueDesCompagniesJoursFeries | CREATE ALGORITHM=UNDEFINED                    |
|                            | DEFINER=`root`@`localhost` SQL SECURITY       |
|                            | DEFINER VIEW `VueDesCompagniesJoursFeries` AS |
|                            | select sql_no_cache `Compagnie`.`comp` AS     |
|                            | `comp`,`Compagnie`.`nrue` AS                  |
|                            | `nrue`,`Compagnie`.`rue` AS                   |
|                            | `rue`,`Compagnie`.`ville` AS                  |
|                            | `ville`,`Compagnie`.`nomComp` AS `nomComp`    |
|                            | from `Compagnie` where                        |
|                            | (date_format(sysdate(),_latin1'%W') in        |
|                            | (_latin1'Sunday',_latin1'Saturday'))          |
+----------------------------+-----------------------------------------------+
```

Suppression d'une vue (DROP VIEW)

Vous devez posséder le privilège DROP sur une vue pour pouvoir la supprimer.



La suppression d'une vue n'entraîne pas la destruction des données qui résident toujours dans les tables.

La syntaxe SQL est la suivante :

```
DROP VIEW [IF EXISTS]
          [nomBase.]nomVue [,nomBase2.]nomVue2...
          [RESTRICT | CASCADE];
```

- IF EXISTS évite une erreur dans le cas où la vue n'existe pas.
- RESTRICT et CASCADE ne sont pas encore opérationnels, il concerneront probablement la répercussion de la suppression entre vues interdépendantes.

Dictionnaire des données

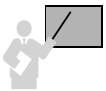
Le dictionnaire des données (*metadata* ou *data dictionary*) est une partie majeure d'une base de données MySQL qu'on peut assimiler à une structure centralisée.

Pour MySQL, 16 vues sont issues de tables système non visibles. Ces vues, qui sont appelées *tables* par abus de langage (dans la documentation officielle, dans les livres et sur les forums[1]) et qui sont situées dans la base `INFORMATION_SCHEMA`, suffisent à stocker toutes les informations décrivant tous les objets contenus dans toutes les bases de données. MySQL se rapproche davantage de DB2 et de SQL Server que d'Oracle (qui possède 600 vues). Les noms des vues sont similaires et se rapprochent de la spécification ANSI/ISO SQL:2003 standard Part 11 *Schemata*.

Constitution

Le dictionnaire des données contient :

- la définition des tables, vues, index, séquences, procédures, fonctions et déclencheurs ;
- la description de l'espace disque alloué et occupé par chaque objet ;
- les valeurs par défaut des colonnes (`DEFAULT`) ;
- la description des contraintes d'intégrité référentielle (de vérification à venir) ;
- le nom des utilisateurs de la base ;
- les privilèges pour chaque utilisateur ;
- des informations d'audit (accès aux objets) et d'autre nature (commentaires, par exemple).



Toutes les tables du dictionnaire des données ne sont accessibles qu'en lecture seulement. Elles appartiennent à la base de données `INFORMATION_SCHEMA`. L'interrogation du dictionnaire des données est permise à tout utilisateur (qui ne verra que les objets qui lui sont toutefois accessibles avec ses propres privilèges) et peut se faire au travers de requêtes `SELECT` ou par le biais de la commande `SHOW`.

Toutes les informations contenues dans les tables du dictionnaire des données sont codées en `minuscules`.

Le dictionnaire des données est mis automatiquement à jour après chaque instruction SQL du LMD (`INSERT`, `UPDATE`, `DELETE`, `LOCK TABLE`).

Les avantages d'interroger le dictionnaire des données par des requêtes sont les suivants :

1. Je conserve le vocable de « vue » pour être plus près de la réalité. Cependant, parler de *table* ou de *vue* est équivalent, puisqu'elles sont interrogeables de la même manière : par `SELECT`.

- Conforme aux règles d'E.F. Codd (le père du modèle relationnel) ; toutes les manipulations sont réalisées à l'aide des opérateurs relationnels sur des tables.
- Inutile d'apprendre de nouvelles instructions (`SHOW` *`paramètres`*) propriétaires de MySQL. La migration vers un autre SGBD est ainsi facilitée.
- Les possibilités d'extraction sont quasiment illimitées du fait du grand nombre de tables et de jointures (ou d'autres opérateurs) possible.
- Vous avez tellement souffert au chapitre 4, que vous avez ici l'occasion de mettre à l'épreuve vos connaissances dans un contexte plus « système ».

Modèle graphique du dictionnaire des données

Le diagramme suivant – qui s'apparente plus au niveau logique, car les clés étrangères apparaissent –, tiré de http://mysqldevelopment.com, décrit la structure des vues du dictionnaire des données.

Démarche à suivre

La démarche à suivre afin d'interroger correctement le dictionnaire des données à propos d'un objet est la suivante :

- trouver le nom de la vue (ou des vues) pertinente(s) à partir du schéma précédent ;
- choisir les colonnes de la vue (ou des vues) à sélectionner (soit à partir du graphique, soit en affichant la structure de la vue par la commande `DESCRIBE`) ;
- interroger la vue (ou les vues) en exécutant une instruction `SELECT` contenant les colonnes intéressantes.

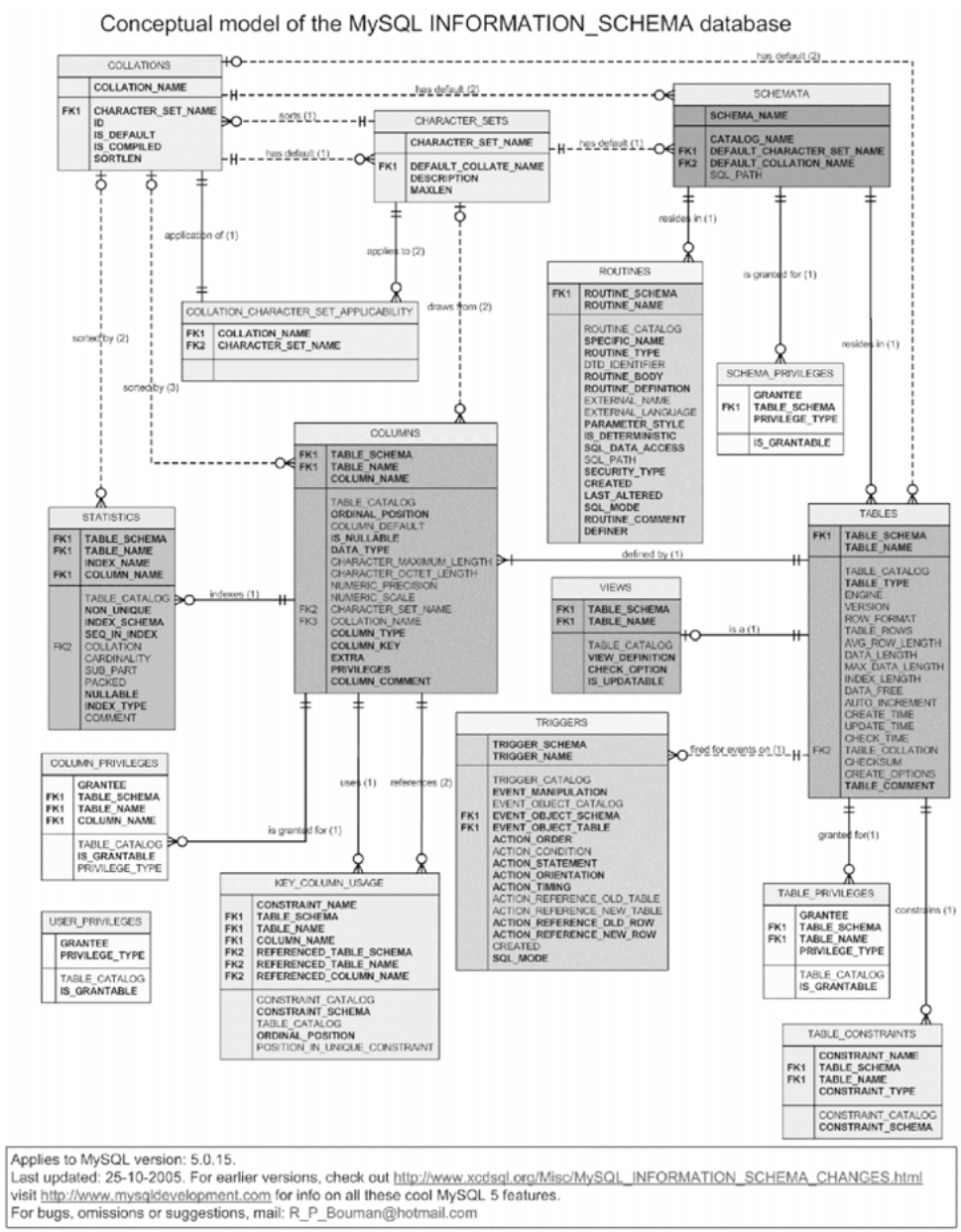
Recherche du nom d'une vue

Il n'y a pas de moyen automatique de trouver le nom de la vue pertinente. Cela dit, il n'y en a que 16, et vous en aurez vite fait le tour.

Choisir les colonnes

Le choix des colonnes d'une vue du dictionnaire des données s'effectue après avoir listé la structure de cette vue (par `DESCRIBE`). Le nom de la colonne est en général assez parlant. Dans notre exemple, la vue contient huit colonnes. Il apparaît que la clause de définition de chaque vue est contenue dans la colonne `VIEW_DEFINITION`. La colonne `CHECK_OPTION` doit indiquer en principe le fait que la vue est déclarée avec une contrainte de vérification. Mais quelle colonne renseigne donc le nom de ladite vue ?

Figure 5-11 *Modèle graphique du dictionnaire des données*



```
DESCRIBE INFORMATION_SCHEMA.VIEWS;
+-----------------+-------------+------+-----+---------+-------+
| Field           | Type        | Null | Key | Default | Extra |
+-----------------+-------------+------+-----+---------+-------+
| TABLE_CATALOG   | varchar(512) | YES  |     | NULL    |       |
| TABLE_SCHEMA    | varchar(64)  | NO   |     |         |       |
| TABLE_NAME      | varchar(64)  | NO   |     |         |       |
| VIEW_DEFINITION | longtext     | NO   |     |         |       |
| CHECK_OPTION    | varchar(8)   | NO   |     |         |       |
| IS_UPDATABLE    | varchar(3)   | NO   |     |         |       |
| DEFINER         | varchar(77)  | NO   |     |         |       |
| SECURITY_TYPE   | varchar(7)   | NO   |     |         |       |
+-----------------+-------------+------+-----+---------+-------+
```

Interroger la vue

L'interrogation de la vue sur les colonnes choisies est l'étape finale de la recherche de données dans le dictionnaire. Il convient d'écrire une requête monotable ou multitable (jointures) qui extrait des données contenues dans la vue. Ces données sont en fait contenues dans des tables système qui ne sont pas accessibles pour des raisons sécuritaires.

Supposons que je sois `root` en local et que je désire connaître le nom, l'emplacement et le caractère contraint de toutes les vues existantes :

```
SELECT TABLE_SCHEMA,TABLE_NAME,CHECK_OPTION FROM INFORMATION_SCHEMA.VIEWS;
+-------------+---------------------------+-------------+
| TABLE_SCHEMA | TABLE_NAME                | CHECK_OPTION |
+-------------+---------------------------+-------------+
| bdnouvelle   | VueDesSocietes            | NONE         |
| bdsoutou     | VueDesPilotesJoursOuvrables | CASCADED     |
+-------------+---------------------------+-------------+
```

Si j'avais voulu connaître les vues contenues seulement dans la base `bdsoutou`, il suffisait d'ajouter la condition (`WHERE TABLE_SCHEMA='bdsoutou'`).

Vous pouvez noter que MySQL utilise :

- La colonne `TABLE_SCHEMA` pour désigner une *database*.
- La colonne `TABLE_NAME` pour stocker le nom de chaque vue des différents schémas. Ici la norme SQL doit y être pour quelque chose (Oracle nomme la colonne `VIEW_NAME`).
- La colonne `CHECK_OPTION` pour indiquer le caractère restreint de chaque vue (la première n'est pas restreinte, la seconde l'est).

Classification des vues

Le tableau suivant classifie les vues selon leur fonctionnalité. Notez qu'aucune redondance ni de synonyme n'existent (si vous voulez réaliser une extraction pour découvrir quelque chose, il n'y aura pas beaucoup de requêtes différentes possibles).

Tableau 5-25 Vues du dictionnaire des données

Nature de l'objet	Vues
Serveur	SCHEMATA : caractéristiques du serveur (jeux de caractères utilisés). CHARACTER_SETS : informations sur les colonnes pour lesquelles l'utilisateur a reçu une autorisation. COLLATIONS et COLLATION_CHARACTER_SET_APPLICABILITY : relatifs aux jeux de caractères.
Privilèges	SCHEMA_PRIVILEGES : liste des prérogatives au niveau *database*. TABLE_PRIVILEGES : liste des prérogatives au niveau *table*. USER_PRIVILEGES : liste des prérogatives au niveau *user*. COLUMN_PRIVILEGES : liste des prérogatives au niveau *columns*.
Tables et séquences	TABLES : caractéristiques des tables (et séquences) dans les bases.
Colonnes	COLUMNS : colonnes des tables et vues.
Index	STATISTICS : description des index.
Contraintes	TABLE_CONSTRAINTS : définition des contraintes de tables. KEY_COLUMN_USAGE : composition des contraintes (colonnes).
Vues	VIEWS : description des vues.
Sous-programmes	ROUTINES : description des sous-programmes stockés. TRIGGERS : description des déclencheurs.

Interrogeons à présent quelques-unes de ces vues dans le cadre d'exemples concrets.

Bases de données du serveur

La requête suivante interroge la vue SCHEMATA et permet de retrouver les caractéristiques (jeux de caractères) des bases de données hébergées par le serveur.

```
SELECT SCHEMA_NAME AS 'Base de donnees',
       DEFAULT_CHARACTER_SET_NAME AS 'Jeu caracteres',
       DEFAULT_COLLATION_NAME AS 'Collation'
       FROM INFORMATION_SCHEMA.SCHEMATA;
+--------------------+----------------+--------------------+
| Base de donnees    | Jeu caracteres | Collation          |
+--------------------+----------------+--------------------+
| information_schema | utf8           | utf8_general_ci    |
| bdnouvelle         | ascii          | ascii_general_ci   |
| bdsoutou           | latin1         | latin1_swedish_ci  |
| mysql              | latin1         | latin1_swedish_ci  |
| test               | latin1         | latin1_swedish_ci  |
+--------------------+----------------+--------------------+
```

Notez que MySQL utilise :

- la colonne `DEFAULT_CHARACTER_SET_NAME` pour désigner le jeu de caractères d'une *database*. Le dictionnaire est lui-même codé en `utf8`.
- la colonne `DEFAULT_COLLATION_NAME` pour désigner la collation du jeu de caractères.

Les colonnes `CATALOG_NAME` et `SQL_PATH` ne sont pas encore renseignées. Elles proviennent toutes deux de la spécification de la norme SQL. La première est relative au concept de schéma (qu'on peut assimiler à une collection de bases), et la seconde concerne un nom symbolique qu'on pourrait associer à une routine (sous-programme).

Composition d'une base

La requête suivante interroge la vue `TABLES` et décrit la composition des bases de données utilisateur (j'ai filtré volontairement les lignes qui correspondent aux bases de MySQL).

```
SELECT TABLE_SCHEMA,TABLE_NAME,TABLE_TYPE,DATE(CREATE_TIME)
       FROM INFORMATION_SCHEMA.TABLES
       WHERE TABLE_SCHEMA NOT IN ('information_schema','test','mysql');
+--------------+----------------------------+------------+-------------------+
| TABLE_SCHEMA | TABLE_NAME                 | TABLE_TYPE | DATE(CREATE_TIME) |
+--------------+----------------------------+------------+-------------------+
| bdnouvelle   | VueDesSocietes             | VIEW       | NULL              |
| bdsoutou     | Installer                  | BASE TABLE | 2005-11-30        |
| bdsoutou     | Logiciel                   | BASE TABLE | 2005-11-30        |
| bdsoutou     | PCSeuls                    | BASE TABLE | 2005-11-30        |
| bdsoutou     | Pilote                     | BASE TABLE | 2005-11-30        |
| bdsoutou     | Poste                      | BASE TABLE | 2005-11-30        |
| bdsoutou     | Salle                      | BASE TABLE | 2005-11-30        |
| bdsoutou     | Segment                    | BASE TABLE | 2005-11-30        |
| bdsoutou     | Softs                      | BASE TABLE | 2005-11-30        |
| bdsoutou     | Types                      | BASE TABLE | 2005-11-30        |
| bdsoutou     | VueDesPilotesJoursOuvrables | VIEW       | NULL              |
+--------------+----------------------------+------------+-------------------+
```

Vous pouvez remarquer que MySQL utilise :

- la colonne `TABLE_TYPE` pour désigner le type de la structure de stockage (les tables temporaires, si elles existent, n'apparaissent pas).
- la colonne `CREATE_TIME` pour désigner la date de création de l'objet.

Détail de stockage d'une base

En utilisant la même vue du dictionnaire, intéressons-nous à la table `Installer` dans la base `bdsoutou` qui fait partie du schéma des exercices de ce livre. La requête suivante extrait des informations intéressantes.

```
SELECT ENGINE,AUTO_INCREMENT,TABLE_ROWS,AVG_ROW_LENGTH,DATA_LENGTH
       FROM INFORMATION_SCHEMA.TABLES
       WHERE TABLE_SCHEMA = 'bdsoutou' AND TABLE_NAME='Installer';
+--------+----------------+------------+----------------+-------------+
| ENGINE | AUTO_INCREMENT | TABLE_ROWS | AVG_ROW_LENGTH | DATA_LENGTH |
+--------+----------------+------------+----------------+-------------+
| InnoDB |             15 |         14 |           1170 |       16384 |
+--------+----------------+------------+----------------+-------------+
```

Notez que MySQL utilise :

- la colonne `ENGINE` pour désigner le type de moteur de stockage de la table en question.
- la colonne `AUTO_INCREMENT` pour désigner la prochaine valeur de la séquence.
- la colonne `TABLE_ROWS` pour donner le nombre d'enregistrements de la table (ici c'est bien cohérent avec la séquence qui fait office de clé primaire).
- la colonne `AVG_ROW_LENGTH` pour désigner la taille moyenne d'une ligne en octets.
- la colonne `DATA_LENGTH` pour désigner la taille de la table en octets.

Citons, pour en terminer avec cette vue, les colonnes :

- `TABLE_COLLATION` qui indique le jeu de caractères de la table.
- `TABLE_COMMENT` qui renseigne notamment à propos des références entre tables par les clés étrangères.

Structure d'une table

Intéressons-nous à présent à la vue `COLUMNS` qui décrit la structure des tables au niveau *column level*.

Structure au premier niveau

La requête suivante décrit en partie la table `Installer`. Notez que ça ressemble assez au `DESCRIBE` (normal car l'instruction a été programmée à l'aide d'une requête analogue).

```
SELECT COLUMN_NAME,DATA_TYPE,ORDINAL_POSITION,COLUMN_DEFAULT,COLUMN_KEY
       FROM  INFORMATION_SCHEMA.COLUMNS
       WHERE TABLE_SCHEMA = 'bdsoutou' AND TABLE_NAME='Installer';
+-------------+-----------+------------------+-------------------+------------+
| COLUMN_NAME | DATA_TYPE | ORDINAL_POSITION | COLUMN_DEFAULT    | COLUMN_KEY |
+-------------+-----------+------------------+-------------------+------------+
| nPoste      | varchar   |                1 | NULL              |            |
| nLog        | varchar   |                2 | NULL              |            |
| numIns      | int       |                3 | NULL              | PRI        |
| dateIns     | timestamp |                4 | CURRENT_TIMESTAMP |            |
| delai       | time      |                5 | NULL              |            |
+-------------+-----------+------------------+-------------------+------------+
```

Remarquez que MySQL utilise :

- `COLUMN_NAME` pour renseigner le nom de chaque colonne.
- `DATA_TYPE` pour donner le typeMySQL.
- `ORDINAL_POSITION` pour renseigner l'ordre des colonnes dans la table (utilisé en cas de `SELECT *`).
- `COLUMN_DEFAULT` pour préciser la valeur par défaut de chaque colonne.
- `COLUMN_KEY` pour donner la composition de la clé primaire.

Extraction des colonnes caractères

La requête suivante décrit en détail les colonnes chaînes de caractères de la table `Installer`.

```
SELECT COLUMN_NAME,DATA_TYPE,CHARACTER_OCTET_LENGTH AS 'Taille max',IS_NULLABLE
       FROM INFORMATION_SCHEMA.COLUMNS
       WHERE TABLE_SCHEMA = 'bdsoutou' AND TABLE_NAME='Installer'
       AND NUMERIC_PRECISION IS NULL
       AND DATA_TYPE NOT IN ('timestamp','time','date');
+-------------+-----------+------------+-------------+
| COLUMN_NAME | DATA_TYPE | Taille max | IS_NULLABLE |
+-------------+-----------+------------+-------------+
| nPoste      | varchar   |          7 | YES         |
| nLog        | varchar   |          5 | YES         |
+-------------+-----------+------------+-------------+
```

Vous pouvez noter que MySQL utilise :

- `IS_NULLABLE` pour renseigner le fait qu'une colonne puisse être nulle.
- `CHARACTER_OCTET_LENGTH` pour renseigner la taille des chaînes de caractères pour chaque colonne.

Extraction des colonnes numériques

La requête suivante détaille les colonnes numériques de la table `Installer`.

```
SELECT COLUMN_NAME,DATA_TYPE,NUMERIC_PRECISION AS 'Taille max',
       NUMERIC_SCALE AS 'Précision'
       FROM INFORMATION_SCHEMA.COLUMNS
       WHERE TABLE_SCHEMA = 'bdsoutou' AND TABLE_NAME='Installer'
       AND CHARACTER_MAXIMUM_LENGTH IS NULL
       AND DATA_TYPE NOT IN ('timestamp','time','date');
+-------------+-----------+------------+-----------+
| COLUMN_NAME | DATA_TYPE | Taille max | Précision |
+-------------+-----------+------------+-----------+
| numIns      | int       |         10 |         0 |
+-------------+-----------+------------+-----------+
```

Vous pouvez notez que MySQL utilise :

- `NUMERIC_PRECISION` pour renseigner la taille des numériques pour chaque colonne.
- `NUMERIC_SCALE` pour renseigner la précision des numériques.

Extraction des colonnes date-heure

La requête suivante extrait toutes les colonnes de type date-heure de la table `Installer`.

```
SELECT COLUMN_NAME,DATA_TYPE,COLUMN_DEFAULT
       FROM INFORMATION_SCHEMA.COLUMNS
       WHERE TABLE_SCHEMA = 'bdsoutou' AND TABLE_NAME='Installer'
       AND CHARACTER_MAXIMUM_LENGTH IS NULL
       AND DATA_TYPE IN ('timestamp','time','date' );
+-------------+-----------+-------------------+
| COLUMN_NAME | DATA_TYPE | COLUMN_DEFAULT    |
+-------------+-----------+-------------------+
| dateIns     | timestamp | CURRENT_TIMESTAMP |
| delai       | time      | NULL              |
+-------------+-----------+-------------------+
```

Citons, pour en terminer avec cette vue, les colonnes :

- `CHARACTER_SET_NAME` et `COLLATION_NAME` qui renseignent sur le jeu de caractères pour chaque colonne de la table.
- `COLUMN_COMMENT` qui renseigne sur les éventuels commentaires sur chaque colonne.

Recherche des contraintes d'une table

La vue `TABLE_CONSTRAINTS` décrit la nature des contraintes. La requête suivante détaille les contraintes contenues dans la table `Installer` de la base `bdsoutou`.

```
SELECT CONSTRAINT_SCHEMA,CONSTRAINT_NAME,CONSTRAINT_TYPE
       FROM INFORMATION_SCHEMA.TABLE_CONSTRAINTS
       WHERE TABLE_SCHEMA = 'bdsoutou' AND TABLE_NAME='Installer';
+-------------------+---------------------------+-----------------+
| CONSTRAINT_SCHEMA | CONSTRAINT_NAME           | CONSTRAINT_TYPE |
+-------------------+---------------------------+-----------------+
| bdsoutou          | PRIMARY                   | PRIMARY KEY     |
| bdsoutou          | un_installation           | UNIQUE          |
| bdsoutou          | fk_Installer_nLog_Logiciel | FOREIGN KEY     |
| bdsoutou          | fk_Installer_nPoste_Poste  | FOREIGN KEY     |
+-------------------+---------------------------+-----------------+
```

MySQL utilise :

- `CONSTRAINT_SCHEMA` pour indiquer la base de données qui contient la contrainte (qui peut être située dans une autre base de données que la table elle-même).

- CONSTRAINT_NAME pour renseigner le nom de la contrainte. Notez ici que MySQL n'extrait pas le nom de ma contrainte (pk_Installer), sans doute est-ce le fait qu'elle est déclarée également AUTO_INCREMENT.
- CONSTRAINT_TYPE pour renseigner le type de chaque contrainte.

La valeur CHECK dans la colonne CONSTRAINT_TYPE n'est pas encore prise en charge. Vous pouvez toutefois créer des tables avec des contraintes CHECK ; rien ne se passera si vous insérez des données non valides et le dictionnaire restera cohérent en n'extrayant pas ces informations.

Composition des contraintes d'une table

La vue KEY_COLUMN_USAGE décrit la composition des contraintes.

Positions

La requête suivante permet d'extraire la composition des contraintes de la table Installer dans la base bdsoutou, et en particulier celle de l'unicité du couple (nPoste,nLog).

```
SELECT CONSTRAINT_NAME, COLUMN_NAME, ORDINAL_POSITION AS 'Position',
       POSITION_IN_UNIQUE_CONSTRAINT AS 'Position index'
       FROM INFORMATION_SCHEMA.KEY_COLUMN_USAGE
       WHERE TABLE_SCHEMA = 'bdsoutou' AND TABLE_NAME='Installer';
+----------------------------+-------------+----------+----------------+
| CONSTRAINT_NAME            | COLUMN_NAME | Position | Position index |
+----------------------------+-------------+----------+----------------+
| PRIMARY                    | numIns      |        1 |           NULL |
| un_installation            | nPoste      |        1 |           NULL |
| un_installation            | nLog        |        2 |           NULL |
| fk_Installer_nLog_Logiciel | nLog        |        1 |              1 |
| fk_Installer_nPoste_Poste  | nPoste      |        1 |              1 |
+----------------------------+-------------+----------+----------------+
```

MySQL utilise :

- ORDINAL_POSITION qui indique la position de la colonne dans la contrainte (débutant à 1).
- POSITION_IN_UNIQUE_CONSTRAINT est évaluée à NULL pour les index (unique et clé primaire). Pour les clés étrangères composites, elle indique la position de la colonne dans la contrainte.

Détails des contraintes référentielles

Cette même vue permet également de retrouver la nature de la référence pour chaque clé étrangère.

```
SELECT CONSTRAINT_NAME, COLUMN_NAME AS 'Cle',
       REFERENCED_TABLE_SCHEMA AS 'Base cible',
       REFERENCED_TABLE_NAME AS 'Table pere',
       REFERENCED_COLUMN_NAME AS 'Col pere'
       FROM INFORMATION_SCHEMA.KEY_COLUMN_USAGE
       WHERE TABLE_SCHEMA = 'bdsoutou' AND TABLE_NAME='Installer'
       AND REFERENCED_TABLE_SCHEMA IS NOT NULL;
+---------------------------+--------+------------+------------+----------+
| CONSTRAINT_NAME           | Cle    | Base cible | Table pere | Col pere |
+---------------------------+--------+------------+------------+----------+
| fk_Installer_nLog_Logiciel | nLog   | bdsoutou   | logiciel   | nLog     |
| fk_Installer_nPoste_Poste  | nPoste | bdsoutou   | poste      | nPoste   |
+---------------------------+--------+------------+------------+----------+
```

MySQL utilise :

- REFERENCED_TABLE_SCHEMA qui indique la base de données hébergeant la table « père ». Ici la base données contient les tables « fils » et « pères », mais il se peut que ces tables soient dans deux bases distinctes.
- REFERENCED_TABLE_NAME qui indique le nom de la table « père ».
- REFERENCED_COLUMN_NAME qui indique le nom de la colonne référencée dans la table « père ». Ici, les noms des colonnes des tables « fils » et « père » sont identiques, mais il se peut qu'ils diffèrent.

Recherche du code source d'un sous-programme

La vue ROUTINES décrit la composition des sous-programmes (procédures, et fonctions cataloguées). La requête suivante permet d'extraire le code source des sous-programmes stockés dans la base test.

```
SELECT ROUTINE_NAME,ROUTINE_TYPE,ROUTINE_DEFINITION
       FROM  INFORMATION_SCHEMA.ROUTINES
       WHERE ROUTINE_SCHEMA = 'test';
+--------------+--------------+-----------------------------------------------+
| ROUTINE_NAME | ROUTINE_TYPE | ROUTINE_DEFINITION                            |
+--------------+--------------+-----------------------------------------------+
| sp1          | PROCEDURE    | BEGIN
                                DECLARE v_brevet CHAR(6);
                                        SET v_brevet := 'PROC';
                                END                                           |
| sp2          | FUNCTION     | BEGIN
                                DECLARE v_brevet CHAR(3);
                                        SET v_brevet := 'FCT';
                                        RETURN v_brevet ;
                                END                                           |
+--------------+--------------+-----------------------------------------------+
```

MySQL utilise :

- `ROUTINE_SCHEMA` qui indique le nom de la base hébergeant le sous-programme.
- `ROUTINE_NAME` qui indique le nom du sous-programme.
- `ROUTINE_TYPE` qui indique la nature du sous-programme.
- `ROUTINE_DEFINITION` qui liste le code MySQL du sous-programme.

Citons, pour en terminer avec cette vue, les colonnes :

- `SECURITY_TYPE` qui renseigne sur les privilèges associés à la vue lors de son exécution (soit les privilèges de l'utilisateur créateur : *definer* ; soit ceux de l'utilisateur qui lance l'exécution : *invoker*).
- `CREATED` et `LAST_ALTERED` pour stocker la date de création du sous-programme et l'instant de la dernière compilation.
- `DEFINER` qui indique l'identité de l'utilisateur qui a créé le sous-programme.
- `ROUTINE_COMMENT` qui stocke un éventuel commentaire relatif au sous-programme (initialisé lors de la compilation).

Privilèges des utilisateurs d'une base de données

On retrouve les différents niveaux de privilèges étudiés en début de chapitre.

Au niveau global

La vue `USER_PRIVILEGES` liste les privilèges des accès utilisateurs au niveau global (les données viennent de la table `mysql.user`). La requête suivante extrait les privilèges de `Paul` et de `Jules` (en accès distant ou en local). Non, vous ne rêvez pas, trois simples quotes sont nécessaires pour tester la valeur de la colonne `GRANTEE`.

```
SELECT GRANTEE,PRIVILEGE_TYPE,IS_GRANTABLE
       FROM  INFORMATION_SCHEMA.USER_PRIVILEGES
       WHERE GRANTEE LIKE '''Paul%' OR GRANTEE LIKE '''Jules%';
+------------------------+----------------+--------------+
| GRANTEE                | PRIVILEGE_TYPE | IS_GRANTABLE |
+------------------------+----------------+--------------+
| 'Paul'@'localhost'     | USAGE          | NO           |
| 'Jules'@'localhost'    | USAGE          | NO           |
| 'Paul'@'192.168.4.173' | SELECT         | NO           |
| 'Paul'@'192.168.4.173' | CREATE         | NO           |
+------------------------+----------------+--------------+
```

MySQL utilise :

- GRANTEE qui indique le nom de l'accès utilisateur.
- PRIVILEGE_TYPE qui indique le type du privilège.
- IS_GRANTABLE qui renseigne sur la possibilité que l'accès utilisateur puisse retransmettre le privilège acquis (reçu avec WITH GRANT OPTION).

Au niveau database

La vue SCHEMA_PRIVILEGES possède la même structure que la précédente, en ajoutant la colonne TABLE_SCHEMA. Celle-ci donne le nom de la base de données concernée par les privilèges des accès utilisateurs (les données viennent de la table db.user). La requête suivante extrait les privilèges au niveau *database* de Paul, en accès distant ou local.

```
SELECT TABLE_SCHEMA,GRANTEE,PRIVILEGE_TYPE,IS_GRANTABLE
       FROM  INFORMATION_SCHEMA.SCHEMA_PRIVILEGES
       WHERE GRANTEE LIKE '''Paul%';
+--------------+-----------------------+----------------+--------------+
| TABLE_SCHEMA | GRANTEE               | PRIVILEGE_TYPE | IS_GRANTABLE |
+--------------+-----------------------+----------------+--------------+
| bdpaul       | 'Paul'@'192.168.4.173' | SELECT         | NO           |
| bdpaul       | 'Paul'@'localhost'     | DROP           | NO           |
| bdpaul       | 'Paul'@'localhost'     | CREATE ROUTINE | NO           |
+--------------+-----------------------+----------------+--------------+
```

Au niveau table

La vue TABLE_PRIVILEGES possède la même structure que la précédente, en ajoutant la colonne TABLE_NAME. Celle-ci donne le nom de la table concernée par les privilèges des accès utilisateurs (les données viennent de la table mysql.tables_priv). La requête suivante extrait les privilèges au niveau *table* de Paul, en accès distant ou local.

```
SELECT CONCAT(TABLE_SCHEMA,'.',TABLE_NAME) AS 'Base.Table',
       GRANTEE,PRIVILEGE_TYPE AS 'Privilege'
       FROM  INFORMATION_SCHEMA.TABLE_PRIVILEGES
       WHERE GRANTEE LIKE '''Paul%';
+-------------------------------------+-----------------------+-----------+
| Base.Table                          | GRANTEE               | Privilege |
+-------------------------------------+-----------------------+-----------+
| bdsoutou.VueDesCompagniesJoursFeries | 'Paul'@'localhost'     | SELECT    |
| bdpaul.Livre                        | 'Paul'@'192.168.4.173' | SELECT    |
| bdpaul.Livre                        | 'Paul'@'localhost'     | SELECT    |
| bdpaul.Livre                        | 'Paul'@'localhost'     | DELETE    |
+-------------------------------------+-----------------------+-----------+
```

Au niveau column

La vue `COLUMN_PRIVILEGES` possède la même structure que la précédente, en ajoutant la colonne `COLUMN_NAME`. Celle-ci précise le nom de la colonne concernée par les privilèges des accès utilisateurs (les données viennent de la table `mysql columns_priv`). La requête suivante extrait les privilèges au niveau *column* de `Paul`, en accès distant ou local sur la base `bdpaul`.

```
SELECT CONCAT(TABLE_NAME,'.',COLUMN_NAME) AS 'Table.colonne',
       GRANTEE,PRIVILEGE_TYPE AS 'Privilege'
       FROM  INFORMATION_SCHEMA.COLUMN_PRIVILEGES
       WHERE  TABLE_SCHEMA='bdpaul';
+---------------+--------------------+-----------+
| Table.colonne | GRANTEE            | Privilege |
+---------------+--------------------+-----------+
| Livre.ISBN    | 'Paul'@'localhost' | UPDATE    |
+---------------+--------------------+-----------+
```

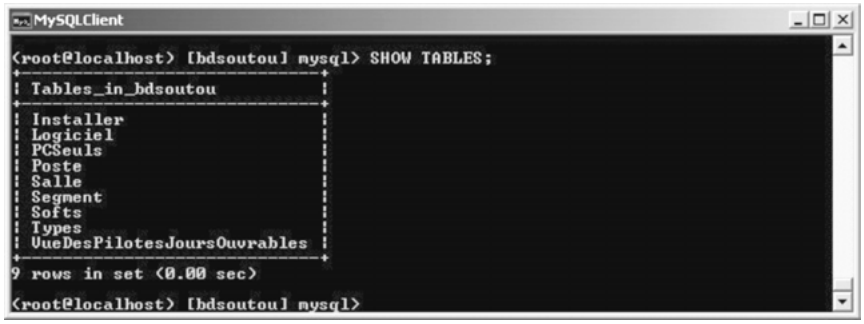
Au niveau routine

Se reporter au niveau *database*.

Commande SHOW

La commande `SHOW` permet d'extraire facilement des informations provenant du dictionnaire des données. Elle est bien sûr, à l'inverse, plus limitée que l'écriture d'une requête `SELECT` – qui pourra toujours extraire les mêmes informations, mais en interrogeant les vues adéquates. La copie d'écran suivante illustre la commande `SHOW TABLES` qui restitue une réponse à la question : « Quelles sont les tables et les vues présentes dans la base de données en cours d'utilisation ? ».

Figure 5-12 *Exemple de SHOW pour lister les tables d'un schéma*



Le tableau suivant décrit quelques exemples qui vous seront peut-être utiles.

Tableau 5-26 Exemples de SHOW

Commande	Résultat
`SHOW COLUMNS FROM Installer FROM bdsoutou LIKE 'n%';`	Liste des colonnes dont le nom commence par 'n' dans la table `Installer` de la base `bdsoutou`.
`SHOW CREATE DATABASE bdsoutou;`	Options de création de la base `bdsoutou`.
`SHOW CREATE TABLE bdsoutou.Installer;`	Description totale de l'instruction permettant de créer la table `Installer` de la base `bdsoutou`.
`SHOW DATABASES;`	Liste des bases présentes sur le serveur.
`SHOW ENGINES;`	Liste des moteurs de stockage utilisables sur le serveur.
`SHOW ERRORS;`	Libellé de l'erreur SQL courante.
`SHOW GRANTS FOR 'Paul'@'localhost';`	Pour un accès utilisateur, liste de ses privilèges aux niveaux *global*, *database*, *column* et *routine*.
`SHOW INDEX FROM Installer FROM bdsoutou;`	Description des index de la table `Installer` de la base `bdsoutou`.
`SHOW PRIVILEGES;`	Liste de tous les privilèges possibles.
`SHOW TABLE STATUS FROM bdsoutou LIKE 'S%';`	Caractéristiques physiques des tables dont le nom commence par 'S' dans la base `bdsoutou`.
`SHOW TABLES FROM mysql;`	Liste des tables de la base `mysql`.
`SHOW TRIGGERS;`	Caractéristiques des déclencheurs présents sur le serveur.

Exercices

Les objectifs de ces exercices sont :

- de créer des vues monotables et multitables ;
- d'insérer des enregistrements dans des vues ;
- d'effectuer une mise à jour conditionnée via une vue.

Exercice 5.1 Vues monotables

Vues sans contraintes

Écrire le script `vues.sql`, permettant de créer :

- La vue `LogicielsUnix` qui contient tous les logiciels de type 'UNIX' (toutes les colonnes sont conservées). Vérifier la structure et le contenu de la vue (`DESCRIBE` et `SELECT`).
- La vue `Poste_0` de structure (`nPos0`, `nomPoste0`, `nSalle0`, `TypePoste0`, `indIP`, `ad0`) qui contient tous les postes du rez-de-chaussée (`etage=0` au niveau de la table `Segment`). Faire une jointure procédurale, sinon la vue sera considérée comme une vue multitable. Vérifier la structure et le contenu de la vue.

Insérer deux nouveaux postes dans la vue tels qu'un poste soit connecté au segment du rez-de-chaussée, et l'autre à un segment d'un autre étage. Vérifier le contenu de la vue et celui de la table. Conclusion ?

Supprimer ces deux enregistrements de la table `Poste`.

Résoudre une requête complexe

Créer la vue `SallePrix` de structure (`nSalle`, `nomSalle`, `nbPoste`, `prixLocation`) qui contient les salles et leur prix de location pour une journée (en fonction du nombre de postes). Le montant de la location d'une salle à la journée sera d'abord calculé sur la base de 100 € par poste. Servez-vous de l'expression `100*nbPoste` dans la requête de définition.

Vérifier le contenu de la vue, puis afficher les salles dont le prix de location dépasse 150 €.

Ajouter la colonne `tarif` de type `SMALLINT(4)` à la table `Types`. Mettre à jour cette table de manière à insérer les valeurs suivantes :

Tableau 5-27 Tarifs des postes

Type du poste	Tarif en €
TX	50
PCWS	100
PCNT	120
UNIX	200
NC	80
BeOS	400

Créer la vue `SalleIntermediaire` de structure (`nSalle`, `typePoste`, `nombre`, `tarif`), de telle sorte que le contenu de la vue reflète le tarif ajusté des salles, en fonction du nombre et du type des postes de travail. Il s'agit de grouper par salle, type et tarif (tout en faisant une jointure avec la table `Types` pour les tarifs), et de compter le nombre de postes pour avoir le résultat suivant :

```
+--------+-----------+--------+-------+
| nSalle | typePoste | nombre | tarif |
+--------+-----------+--------+-------+
| s01    | TX        |      2 |    50 |
| s01    | UNIX      |      2 |   200 |
| s02    | PCWS      |      2 |   100 |
| s03    | TX        |      1 |    50 |
| ...                                 |
```

À partir de la vue `SalleIntermediaire`, créer la vue `SallePrixTotal`(`nSalle`, `PrixReel`) qui reflète le prix réel de chaque salle (par exemple, la s01 sera facturée 2*50 + 1*200 = 300 €). Vérifier le contenu de cette vue.

Afficher les salles les plus économiques à la location.

Vues avec contraintes

Remplacer la vue `Poste0` en rajoutant l'option de contrôle (`CHECK OPTION`). Tenter d'insérer un poste appartenant à un étage différent du rez-de-chaussée.

Créer la vue `Installer0` de structure (`nPoste`, `nLog`, `dateIns`) ne permettant de travailler qu'avec les postes du rez-de-chaussée, tout en interdisant l'installation d'un logiciel de type 'PCNT'. Tenter d'insérer deux postes, dans cette vue, ne correspondant pas à ces deux contraintes : un poste d'un étage, puis un logiciel de type 'PCNT'. Insérer l'enregistrement 'p6', 'log2' qui doit passer à travers la vue.

Exercice 5.2 Vue multitable

Créer la vue `SallePoste` de structure (`nomSalle, nomPoste, adrIP, nomTypePoste`) permettant d'extraire toutes les installations sous la forme suivante :

```
SELECT * FROM SallePoste;
+----------+----------+---------------+-------------------+
| nomSalle | nomPoste | adrIP         | nomTypePoste      |
+----------+----------+---------------+-------------------+
| Salle 1  | Poste 1  | 130.120.80.01 | Terminal X-Window |
| Salle 1  | Poste 2  | 130.120.80.02 | Système Unix      |
| Salle 1  | Poste 3  | 130.120.80.03 | Terminal X-Window |
| ...                                                      |
```

Partie II

Programmation procédurale

Chapitre 6

Bases du langage de programmation

Ce chapitre décrit les caractéristiques générales du langage procédural de programmation de MySQL :

- structure d'un programme ;
- déclaration et affectation de variables ;
- structures de contrôle (*si*, *tant que*, *répéter*, *pour*) ;
- mécanismes d'interaction avec la base ;
- programmation de transactions.

Généralités

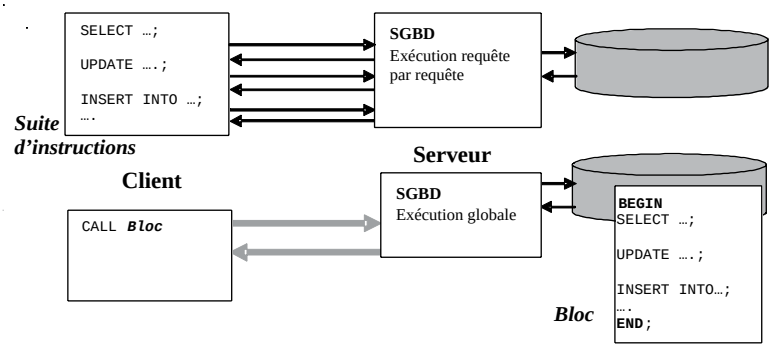
Les structures de contrôle habituelles d'un langage (`IF`, `WHILE`…) ne font pas partie intégrante de la norme SQL. Elles apparaissent dans une sous-partie optionnelle de la norme (ISO/IEC 9075-5:1996. *Flow-control statements*). MySQL les prend en compte.

Le langage procédural de MySQL est une extension de SQL, car il permet de faire cohabiter les habituelles structures de contrôle (*si*, *pour* et *tant que* pour les plus connues) avec des instructions SQL (principalement `SELECT`, `INSERT`, `UPDATE` et `DELETE`).

Environnement client-serveur

Dans un environnement client-serveur, chaque instruction SQL donne lieu à l'envoi d'un message du client vers le serveur suivi de la réponse du serveur vers le client. Il est préférable de travailler avec un sous-programme (qui sera stocké, en fait, côté serveur) plutôt qu'avec une suite d'instructions SQL susceptibles d'encombrer le trafic réseau. En effet, un bloc donne lieu à un seul échange sur le réseau entre le client et le serveur. Les résultats intermédiaires sont traités côté serveur et seul le résultat final est retourné au client.

Figure 6-1 *Trafic sur le réseau d'instructions SQL*



Avantages

Les principaux avantages d'utiliser des sous-programmes (procédures ou fonctions cataloguées qui sont stockées côté serveur) sont :

- La modularité : un sous-programme peut être composé d'autres blocs d'instructions. Un sous-programme peut aussi être réutilisable, car il peut être appelé par un autre.
- La portabilité : un sous-programme est indépendant du système d'exploitation qui héberge le serveur MySQL. En changeant de système, les applicatifs n'ont pas à être modifiés.
- L'intégration avec les données des tables : on retrouvera avec ce langage procédural tous les types de données et d'instructions disponibles sous MySQL, des mécanismes pour parcourir des résultats de requêtes (curseurs), pour traiter des erreurs (*handlers*) et pour programmer des transactions (`COMMIT`, `ROLLBACK`, `SAVEPOINT`).
- La sécurité, car les sous-programmes s'exécutent dans un environnement *a priori* sécurisé (SGBD) où il est plus facile de garder la maîtrise sur les ordres SQL exécutés et donc sur les agissements des utilisateurs.

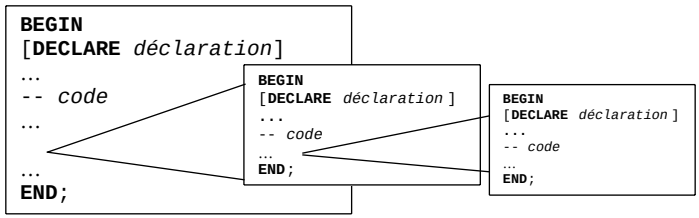
Structure d'un bloc

Un bloc d'instructions est composé de :

- `BEGIN` (section obligatoire) contient le code incluant ou non des directives SQL se terminant par le symbole « ; » ;
- `DECLARE` (directive optionnelle) déclare une variable, un curseur, une exception, etc. ;
- `END` ferme le bloc.

Un bloc peut être imbriqué dans un autre bloc. Pour tester un bloc, nous verrons dans la section *Tests des exemples*, qu'il faut l'inclure dans une procédure cataloguée. MySQL ne prend pas encore en charge les procédures anonymes (sans nom).

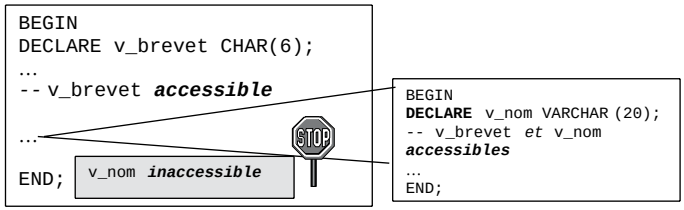
Figure 6-2 *Structure d'un bloc d'instructions MySQL*



Portée des objets

La portée d'un objet (variable, curseur ou exception) est la zone du programme qui peut y accéder. Un objet déclaré dans un bloc est accessible dans les sous-blocs. En revanche, un objet déclaré dans un sous-bloc n'est pas visible du bloc supérieur (principe des accolades des langages C et Java).

Figure 6-3 *Visibilité des objets*



Casse et lisibilité

Comme SQL, les sous-programmes sont capables d'interpréter les caractères alphanumériques du jeu de caractères sélectionné. Aucun objet manipulé par programme n'est sensible à la casse (*not case sensitive*). Ainsi `numeroBrevet` et `NumeroBREVET` désignent le même identificateur (tout est traduit en minuscules au niveau du dictionnaire des données). Les règles d'écriture classiques concernant l'indentation et les espaces entre variables, mots-clés et instructions doivent être respectées dans un souci de lisibilité.

Tableau 6-1 Lisibilité du code

Peu lisible	C'est mieux
`IF x>y THEN SET max:=x;ELSE SET max:=y;END IF;`	`IF x>y THEN` `  SET max:=x;` `ELSE` `  SET max:=y;` `END IF;`

Identificateurs

Avant de parler des différents types de variables MySQL, décrivons comment il est possible de nommer les objets des sous-programmes. Un identificateur commence par une lettre (ou un chiffre). Un identificateur n'est pas limité en nombre de caractères. Les autres signes pourtant connus du langage sont interdits, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 6-2 Identificateurs

Autorisés	Interdits
`t2`	`moi&toi` (symbole « & »)
`code_brevet`	`debit-credit` (symbole « - »)
`2nombresMysql`	`on/off` (symbole « / »)
`_t`	`code brevet` (symbole espace)

Commentaires

MySQL prend en charge deux types de commentaires : monolignes, commençant au symbole « `--` » et finissant à la fin de la ligne ; et multilignes, commençant par « `/*` » et finissant par « `*/` ». Le tableau suivant décrit quelques exemples :

Tableau 6-3 Commentaires

Sur une ligne	Sur plusieurs lignes
`-- Lecture de la table Pilote` `SELECT nbHVol INTO v_nbHVol` `FROM Pilote -- Extraction heures de vol` `WHERE nom = 'Gratien Viel';` `SET v_bonus := v_nbHVol*0.15; -- Calcul`	`/* Lecture de la table Pilote */` `SELECT salaire INTO v_salaire` `FROM Pilote` `/* Extraction du salaire` `pour calculer le bonus */` `WHERE nom = 'Thierry Albaric';` `/*Calcul*/` `SET v_bonus := v_salaire*0.15;`

Variables

Un sous-programme est capable de manipuler des variables qui sont déclarées (et éventuellement initialisées) par la directive `DECLARE`. Ces variables permettent de transmettre des valeurs à des sous-programmes via des paramètres, ou d'afficher des états de sortie sous l'interface. Deux types de variables sont disponibles sous MySQL :

- scalaires : recevant une seule valeur d'un type SQL (ex : colonne d'une table) ;
- externes : définies dans la session et qui peuvent servir de paramètres d'entrée ou de sortie.

Variables scalaires

La déclaration d'une variable scalaire est de la forme suivante :

```
DECLARE nomVariable1[,nomVariable2...] typeMSQL [DEFAULT expression];
```

- DEFAULT permet d'initialiser la (ou les) variable(s) – pas forcément à l'aide d'une constante. Le tableau suivant décrit quelques exemples :

Tableau 6-4 Déclarations

Déclarations	Commentaires
`DECLARE v_dateNaissance DATE;`	Déclare la variable sans l'initialiser. Équivalent à `SET v_dateNaissance := NULL;`
`DECLARE v_capacite SMALLINT(4) DEFAULT 999;`	Initialise la variable à 999.
`DECLARE v_trouve BOOLEAN DEFAULT TRUE;`	Initialise la variable à vrai (1).
`DECLARE v_Dans2jours DATE DEFAULT ADDDATE(SYSDATE(),2);`	Initialise la variable à dans 2 jours.

Affectations

Il existe plusieurs possibilités pour affecter une valeur à une variable :

- l'affectation comme on la connaît dans les langages de programmation (`SET variable := expression`). Vous pouvez aussi utiliser le symbole « = », mais il est plus prudent de le réserver à la programmation de conditions ;
- la directive `DEFAULT` ;
- la directive `INTO` d'une requête (`SELECT … INTO variable FROM …`).

Restrictions

Le type tableau (*array*) n'est pas encore présent dans le langage de MySQL. Cela peut être pénalisant quand on désire travailler en interne avec des résultats d'extractions de taille moyenne.

Il est impossible d'utiliser un identificateur dans une expression, s'il n'est pas déclaré au préalable. Ici, la déclaration de la variable `v_maxi` est incorrecte :

```
DECLARE   v_maxi INT DEFAULT 2 * v_mini;
DECLARE   v_mini INT DEFAULT 15;
```

Comme la plupart des langages récents, les déclarations multiples sont permises. Celle qui suit est juste :

```
DECLARE i, j, k INT;
```

Résolution de noms

Lors des conflits potentiels de noms (variables ou colonnes) dans des instructions SQL (principalement `INSERT`, `UPDATE`, `DELETE` et `SELECT`), le nom de la variable est prioritairement interprété au détriment de la colonne de la table (de même nom).

Dans l'exemple suivant, l'instruction `DELETE` supprime tous les pilotes de la table (et non pas seulement le pilote de nom 'Placide Fresnais'), car MySQL considère les deux identificateurs comme étant la même variable, et non pas comme colonne de la table et variable.

```
DECLARE nom VARCHAR(16) DEFAULT 'Placide Fresnais';
DELETE FROM Pilote WHERE nom = nom;
```

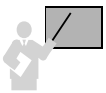
Pour se prémunir de tels effets de bord, une seule solution existe : elle consiste à nommer toutes les variables différemment des colonnes (en utilisant un préfixe, par exemple). Une autre solution serait d'utiliser une étiquette de bloc (*block label*) pour lever d'éventuelles ambiguïtés. Bien qu'il soit possible d'employer des étiquettes de blocs (aussi disponibles pour les structures de contrôle), on ne peut pas encore préfixer des variables pour en distinguer une de même nom entre différents blocs.

Tableau 6-5 Éviter les ambiguïtés

Préfixer les variables	Étiquette de bloc (préfixe pas opérationnel)
`DECLARE v_nom VARCHAR(16)` `  DEFAULT 'Placide Fresnais';` `…` `DELETE FROM Pilote WHERE nom = v_nom;` `--ou` `DELETE FROM Pilote WHERE v_nom = nom;`	`principal: BEGIN` `DECLARE nom VARCHAR(16)` `  DEFAULT 'Placide Fresnais';` `DELETE FROM Pilote` `  WHERE principal.nom = nom;` `END principal;`

Opérateurs

Les opérateurs SQL étudiés au chapitre 4 (logiques, arithmétiques, de concaténation…) sont disponibles au sein d'un sous-programme. Les règles de priorité sont les mêmes que dans le cas de SQL.



L'opérateur `IS NULL` permet de tester une formule avec la valeur `NULL`. Toute expression arithmétique contenant une valeur nulle est évaluée à `NULL`.

Le tableau suivant illustre quelques utilisations possibles d'opérateurs logiques :

Tableau 6-6 Utilisation d'opérateurs

Code MySQL	Commentaires
`DECLARE v_compteur INT(3) DEFAULT 0;` `DECLARE v_boolean BOOLEAN;` `DECLARE v_nombre INT(3);`	Trois déclarations dont une avec initialisation.
`SET v_compteur := v_compteur+1;`	Incrémentation de `v_compteur` (opérateur +)
`SET v_boolean := (v_compteur=v_nombre);`	`v_boolean` reçoit **`NULL`**, car la condition est fausse.
`SET v_boolean := (v_nombre IS NULL);`	`v_boolean` reçoit **`TRUE`** (1 en fait), car la condition est vraie.

Variables de session

Il est possible de passer en paramètres d'entrée d'un bloc des variables externes. Ces variables sont dites de session (*user variables*). Elles n'existent que durant la session. On déclare ces variables en ligne de commande à l'aide du symbole « @ ».

```
SET @var1 = expression1 [, @var2 = expression2] ...
```

Le tableau suivant illustre un exemple de deux variables de session : on extrait le nom et le nombre d'heures de vol d'un pilote (table décrite au début du chapitre 4) augmenté d'un nombre en paramètre. Son numéro de brevet et la durée du vol sont lus au clavier. Ces variables de session ne sont bien sûr pas à déclarer dans le bloc

Tableau 6-7 Variables de session

Web

Code MySQL	Résultat
`SET @vs_num = 'PL-4'$` `SET @vs_hvol = 15$` … `BEGIN` `  DECLARE v_nom  CHAR(16);` `  DECLARE v_nbHVol DECIMAL(7,2);` `  SELECT nom,nbHVol` `  INTO v_nom, v_nbHVol FROM Pilote` `  WHERE brevet = @vs_num ;` `  SET v_nbHVol := v_nbHVol + @vs_hvol;` `  SELECT v_nom, v_nbHVol;` `END;`	`+------------------+----------+` `| v_nom | v_nbHVol |` `+------------------+----------+` `| Placide Fresnais | 2465.00 |` `+------------------+----------+`

Conventions recommandées

Adoptez les conventions d'écriture suivantes pour que vos programmes MySQL soient plus facilement lisibles et maintenables :

Tableau 6-8 Conventions

Objet	Convention	Exemple
Variable	**v**_*nomVariable*	v_compteur
Constante	**c**_nomConstante	c_pi
Variable de session (globale)	**vs**_*nomVariable*	vs_brevet

Test des exemples

Parce qu'il n'est pas encore possible d'exécuter des blocs anonymes (sous-programme sans nom et qui n'est pas stocké dans la base), vous devez les inclure dans une procédure cataloguée que vous appellerez dans l'interface de commande.

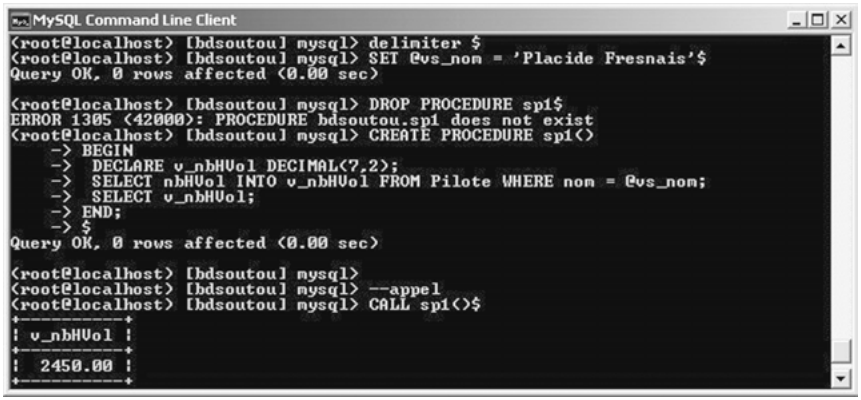
L'exemple suivant extrait le nombre d'heures de vol du pilote de nom 'Placide Fresnais'. Pensez à redéfinir le délimiteur à « $ » (par exemple) pour pouvoir utiliser, dans le bloc, le symbole « ; » pour terminer chaque instruction.

Tableau 6-9 Tester un exemple de bloc

Préfixer les variables	Commentaire
delimiter $ SET @vs_nom = 'Placide Fresnais'$	Déclaration du délimiteur et d'une variable de session.
DROP PROCEDURE sp1$	Suppression de la procédure.
CREATE PROCEDURE sp1()	Création de la procédure.
BEGIN DECLARE v_nbHVol DECIMAL(7,2); SELECT nbHVol INTO v_nbHVol FROM Pilote WHERE nom = @vs_nom; SELECT v_nbHVol; END; $	Bloc d'instructions. Trace du résultat. Fin du bloc
CALL sp1()$	Appel de la procédure.

Le résultat dans l'interface de commande est le suivant. Allez-y tester vos exemples, maintenant.

Figure 6-4 *Exécution d'un bloc*



Structures de contrôle

En tant que langage procédural, MySQL offre la possibilité de programmer :

- les structures conditionnelles *si* et *cas* (`IF… et CASE) ;`
- des structures répétitives *tant que*, *répéter* et *boucle sans fin* (`WHILE`, `REPEAT` et `LOOP`).

Pas de structure `FOR` pour l'instant. Deux directives supplémentaires qui sont toutefois à utiliser avec modération : `LEAVE` qui sort d'une boucle (ou d'un bloc étiqueté) et `ITERATE` qui force le programme à refaire un tour de boucle depuis le début.

Structures conditionnelles

MySQL propose deux structures pour programmer des actions conditionnées : la structure `IF` et la structure `CASE`.

Trois formes de IF

Suivant les tests à programmer, on peut distinguer trois formes de structure `IF` : `IF-THEN` (*si-alors*), `IF-THEN-ELSE` (avec le *sinon* à programmer), et `IF-THEN-ELSEIF` (imbrications de conditions).

Le tableau suivant donne l'écriture des différentes structures conditionnelles `IF`. Notez « `END IF` » en fin de structure, et non pas « `ENDIF` ». L'exemple affiche un message différent selon la nature du numéro de téléphone contenu dans la variable `v_telephone`.

Tableau 6-10 Structures IF

IF-THEN	IF-THEN-ELSE	IF-THEN-ELSEIF
IF *condition* **THEN** *instructions*; **END IF**;	**IF** *condition* **THEN** *instructions*; ELSE *instructions*; **END IF**;	**IF** *condition1* **THEN** *instructions*; **ELSEIF** *condition2* **THEN** *instructions2*; ELSE *instructions3*; **END IF**;

```
BEGIN
  DECLARE v_telephone CHAR(14)
          DEFAULT '06-76-85-14-89';
  IF SUBSTR(v_telephone,1,2)='06' THEN
     SELECT "C'est un portable";
  ELSE
     SELECT "C'est un fixe...";
  END IF;
END;
```

Conditions booléennes

Les tableaux suivants précisent le résultat d'opérateurs logiques qui mettent en jeu des variables booléennes pouvant prendre trois valeurs (TRUE, FALSE, NULL). Bien sûr, en l'absence d'un vrai type booléen, MySQL représente TRUE avec 1, et FALSE avec 0. Il est à noter que la négation de NULL (NOT NULL) renvoie une valeur nulle.

Tableau 6-11 Opérateur AND

AND	TRUE	FALSE	NULL
TRUE	TRUE	FALSE	NULL
FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
NULL	NULL	FALSE	NULL

Tableau 6-12 Opérateur OR

OR	TRUE	FALSE	NULL
TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
FALSE	TRUE	FALSE	NULL
NULL	TRUE	NULL	NULL

Structure CASE

Comme l'instruction IF, la structure CASE permet d'exécuter une séquence d'instructions en fonction de différentes conditions. La structure CASE est utile lorsqu'il faut évaluer une même expression et proposer plusieurs traitements pour diverses conditions.

Selon la nature de l'expression et des conditions, une des deux écritures suivantes peut être utilisée :

Tableau 6-13 Structures CASE

CASE	*searched* CASE
CASE *variable* WHEN *expr1* THEN *instructions1*; WHEN *expr2* THEN *instructions2*; … WHEN *exprN* THEN *instructionsN*; [ELSE *instructionsN+1*;] **END CASE**;	CASE WHEN *condition1* THEN *instructions1*; WHEN *condition2* THEN *instructions2*; … WHEN *conditionN* THEN *instructionsN*; [ELSE *instructionsN+1*;] **END CASE**;

Le tableau suivant nous livre l'écriture avec `IF` d'une programmation qu'il est plus rationnel d'effectuer avec une structure `CASE` (de type *searched*) :

Tableau 6-14 Différentes programmations

Web

IF	CASE
	BEGIN DECLARE v_mention CHAR(2); DECLARE v_note DECIMAL(4,2) DEFAULT 9.8; ...
IF v_note >= 16 THEN SET v_mention := 'TB'; ELSEIF v_note >= 14 THEN SET v_mention := 'B'; ELSEIF v_note >= 12 THEN SET v_mention := 'AB'; ELSEIF v_note >= 10 THEN SET v_mention := 'P'; ELSE SET v_mention := 'R'; END IF; ...	**CASE** WHEN v_note >= 16 THEN SET v_mention := 'TB'; WHEN v_note >= 14 THEN SET v_mention := 'B'; WHEN v_note >= 12 THEN SET v_mention := 'AB'; WHEN v_note >= 10 THEN SET v_mention := 'P'; ELSE SET v_mention := 'R'; **END CASE**; ...

Structures répétitives

Étudions à présent les trois structures répétitives *tant que*, *répéter* et *boucle sans fin*.

Structure tant que

La structure *tant que* se programme à l'aide de la syntaxe suivante. Avant chaque itération (et notamment avant la première), la condition est évaluée. Si elle est vraie, la séquence d'instructions est exécutée, puis la condition est réévaluée pour un éventuel nouveau passage dans la

boucle. Ce processus continue jusqu'à ce que la condition soit fausse pour passer en séquence après le `END WHILE`. Quand la condition n'est jamais fausse, on dit que le programme boucle…

```
[etiquette:] WHILE condition DO
   instructions;
END WHILE [etiquette];
```

Le tableau suivant décrit la programmation de deux *tant que*. Le premier calcule la somme des 100 premiers entiers. Le second recherche le premier numéro 4 dans une chaîne de caractères.

Tableau 6-15 Structures tant que

Web

Condition simple

```
DECLARE v_somme INT DEFAULT 0;
DECLARE v_entier SMALLINT DEFAULT 1;

WHILE (v_entier <= 100) DO
 SET v_somme  := v_somme+v_entier;
 SET v_entier := v_entier+1;
END WHILE;
SELECT v_somme;
```

```
+---------+
| v_somme |
+---------+
|    5050 |
+---------+
```

Condition composée

```
DECLARE v_telephone CHAR(14)
       DEFAULT '06-76-85-14-89';
DECLARE v_trouve BOOLEAN
        DEFAULT  FALSE;
DECLARE v_indice SMALLINT DEFAULT  1;
WHILE (v_indice <= 14 AND NOT v_trouve) DO
  IF SUBSTR(v_telephone,v_indice,1) = '4'
   THEN
      SET v_trouve := TRUE;
   ELSE
      SET v_indice := v_indice + 1;
  END IF;
END WHILE;
IF v_trouve THEN
   SELECT CONCAT('Trouvé 4 à l''indice :
',v_indice);
END IF;
```

```
Trouvé 4 à l'indice : 11
```

Cette structure est la plus puissante, car elle permet de programmer aussi un *répéter*, une *boucle sans fin* et même un *pour* (qui n'est pas encore opérationnel). Elle doit être utilisée quand il est nécessaire de tester une condition avant d'exécuter les instructions contenues dans la boucle.

Structure répéter

La structure *répéter* se programme à l'aide de la syntaxe `REPEAT… UNTIL`.

Enfin un *répéter* qui se programme comme il faut (à savoir « répéter… jusqu'à *condition* »). Les langages C et Java nous avaient déformé cette traduction par `do {…} while(condition)` qui nécessite d'écrire l'inverse de la condition du *jusqu'à* de l'algorithmique. Ouf, MySQL (comme Oracle) a bien programmé la structure *répéter* en traduisant ce fameux *jusqu'à* par la directive *until*, et non plus par ce fâcheux *while*.

```
[etiquette:] REPEAT
    instructions;
UNTIL condition END REPEAT [etiquette];
```

La particularité de cette structure est que la première itération est effectuée quelles que soient les conditions initiales. La condition n'est évaluée qu'en fin de boucle.

- Si la condition est fausse, la séquence d'instructions est de nouveau exécutée. Ce processus continue jusqu'à ce que la condition soit vraie pour passer en séquence après le `END REPEAT`.
- Quand la condition n'est jamais vraie, on dit aussi que le programme boucle…

Le tableau suivant décrit la programmation de la somme des 100 premiers entiers et de la recherche du premier numéro 4 dans une chaîne de caractères, à l'aide de la structure *répéter*. Les variables sont les mêmes qu'au tableau précédent.

Tableau 6-16 Structures répéter

Web

Condition simple	Condition composée
`REPEAT` `  SET v_somme  := v_somme + v_entier;` `  SET v_entier := v_entier + 1;` `UNTIL v_entier > 100 END REPEAT;`	`REPEAT` `  IF SUBSTR(v_telephone,v_indice,1) = '4'` `    THEN` `     SET v_trouve := TRUE;` `    ELSE` `      SET v_indice := v_indice + 1;` `  END IF;` `UNTIL (v_indice > 14 OR v_trouve)` `    END REPEAT;` `IF v_trouve THEN` `  SELECT CONCAT('Trouvé 4 à l''indice :` `',v_indice);` `END IF;`

Cette structure doit être utilisée quand il n'est pas nécessaire de tester la condition avec les données initiales, avant d'exécuter les instructions contenues dans la boucle.

Structure boucle sans fin

La syntaxe générale de cette structure est programmée par la directive `LOOP`. Elle devient sans fin si vous n'utilisez pas l'instruction `LEAVE` qui passe en séquence du `END LOOP`.

```
[etiquette:] LOOP
    instructions;
END LOOP [etiquette];
```

Le tableau suivant donne l'écriture du calcul de la somme des 100 premiers entiers en utilisant deux boucles sans fin (qui se terminent toutefois, car *tout a une fin*, mais celles-là je les programme avec `LEAVE`). J'en profite pour présenter `ITERATE` qui force à reprendre l'exécution au début de la boucle.

Tableau 6-17 TStructures boucle sans fin

Avec LEAVE	Avec ITERATE
`boucle1: LOOP` `  SET v_somme  := v_somme + v_entier;` `  SET v_entier := v_entier + 1;` `  IF v_entier > 100 THEN` `  LEAVE boucle1;` `  END IF;` `END LOOP boucle1;`	`boucle1: LOOP` `  SET v_somme  := v_somme + v_entier;` `  SET v_entier := v_entier + 1;` `  IF v_entier <= 100 THEN` `  ITERATE boucle1;` `  END IF;` `  LEAVE boucle1;` `END LOOP boucle1;`

Il est à noter que LEAVE peut être aussi utilisé pour sortir d'un bloc (s'il est étiqueté). LEAVE et ITERATE peuvent aussi être employés au sein de structures REPEAT ou WHILE.

Redirection (GOTO)

Célèbre pour faire tendre un programme vers une configuration plutôt de feu d'artifice que de cours d'eau tranquille, l'instruction GOTO est bien connue, mais souvent mal utilisée. Elle peut être pratique dans certains cas, pour sortir d'une boucle ou d'un bloc. Il n'est pas souhaitable que vous utilisiez GOTO, à moins que vous écriviez vos algorithmes avec des organigrammes.

Dans son livre blanc (http://dev.mysql.com/tech-resources/articles/mysql-storedprocedures.html) Peter Gulutzan parle de « `GOTO` *`etiquette`*`;` » et de « `LABEL` *`etiquette`*`;` ». Cet article est sorti alors que la version *bêta* de MySQL 5.0 n'en était qu'à ses débuts. Cette fonctionnalité semble avoir été supprimée dans la version de production. À suivre, donc.

Structure pour

Renommée pour les parcours de vecteurs, tableaux et matrices en tout genre, la structure *pour* se caractérise par la connaissance a priori du nombre d'itérations que le programmeur souhaite faire effectuer à son algorithme. La syntaxe générale de cette structure est programmée dans tous les langages par l'instruction `for`.

Absente pour l'instant de MySQL, elle peut se programmer par un *répéter*, un *tant que* ou encore par une *boucle sans fin*. Dans tous ces cas, il faudra définir un indice allant d'une valeur initiale à une valeur finale, tout en incrémentant ce même indice en fin de boucle.

Interactions avec la base

Cette section décrit les mécanismes que MySQL offre pour interfacer un sous-programme avec une base de données.

Extraire des données

La principale instruction capable d'extraire des données contenues dans des tables est SELECT. Étudiée au chapitre 4 dans un contexte SQL, la particularité de cette instruction au niveau d'un sous-programme est la directive INTO qui permet de charger des variables à partir de valeurs de colonnes, comme le montre la syntaxe suivante :

```
SELECT col1 [,col2 ...]INTO variable1 [,variable2 ...]
       FROM nomTable ...;
```

Cette instruction peut aussi être utilisée à l'extérieur d'un bloc pour charger une variable de session, par exemple.

Veillez à ne récupérer qu'un seul enregistrement à l'aide du WHERE de la requête. C'est logique, puisque vous désirez ne charger qu'une valeur par variable.

- Si vous en extrayez plusieurs, vous verrez l'erreur : « ERROR 1172 (42000): Result consisted of more than one row ».
- Si vous n'en extrayez aucun (*no data found*), aucune erreur n'est soulevée et la variable est inchangée (elle reste initialisée à la valeur présente avant la requête).

Colonnes simples

Le tableau suivant décrit l'extraction de la colonne compa pour le pilote de code 'PL-2' dans différents contextes :

Tableau 6-18 Extraction de données

Code MYSQL	Commentaires
BEGIN DECLARE v_comp VARCHAR(15); SELECT compa **INTO** v_comp FROM Pilote WHERE brevet='PL-2'; ... END;	Chargement d'une variable locale à un bloc. Nécessité d'appeler par la suite cette procédure (CALL).
SET @vs_compa=''$ SELECT compa **INTO** @vs_compa FROM Pilote WHERE brevet='PL-2'$ ...	Chargement d'une variable de session hors d'un sous-programme.
SET @vs_compa=''$ CREATE PROCEDURE sp1() BEGIN SELECT compa **INTO** @vs_compa FROM Pilote WHERE brevet='PL-2'; ... END;	Chargement d'une variable de session dans un sous-programme.

Pour traiter des requêtes renvoyant plusieurs enregistrements, il faudra utiliser des curseurs (étudiés au chapitre suivant).

Fonctions SQL

Il est naturel que les fonctions SQL (mono et multilignes) étudiées au chapitre 4 soient également disponibles dans un sous-programme, à condition de les utiliser au sein d'une instruction SELECT. Deux exemples sont décrits dans le tableau suivant : le premier chargera la variable avec le nom du pilote de code 'PL-1' en majuscules (table décrite au début du chapitre 4) ; le second affectera à la variable le maximum du nombre d'heures de vol, tous pilotes confondus.

Tableau 6-19 Utilisation de fonctions

Web

Monoligne	Multiligne
`BEGIN` `  DECLARE v_nomEnMAJUSCULES CHAR(20);` `  SELECT UPPER(nom)` `  INTO v_nomEnMAJUSCULES` `  FROM Pilote WHERE brevet = 'PL-1';` `SELECT v_nomEnMAJUSCULES;` `END;`	`BEGIN` `  DECLARE v_plusGrandHVol DECIMAL(7,2);` `  SELECT MAX(nbHVol) INTO v_plusGrandHVol` `  FROM Pilote;` `SELECT v_plusGrandHVol ;` `END;`
`+------------------+` `| v_nomEnMAJUSCULES |` `+------------------+` `| GRATIEN VIEL  |` `+------------------+`	`+-----------------+` `| v_plusGrandHVol |` `+-----------------+` `|  2450.00 |` `+-----------------+`

Manipuler des données

Les principales instructions disponibles pour manipuler, par un sous-programme, les éléments d'une base de données sont les mêmes que celles proposées par SQL, à savoir INSERT, UPDATE et DELETE. Pour libérer les verrous au niveau d'un enregistrement (et des tables), il faudra ajouter les instructions COMMIT ou ROLLBACK (aspects étudiés en fin de chapitre).

Insertions

Le tableau suivant décrit l'insertion de différents enregistrements sous plusieurs écritures (il est aussi possible d'utiliser des variables de session) :

Comme sous SQL, il faut respecter les noms, types et domaines de valeurs des colonnes. De même, les contraintes de vérification (CHECK qui n'est pas encore opérationel et NOT NULL) et d'intégrité (PRIMARY KEY et FOREIGN KEY) doivent être valides.

Dans le cas inverse, une exception qui précise la nature du problème est levée et peut être interceptée par la directive HANDLER (voir chapitre suivant). Si une telle directive n'existe pas

Tableau 6-20 Insertion d'enregistrements

Web

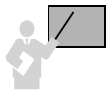
Code MySQL	Commentaires
`BEGIN` `DECLARE v_brevet VARCHAR(6) DEFAULT 'PL-7';` `DECLARE v_nom VARCHAR(6);` `DECLARE v_HVol DECIMAL(7,2) DEFAULT 0;` `DECLARE v_comp VARCHAR(6);`	Déclaration des variables locales au bloc.
`INSERT INTO Pilote VALUES` `('PL-6', 'Jules Ente', 3000, 'AF');`	Insertion d'un enregistrement en renseignant les colonnes par des constantes.
`SET v_nom := 'Fabrice Peyrard';` `SET v_comp := 'SING';`	
`INSERT INTO Pilote VALUES` `(v_brevet,v_nom,v_HVol,v_comp);`	Insertion d'un enregistrement en renseignant les colonnes par des variables locales.
`END;`	

dans le bloc qui contient l'instruction `INSERT`, la première exception fera s'interrompre le programme.

Modifications

Concernant la mise à jour de colonnes par `UPDATE`, la clause `SET` peut être ambiguë dans le sens où l'identificateur à gauche de l'opérateur d'affectation est toujours une colonne de base de données, alors que celui à droite de l'opérateur peut correspondre à une colonne ou à une variable.

```
UPDATE nomTable
  SET col1 = { variable1 | expression1 | autrecol | (requête) }
    [,col2 = ...]
  [WHERE ... ];
```



Si aucun enregistrement n'est modifié, aucune erreur ne se produit et aucune exception n'est levée.

Alors que les affectations dans le code MYSQL (`SET` ...) peuvent s'écrire par les symboles « `:=` » ou « = », les comparaisons ou affectations SQL nécessitent le symbole « = ».

Le tableau suivant décrit la modification de différents enregistrements (il est aussi possible d'employer des variables de session).

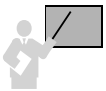
Tableau 6-21 Modifications d'enregistrements

Code MySQL	Commentaires
`BEGIN` `DECLARE v_dureeVol DECIMAL(3,1) DEFAULT 4.8;`	Déclaration.
`UPDATE Pilote` `SET nbHVol= nbHVol + v_dureeVol` `WHERE brevet= 'PL-6';`	Modification d'un enregistrement de la table `Pilote` en utilisant une variable.
`UPDATE Pilote` `SET nbHVol= nbHVol + 10` `WHERE compa = 'AF';` `END;`	Modification de plusieurs enregistrements de la table `Pilote` en utilisant une constante.

Suppressions

La suppression par `DELETE` peut être ambiguë (même raison que pour l'instruction `UPDATE`) au niveau de la clause `WHERE`.

```
DELETE FROM nomTable
  [WHERE col1 = { variable1 | expression1 | autrecol | (requête) }
    [,col2 = ...] ];
```



Si aucun enregistrement n'est modifié, aucune erreur ne se produit et aucune exception n'est levée.

Le tableau suivant décrit la suppression de différents enregistrements (il est aussi possible d'utiliser des variables de session).

Tableau 6-22 Suppression d'enregistrements

Code MYSQL	Commentaires
`BEGIN` `DECLARE v_hVolMini DECIMAL(7,2) DEFAULT 1000.00;`	
`DELETE FROM Pilote WHERE nbHVol < v_hVolMini;`	
`DELETE FROM Pilote WHERE brevet = 'PL-3';`	Supprime les enregistrements de la table `Pilote` dont le nombre d'heures de vol est inférieur à 1 000. Supprime un pilote.
`DELETE FROM Pilote WHERE brevet = NULL;` `END;`	Ne supprime aucun pilote.

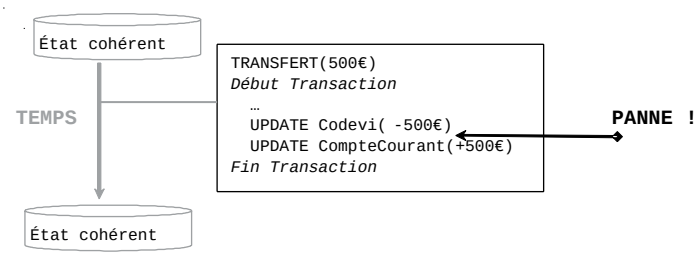
Transactions

Une transaction est un bloc d'instructions LMD faisant passer la base de données d'un état cohérent à un autre état cohérent. Si un problème logiciel ou matériel survient au cours d'une transaction, aucune des instructions contenues dans la transaction n'est effectuée, quel que soit l'endroit de la transaction où est intervenue l'erreur.

On peut supposer que la majorité des transactions sous MySQL sont programmées dans le langage du serveur. Les langages plus évolués permettent aussi de développer des transactions à travers des API (par exemple la méthode `commit` est comprise dans le paquetage `java.sql`).

L'exemple typique d'une transaction est celui du transfert d'un compte épargne vers un compte courant. Imaginez qu'après une panne votre compte épargne a été débité de la somme de 500 €, sans que votre compte courant soit crédité du même montant ! Vous ne seriez pas très content des services de votre banque (à moins que l'erreur ne soit intervenue dans l'autre sens). Le mécanisme transactionnel empêche un tel scénario en invalidant toutes les opérations faites depuis le début de la transaction, si une panne survient au cours de cette même transaction.

Figure 6-5 *Transaction*



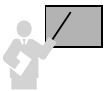
Caractéristiques

Une transaction assure :

- l'atomicité des instructions qui sont considérées comme une seule opération (principe du tout ou rien) ;
- la cohérence (passage d'un état cohérent de la base à un autre état cohérent) ;
- l'isolation des transactions entre elles (lecture consistante, mécanisme décrit plus loin) ;
- la durabilité des opérations (les mises à jour perdurent même si une panne se produit après la transaction).

Début et fin d'une transaction

Deux instructions sont disponibles pour marquer le début d'une transaction : `START TRANSACTION` ou `BEGIN`. Ainsi, entre `BEGIN` et `END` d'un programme MySQL, il est possible d'écrire plusieurs transactions. Le fait de commencer une transaction termine implicitement celle qui précédait ladite transaction.



Une transaction se termine explicitement par les instructions SQL `COMMIT` ou `ROLLBACK`. Elle se termine implicitement :

- à la première commande SQL du LDD ou du LCD rencontrée (`CREATE`, `ALTER`, `DROP`…) ;
- à la fin normale d'une session utilisateur avec déconnexion ;
- à la fin anormale d'une session utilisateur (sans déconnexion).

Nous détaillons ici les principes de base d'une transaction MySQL sans entrer dans des détails plus techniques (vérouillages, accès concurrents et transactions réparties) qui sortent du cadre de cet ouvrage.

Mode de validation

Deux modes de fonctionnement sont possibles : celui par défaut (*autocommit*) qui valide systématiquement toutes les instructions reçues par la base. Dans ce mode point de salut, car il vous sera impossible de revenir en arrière afin d'annuler une instruction. Le mode à utiliser pour programmer des transactions est celui inverse (*autocommit off*) qui se déclare à l'aide du paramètre 0 dans l'instruction suivante :

```
SET AUTOCOMMIT = {0 | 1}
```

Le tableau suivant précise la validité de la transaction en fonction des événements possibles :

Tableau 6-23 Validité d'une transaction

Événement	Validité
`COMMIT`	Transaction validée.
`ROLLBACK` Commande SQL (LDD ou LCD). Fin anormale d'une session.	Transaction non validée.

Votre première transaction

Vous pouvez tester rapidement une transaction en écrivant le bloc suivant qui insère une ligne dans une de vos tables.

Web

```
delimiter $
DROP PROCEDURE sp1$
CREATE PROCEDURE sp1()
BEGIN
 SET AUTOCOMMIT = 0;
 INSERT INTO TableaVous VALUES (...);
END;
$
--appel de la transaction
CALL sp1()$
SELECT * FROM TableaVous$
```

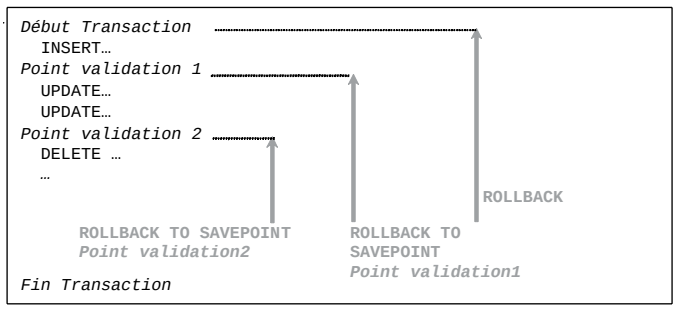
Exécutez ce bloc dans l'interface, puis déconnectez-vous soit en cassant la fenêtre (icône en haut à droite), soit proprement avec `exit`. Reconnectez-vous et constatez que l'enregistrement n'est pas présent dans votre table. Même quand la fin du programme est normale, la transaction n'est pas validée (car il manque `COMMIT`). Relancez le bloc en ajoutant cette instruction après l'insertion. Notez que l'enregistrement est présent désormais dans votre table, même après une déconnexion douce ou dure.

Contrôle des transactions

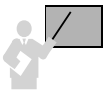
Il est intéressant de pouvoir découper une transaction en insérant des points de validation (*savepoints*) qui rendent possible l'annulation de tout ou partie des opérations composant ladite transaction.

La figure suivante illustre une transaction découpée en trois parties. L'instruction `ROLLBACK` peut s'écrire sous différentes formes. Ainsi `ROLLBACK TO SAVEPOINT Pointvalidation1` invalidera les `UPDATE` et le `DELETE` tout en laissant la possibilité de confirmer l'instruction `INSERT` (en fonction des commandes se trouvant après ce `ROLLBACK` restreint et de la manière dont la session se terminera).

Figure 6-6 *Points de validation*



Le tableau suivant décrit une transaction MySQL découpée en trois parties. Le programmeur aura le choix entre les instructions `ROLLBACK TO SAVEPOINT` indiquées en commentaire pour valider tout ou partie de la transaction. Il faudra finalement se décider entre `COMMIT` et `ROLLBACK`.



L'instruction `SAVEPOINT` déclare un point de validation.

Tableau 6-24 Transaction découpée

Code MYSQL	Commentaires
`BEGIN` ` SET AUTOCOMMIT = 0;` ` INSERT INTO Compagnie VALUES` `('C2',2, 'Place Brassens', 'Blagnac', 'Easy Jet');`	Première partie de la transaction.
` SAVEPOINT P1;` ` UPDATE Compagnie SET nrue = 125` `  WHERE comp = 'AF';` ` UPDATE Compagnie SET ville = 'Castanet'` `  WHERE comp = 'C1';`	Deuxième partie de la transaction.
` SAVEPOINT P2;` ` DELETE FROM Compagnie WHERE comp = 'C1';`	Troisième partie de la transaction.
`-- ROLLBACK TO SAVEPOINT P1;`	Première partie à valider.
`-- ROLLBACK TO SAVEPOINT P2;`	Deuxième partie à valider.
`-- ROLLBACK TO SAVEPOINT P3`	Troisième partie à valider.
` ROLLBACK;`	Tout à invalider.
` COMMIT;` `END;`	Valide la ou les sous-parties.

Transactions imbriquées

Il n'est pas possible d'imbriquer plusieurs transactions se déroulant dans différents blocs.

Il n'est pas possible d'invalider par `ROLLBACK` une commande SQL du LDD ou du LCD rencontrée (`CREATE`, `ALTER`, `DROP`…).

Exercices

L'objectif de ces exercices est d'écrire des blocs puis des transactions manipulant des tables du schéma *Parc Informatique*. Vous utiliserez une procédure pour tester vos blocs, comme il est indiqué dans la section *Test des exemples*.

Exercice 6.1 Extraction de données

Écrire le bloc MySQL qui affiche les détails de la dernière installation de logiciel sous la forme suivante (les champs en gras sont à extraire) :

```
+-----------------------------------------------+
| Resultat 1 exo 1                              |
+-----------------------------------------------+
| Derniere installation en salle : numérodeSalle |
+-----------------------------------------------+
+-------------------------------------------------------------------+
| Resultat 2 exo 1                                                  |
+-------------------------------------------------------------------+
| Poste : numéroPoste Logiciel : nomLogiciel en date du dateInstallation |
+-------------------------------------------------------------------+
```

Vous utiliserez `SELECT … INTO` pour extraire ces valeurs. Ne tenez pas compte, pour le moment, des erreurs qui pourraient éventuellement se produire (aucune installation de logiciel, poste ou logiciel non référencés dans la base, etc.).

Exercice 6.2 Variables de session

Écrire le bloc MySQL qui affecte hors d'un bloc, par des variables session, un numéro de salle et un type de poste, et qui retourne des variables session permettant de composer un message indiquant les nombres de postes et d'installations de logiciels correspondants :

```
+-------------------------------------------------------------------+
| Resultat exo2                                                     |
+-------------------------------------------------------------------+
| x poste(s) installe(s) en salle y, z installation(s) de type t    |
+-------------------------------------------------------------------+
```

Essayez pour la salle `s01` et le type `UNIX`. Vous devez extraire 1 poste et 3 installations. Ne tenez pas compte pour le moment d'éventuelles erreurs (aucun poste trouvé ou aucune installation réalisée, etc.).

Exercice 6.3 Transaction

Écrire une transaction permettant d'insérer un nouveau logiciel dans la base après avoir passé en paramètres, par des variables de session, toutes ses caractéristiques (numéro, nom, version et type du logiciel). La date d'achat doit être celle du jour. Tracer l'insertion du logiciel (message `Logiciel` inséré dans la base).

Il faut ensuite procéder à l'installation de ce logiciel sur le poste de code `p7` (utiliser une variable pour pouvoir plus facilement modifier ce paramètre). L'installation doit se faire aussi à la date du jour. Penser à actualiser correctement la colonne `delai` qui mesure le délai (`TIME`) entre l'achat et l'installation. Pour ne pas que ce délai soit nul (les deux insertions se feraient dans la même seconde dans cette transaction), placer une attente de 5 secondes entre l'ajout dans la table `Logiciel` et celui dans la table `Installer` à l'aide de l'instruction `SELECT SLEEP(5)`. Utiliser la fonction `TIMEDIFF` pour calculer ce délai.

Insérer par exemple le logiciel `log15`, de nom `MySQL Query`, version `1.4`, `typePCWS` coûtant 95 €. Tracer la transaction comme suit :

```
+-----------------------------+
| message1                    |
+-----------------------------+
| Logiciel insere dans la base |
+-----------------------------+
1 row in set (0.01 sec)

+----------------------------------+
| message2                          |
+----------------------------------+
| Date achat : 2005-11-23 19:16:04 |
+----------------------------------+
                                    <-- Attente de 5 secondes à ce niveau
+----------+
| SLEEP(5) |
+----------+
|        0 |
+----------+

+----------------------------------------+
| message3                               |
+----------------------------------------+
| Date installation : 2005-11-23 19:16:10 |
+----------------------------------------+

+-------------------------------+
| message4                      |
+-------------------------------+
| Logiciel installe sur le poste |
+-------------------------------+
```

Vérifiez l'état des tables mises à jour après la transaction. Ne tenez pas compte pour le moment d'éventuelles erreurs (numéro du logiciel déjà référencé, type du logiciel incorrect, installation déjà réalisée, etc.).

Chapitre 7

Programmation avancée

Ce chapitre est consacré à des caractéristiques avancées du langage procédural de MySQL :

- écriture et appel de sous-programmes ;
- programmation des curseurs ;
- gestion des exceptions ;
- mise en place de déclencheurs ;
- utilisation du SQL dynamique.

Sous-programmes

Les sous-programmes sont des blocs nommés qui sont compilés et qui résident dans la base de données. Dans le vocabulaire des bases de données, on appelle les sous-programmes *stored procedures* ou *stored routines*. Ce sont des fonctions ou procédures « cataloguées » (ou « stockées ») capables d'inclure des paramètres en entrée. Comme dans tous les langages de programmation, les fonctions retournent un unique résultat, alors que les procédures réalisent des actions sans en donner (sauf éventuellement en paramètre de sortie).

Étant un des plus « jeunes » des SGBD, MySQL tend au plus près (en ajoutant toutefois des extensions) de la syntaxe normative de SQL:2003 (sections *Stored Modules* et *Computational completeness*). L'autre SGBD se rapprochant le plus de la norme est DB2 d'IBM. Oracle et SQL Server de Microsoft ont un grand nombre de caractéristiques absentes de la norme.

Pour l'instant, seules les procédures sont capables d'inclure des paramètres en sortie.

Un sous-programme ne se recompile pas automatiquement suite à la modification d'un objet de la base manipulé dans son code (ajout d'une colonne dans une table par exemple).

Généralités

Il est possible de retrouver le code d'un sous-programme au niveau du dictionnaire des données (voir la fin du chapitre 5). Le sous-programme peut être ainsi partagé dans un

contexte multi-utilisateur. Les avantages d'utiliser des sous-programmes ont été soulignés au chapitre 6 (modularité, portabilité, extensibilité, réutilisabilité, intégrité et confidentialité).

Comme les blocs, nous verrons que les sous-programmes ont une partie de déclaration des variables, une autre contenant les instructions et éventuellement une partie pour gérer les exceptions (erreurs produites durant l'exécution).

Une procédure peut être appelée à l'aide de l'interface de commande (par `CALL`), dans un programme externe (Java, PHP, C…), par d'autres procédures ou fonctions, ou dans le corps d'un déclencheur. Les fonctions peuvent être invoquées dans une instruction SQL (`SELECT`, `INSERT`, et `UPDATE`) ou dans une expression (affectation de variable ou calcul).

Le cycle de vie d'un sous-programme est le suivant : création de la procédure ou de la fonction (compilation et stockage dans la base), appel et éventuellement suppression du sous-programme de la base.

Procédures cataloguées

La syntaxe de création d'une procédure cataloguée est la suivante. Le privilège `CREATE ROUTINE` est requis sur la base de données (ou au niveau global) en question (`ALTER ROUTINE` et `EXECUTE` sont affectés par la suite automatiquement).

```
CREATE PROCEDURE [nomBase.]nomProcédure(
                [ [ IN | OUT | INOUT ] param typeMySQL
                [,[ IN | OUT | INOUT ] param2 typeMySQL ] ] ...)
    [ LANGUAGE SQL
      | [NOT] DETERMINISTIC
      | { CONTAINS SQL | NO SQL | READS SQL DATA | MODIFIES SQL DATA }
      | SQL SECURITY { DEFINER | INVOKER }
      | COMMENT 'commentaire'
    ]
BEGIN
 [DECLARE ... ;]
 bloc d'instructions SQL et MySQL ... ;
END;
délimiteur
```

- Par défaut, la procédure est créée dans la base de données courante (sélectionnée). Si un nom est spécifié (*nomBase*), la procédure appartiendra à cette base de données.
- `IN` désigne un paramètre d'entrée (par défaut), `OUT` un paramètre de sortie et `INOUT` un paramètre d'entrée et de sortie.
- `LANGUAGE SQL` (par défaut) détermine le langage de programmation de la procédure. MySQL n'est pas encore compatible avec d'autres langages que le sien.

- `DETERMINISTIC` est simplement informationnel (l'optimiseur s'en servira dans des versions ultérieures) et décrit le caractère déterministe de la procédure. Si vous interrogez la base, il serait plus naturel d'utiliser `NOT DETERMINISTIC`, car on ne sait pas a priori ce que l'on va extraire (comme dans la boîte de chocolats de *Forrest Gump)*.
- `CONTAINS SQL` renseigne sur le fait que la procédure interagit avec la base. `NO SQL` indique l'inverse. `READS SQL DATA` précise que les interactions sont en lecture seulement. `MODIFIES SQL DATA` signifie que des mises à jour de la base sont possibles.
- `SQL SECURITY` détermine si la procédure s'exécute avec les privilèges du créateur (option par défaut : *definer-rights procedure*) ou ceux de l'utilisateur qui appelle la procédure (*invoker-rights procedure*).
- `COMMENT` permet de commenter la procédure au niveau du dictionnaire des données (voir chapitre 5).
- *`bloc d'instructions SQL et MySQL`* contient les déclarations et les instructions de la procédure écrite dans le langage de MySQL (voir le chapitre précédent).
- *`délimiteur`* : délimiteur de commandes différent de « ; » (symbole utilisé obligatoirement en fin de chaque déclaration et instruction du langage procédural de MySQL).

Fonctions cataloguées

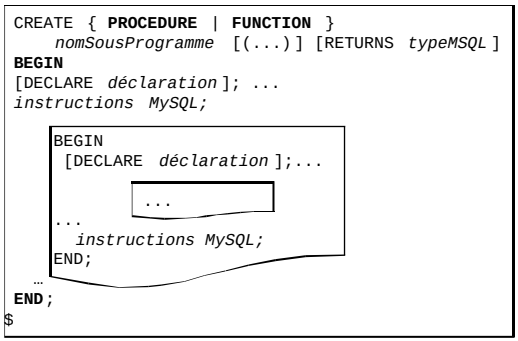
La syntaxe de création d'une fonction cataloguée est `CREATE FUNCTION`. Les prérogatives et les options sont les mêmes que pour les procédures. N'oubliez pas l'instruction « `RETURN` *`variable`*`;` » qui termine la fonction et retourne le résultat (de même type que celui déclaré dans la clause `RETURNS`.

```
CREATE FUNCTION [nomBase.]nomFonction(
                        [ param typeMySQL
                        [,param2 typeMySQL ] ] ...)
    RETURNS typeMySQL
    [ LANGUAGE SQL
      | [NOT] DETERMINISTIC
      | { CONTAINS SQL | NO SQL | READS SQL DATA | MODIFIES SQL DATA }
      | SQL SECURITY { DEFINER | INVOKER }
      | COMMENT 'commentaire'
    ]
BEGIN
 [DECLARE ... ;]
 bloc d'instructions SQL et MySQL ... ;
 contenant un « RETURN variable ; »
END;
délimiteur
```

Structure d'un sous-programme

Dans une procédure, comme dans une fonction, les déclarations des variables, curseurs et exceptions suivent directement l'en-tête du bloc (après la directive `BEGIN`). La figure suivante illustre la structure d'une spécification et d'un corps d'un sous-programme MySQL. Le bloc d'instructions doit contenir au moins une instruction MySQL.

Figure 7-1 *Structure d'un sous-programme*



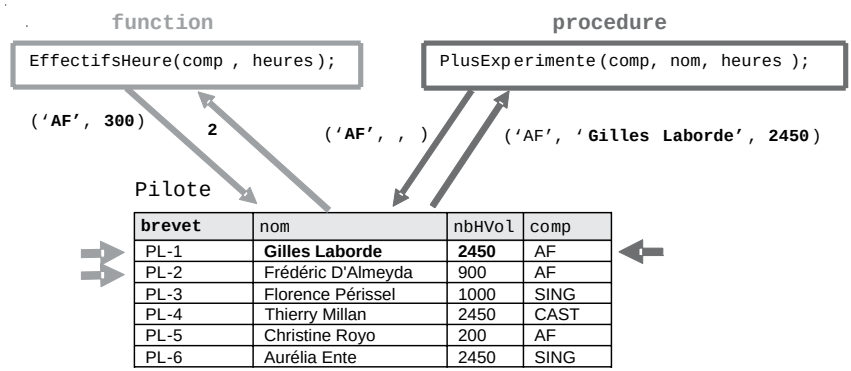
Exemples

Considérons la table `Pilote`. Nous allons écrire (dans la base `bdsoutou`) une fonction et une procédure :

- La fonction `EffectifsHeure(comp,heures)` devra renvoyer le nombre de pilotes d'une compagnie donnée (premier paramètre) qui ont plus d'heures de vol que la valeur du deuxième paramètre (si aucun pilote, retourne 0). Si aucune compagnie n'est passée en paramètre (mettre `NULL`), le calcul inclut toutes les compagnies. Les éventuelles erreurs ne sont pas encore traitées (compagnie de code inexistant, par exemple).
- La procédure `PlusExperimente(comp,nom,heures)` doit retourner le nom et le nombre d'heures de vol du pilote (par l'intermédiaire des deuxième et troisième paramètres) le plus expérimenté d'une compagnie donnée (premier paramètre). Si plusieurs pilotes ont la même expérience, un message d'erreur est affiché. Si aucune compagnie n'est passée en paramètre (mettre `NULL`), la procédure retourne le nom du plus expérimenté et le code de sa compagnie (par l'intermédiaire du premier paramètre).

Remarquez que la fonction aurait pu être programmée par une procédure ayant un troisième paramètre de sortie.

Figure 7-2 *Procédures*



brevet	nom	nbHVol	comp
PL-1	**Gilles Laborde**	**2450**	AF
PL-2	Frédéric D'Almeyda	900	AF
PL-3	Florence Périssel	1000	SING
PL-4	Thierry Millan	2450	CAST
PL-5	Christine Royo	200	AF
PL-6	Aurélia Ente	2450	SING

Une fonction

La création de la fonction est réalisée à l'aide du script suivant (`EffectifsHeure.sql`). Notez que les deux paramètres d'entrée ne sont pas définis par la directive `IN` et que la clause `RETURN` doit être présente en fin de codage.

Web

```
CREATE FUNCTION bdsoutou.EffectifsHeure(pcomp VARCHAR(4),
                        pheuresVol DECIMAL(7,2)) RETURNS SMALLINT
BEGIN
 DECLARE resultat SMALLINT;
 IF (pcomp IS NULL) THEN
    SELECT COUNT(*) INTO resultat FROM Pilote WHERE nbHVol > pheuresVol;
 ELSE
    SELECT COUNT(*) INTO resultat FROM Pilote WHERE nbHVol > pheuresVol
                    AND comp = pcomp;
 END IF;
 RETURN resultat;
END;
```

Une procédure

La création de la procédure est réalisée à l'aide du script suivant (`PlusExperimente.sql`). Notez les deux derniers paramètres de sortie définis par la directive `OUT`, et le premier servant d'entrée ou de sortie avec la directive `INOUT`. On peut assimiler le passage d'un paramètre par référence à l'utilisation de la directive `INOUT`.

Web

```
CREATE PROCEDURE bdsoutou.PlusExperimente
 (INOUT pcomp VARCHAR(4), OUT pnomPil VARCHAR(20), OUT pheuresVol DECIMAL(7,2))
BEGIN
 DECLARE p1 SMALLINT;
 IF (pcomp IS NULL) THEN
   SELECT COUNT(*) INTO p1 FROM Pilote
          WHERE nbHVol=(SELECT MAX(nbHVol) FROM Pilote);
 ELSE
   SELECT COUNT(*) INTO p1 FROM Pilote
          WHERE nbHVol=(SELECT MAX(nbHVol) FROM Pilote WHERE comp=pcomp)
          AND comp = pcomp;
 END IF;
 IF (p1 = 0) THEN
   SELECT ('Aucun pilote n''est le plus expérimenté') AS resultat;
 ELSEIF p1 > 1 THEN
  SELECT('Plusieurs pilotes sont les plus expérimentés') AS resultat;
 ELSE
   IF (pcomp IS NULL) THEN
       SELECT nom, nbHVol, comp INTO pnomPil, pheuresVol, pcomp
         FROM Pilote WHERE nbHVol=(SELECT MAX(nbHVol) FROM Pilote);
   ELSE
       SELECT nom, nbHVol INTO pnomPil, pheuresVol FROM Pilote
            WHERE nbHVol=(SELECT MAX(nbHVol) FROM Pilote WHERE comp=pcomp)
            AND comp = pcomp;
   END IF;
 END IF;
END;
```

Fonction n'interagissant pas avec la base

La fonction `EcritureComplexe` renvoie une chaîne de caractères désignant l'écriture d'un nombre complexe sous la forme « *a* + *b*i » ou « *a* - *b*i » (`EcritureComplexe.sql`), en fonction du signe des deux paramètres *a* et *b* définissant la partie réelle et la partie imaginaire du complexe.

Web

```
CREATE FUNCTION bdsoutou.EcritureComplexe
               (reel DECIMAL(7,2), imaginaire DECIMAL(7,2))
                RETURNS VARCHAR(80)
BEGIN
 DECLARE result VARCHAR(80);
 IF (imaginaire < 0) THEN
   SET result := CONCAT('Complexe : ',reel,'-',-imaginaire,'i');
```

```
 ELSE
    SET result := CONCAT('Complexe : ',reel,'+',imaginaire,'i');
 END IF;
 RETURN result ;
END;
```

Compilation

Pour compiler ces sous-programmes à partir de l'interface de commande, il faut ajouter un délimiteur après chaque dernier `END` comme suit :

```
delimiter $
Sous programme ;
$
```

Si un message d'erreur apparaît, il indique la ligne concernée ; souvent l'erreur peut être située juste avant cette ligne. Le même résultat peut être obtenu par la commande `SHOW ERRORS`.

Une fois que le message « `Query OK, 0 rows affected (… sec)` » apparaît, le sous-programme est correctement compilé.

Appel d'un sous-programme

Le créateur d'un sous-programme peut exécuter ce dernier à la demande et sans aucune condition préalable. Pour exécuter un sous-programme à partir d'un autre accès, les conditions suivantes doivent être respectées :

- détenir le privilège `EXECUTE` sur la procédure en question ou sur la base qui contient le sous-programme, ou au niveau global ;
- mentionner le nom de la base (du schéma) contenant le sous-programme à l'exécution de ce dernier (exemple d'appel sous l'interface de commande de la procédure `AugmenteCapacite` de la base `bdjean`, pour l'avion d'immatriculation `'F-GLFS'` : « `CALL bdjean.AugmenteCapacite('F-GLFS');` »).

Décrivons l'appel d'un sous-programme sous l'interface de commande, dans un sous-programme MySQL et dans une instruction SQL. Le chapitre suivant détaillera un tel appel à partir d'un programme externe (Java ou PHP).

Sous l'interface de commande

En phase de tests, il est intéressant de pouvoir déclencher un sous-programme directement dans l'interface de commande. La commande `CALL` permet d'appeler une procédure. Une fonction est exécutée par son nom dans une instruction SQL.

Le tableau suivant décrit l'appel et le résultat des trois sous-programmes. La fonction est appelée ici dans un `SELECT` et dans un `INSERT` de deux manières différentes.

Tableau 7-1 Appels dans l'interface de commande

Web

Appel d'un sous-programme	Résultat
`delimiter ;` `SELECT bdsoutou.EffectifsHeure ('AF',300);`	`+----------------------------------+` `| bdsoutou.EffectifsHeure('AF',300) |` `+----------------------------------+` `|                                2 |` `+----------------------------------+`
`delimiter ;` `SET @vs_compa = 'AF';` `SET @vs_nompil = '';` `SET @vs_heures = '';` `CALL bdsoutou.PlusExperimente (@vs_compa, @vs_nompil, @vs_heures);`	`SELECT @vs_compa,@vs_nompil,@vs_heures;` `+-----------+----------------+------------+` `| @vs_compa | @vs_nompil     | @vs_heures |` `+-----------+----------------+------------+` `| AF        | Gilles Laborde | 2450.00    |` `+-----------+----------------+------------+`
`delimiter ;` `SELECT` `bdsoutou.EcritureComplexe(2,-5);`	`+--------------------------------+` `| bdsoutou.EcritureComplexe(2,-5) |` `+--------------------------------+` `| Complexe : 2-5i                |` `+--------------------------------+`
`CREATE TABLE test.Trace (col VARCHAR(80));` `INSERT INTO test.Trace SELECT bdsoutou.EcritureComplexe bdsoutou.EcritureComplexe (-2,-5);` `INSERT INTO test.Trace VALUES bdsoutou.EcritureComplexe(3,-7));`	`SELECT * FROM test.Trace;` `+------------------+` `| col              |` `+------------------+` `| Complexe : -2-5i |` `| Complexe : 3-7i  |` `+------------------+`

Dans un sous-programme

Invoquons les sous-programmes à présent à partir d'un autre sous-programme. Le même principe peut être adopté pour l'appel dans un déclencheur. La procédure s'appelle toujours par `CALL`, la fonction par son nom (ici elle est appelée dans l'affectation d'une variable).

Tableau 7-2 Appels dans un sous-programme

Web

Codage	Appels
`CREATE PROCEDURE test.sp1()` `BEGIN` ` DECLARE v_compa  VARCHAR(4)` `  DEFAULT 'AF';` ` DECLARE v_heures DECIMAL(7,2)` `  DEFAULT 300;` ` DECLARE v_nbpil  SMALLINT;` ` SET v_nbpil := bdsoutou.EffectifsHeure` `  (v_compa,v_heures);` ` SELECT v_nbpil;` `END;`	`CALL test.sp1()$` `+---------+` `| v_nbpil |` `+---------+` `|  2 |` `+---------+`
`SET @vs_compa  = NULL$` `SET @vs_nompil = ''$` `SET @vs_heures = ''$` `CREATE PROCEDURE test.sp2()` `BEGIN` ` CALL bdsoutou.PlusExperimente` `  (@vs_compa,@vs_nompil,@vs_heures);` `END;`	`CALL test.sp2()$` `+--------------------------------+` `| resultat  |` `+--------------------------------+` `| Plusieurs pilotes sont les plus` `  expérimentés  |` `+--------------------------------+` `-- Les variables de session sont` `-- toutes à NULL`
`SET @vs_resultat  = ''$` `CREATE PROCEDURE test.sp3()` `BEGIN` ` SET @vs_resultat :=` `  bdsoutou.EcritureComplexe(7,-2);` `END;`	`CALL test.sp3()$` `SELECT  @vs_resultat AS 'Résultat'$` `+-----------------+` `| Résultat  |` `+-----------------+` `| Complexe : 7-2i |` `+-----------------+`

Récursivité

La récursivité n'est pour l'instant pas permise dans MySQL au niveau des sous-programmes.

Comme dans tout programme récursif, il ne faudrait pas oublier la condition de terminaison ! L'exemple suivant décrit la programmation à l'aide d'une fonction récursive du calcul de la factorielle d'un entier positif. La compilation se déroule sans erreur, l'appel, lui, nous ramène à l'ordre.

Tableau 7-3 Récursivité

Code MYSQL	Commentaires
`delimiter $` `CREATE FUNCTION factorielle(n INT)` `  RETURNS INT` `BEGIN` `  IF n = 1 THEN` `  RETURN (1);`	Condition de terminaison.
`  ELSE` `  RETURN (n * factorielle(n - 1));`	
`  END IF;`	Appel récursif.
`END;` `$;`	
`SELECT factorielle(10) AS 'Factorielle de 10'$`	Appel de la fonction !
`ERROR 1424 (HY000): Recursive stored routines are not allowed.`	

Sous-programmes imbriqués

Il n'est pas possible de créer un sous-programme (*nested subprogram*) dans un autre sous-programme.

Cela n'est valable que pour les blocs d'instructions qui peuvent éventuellement en inclure d'autres (voir chapitre 6).

Le tableau suivant décrit la déclaration invalide du sous-programme `Mouchard` dans la procédure `imbriquee`. Ce sous-programme insérerait une ligne dans une table pour tracer l'appel de la procédure en fonction de l'utilisateur et du moment de l'exécution.

Tableau 7-4 Sous-programme imbriqué

Code MySQL	Commentaires
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.imbriquee` `  (INOUT p1 VARCHAR(2))`	Déclaration du sous-programme.
`BEGIN` `  CREATE PROCEDURE bdsoutou.Mouchard()`	Déclaration du sous-programme imbriqué.
`  BEGIN` `  INSERT INTO test.Trace VALUES` `  (CONCAT(USER(),' a lancé imbriquee` `  le ',SYSDATE()));` `  END;`	
`  SET p1 := 'OK';`	Début du sous-programme.
`  CALL bdsoutou.Mouchard();`	Appel du sous-programme imbriqué.
`END;` `$`	

La compilation renvoie un message d'erreur très clair :

```
ERROR 1303 (2F003): Can't create a PROCEDURE from within another
stored routine
```

La solution est de créer les deux procédures à part ou d'inclure un bloc BEGIN… END dans la procédure de plus haut niveau.

Modification d'un sous-programme

La modification d'un sous-programme s'exécute par la commande ALTER. Pour pouvoir changer un sous-programme, si vous n'êtes pas son créateur, vous devez détenir le privilège ALTER ROUTINE sur la base de données (ou au niveau global). Plusieurs caractéristiques peuvent être corrigées en une seule instruction (mais ni le code, ni les paramètres). La syntaxe générale est la suivante :

```
ALTER {PROCEDURE | FUNCTION} [nomBase.]nomSousProg
    [ { CONTAINS SQL | NO SQL | READS SQL DATA | MODIFIES SQL DATA }
      | SQL SECURITY { DEFINER | INVOKER }
      | COMMENT 'commentaire'
     ...]
```

L'instruction suivante commente le sous-programme Mouchard présent dans la base bdsoutou en indiquant qu'il interagit avec la base en écriture, et qu'il s'exécutera avec les privilèges de l'accès utilisateur qui l'a créé.

```
ALTER PROCEDURE bdsoutou.Mouchard
      MODIFIES SQL DATA
      SQL SECURITY DEFINER
      COMMENT 'Traces de qui lance quoi';
```

Destruction d'un sous-programme

Pour supprimer un sous-programme, si vous n'êtes pas son créateur, le privilège ALTER ROUTINE est requis sur la base de données (ou au niveau global). La syntaxe de suppression d'un sous-programme est la suivante :

```
DROP {PROCEDURE | FUNCTION} [IF EXISTS] [nomBase.]nomSousProg
```

- IF EXISTS évite un message de *warning* si le sous-programme n'existe pas.

Les instructions suivantes suppriment la procédure cataloguée Mouchard de la base bdsoutou.

```
delimiter ;
DROP PROCEDURE bdsoutou.Mouchard;
```

Restrictions

Les restrictions que nous mentionnons ici s'appliquent également aux déclencheurs (étudiés en fin de ce chapitre). Bien qu'il existe des restrictions qui s'appliquent seulement aux fonctions et aux déclencheurs, elles peuvent s'appliquer à une procédure si cette dernière est appelée dans le code de la fonction ou du déclencheur.

- Les instructions suivantes ne peuvent être présentes dans un sous-programme `CHECK TABLES`, `LOCK TABLES`, `UNLOCK TABLES`, `LOAD DATA`, `LOAD TABLE` et `OPTIMIZE TABLE`.
- Il n'est pas possible de programmer des instructions SQL en dynamique (`PREPARE`, `EXECUTE`, `DEALLOCATE PREPARE`) dans un déclencheur (possible dans une fonction ou une procédure).
- Il n'y a pas encore d'outil de débogage pour les sous-programmes.
- Les instructions `CALL` ne peuvent être préparées à l'avance (`CALL` *`variable`*).
- MySQL ne prend pas encore en charge la notion de paquetage (*package*) qui est un module regroupant plusieurs objets (variables, exceptions, curseurs, fonctions ou procédures) fournissant un ensemble de services (un peu comme une classe dans l'approche objet).

Curseurs

Les curseurs sont très utilisés, pour ne pas dire qu'ils sont omniprésents, dans toute application importante. Le concept, analogue au niveau de JDBC, est programmé à l'aide de la classe `Resultset`, et, sous ASP de Microsoft, à l'aide de la classe `RecordSet` (appelée `DataSet` avec .Net).

MySQL n'est compatible qu'avec des curseurs en lecture seulement, non navigables, non modifiables et non dynamiques.

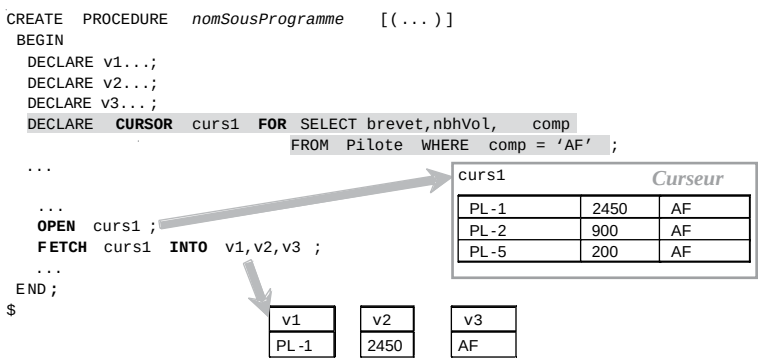
Généralités

Un curseur est une zone mémoire qui est générée côté serveur (mise en cache) et qui permet de traiter individuellement chaque ligne renvoyée par un `SELECT`. Un sous-programme peut travailler avec plusieurs curseurs en même temps. Un curseur, durant son existence (de l'ouverture à la fermeture), contient en permanence l'adresse de la ligne courante.

La figure suivante illustre la manipulation de base d'un curseur. Le curseur est décrit après les variables. Il est ouvert dans le code du programme ; il s'évalue alors et va se charger en extrayant les données de la base. Le programme peut parcourir tout le curseur en récupérant les lignes une par une dans une variable locale. Le curseur est ensuite fermé.

Les curseurs doivent être déclarés après les variables et avant les exceptions.

Figure 7-3 *Principes d'un curseur*



Il n'existe pour l'instant qu'une seule manière de parcourir un curseur : du premier au dernier enregistrement.

Instructions

Les instructions disponibles pour travailler avec des curseurs sont définies dans le tableau suivant :

Tableau 7-5 Instructions pour les curseurs

Instructions	Commentaires et exemples
CURSOR FOR *requête*;	Déclaration du curseur. `DECLARE curs1 CURSOR FOR` `SELECT brevet,nbHVol,comp` `FROM bdsoutou.Pilote WHERE comp = 'AF';`
OPEN *nomCurseur*;	Ouverture du curseur (chargement des lignes). Aucune exception n'est levée si la requête ne ramène aucune ligne. `OPEN curs1;`
FETCH *nomCurseur* **INTO** *listeVariables*;	Positionnement sur la ligne suivante et chargement de l'enregistrement courant dans une ou plusieurs variables. `FETCH curs1 INTO var1,var2,var3;`
CLOSE *nomCurseur*;	Ferme le curseur. L'exception « `ERROR 1326 (24000): Cursor is not open` » se déclenche si des accès au curseur sont opérés après sa fermeture. `CLOSE curs1;`

Parcours d'un curseur

Vous pouvez choisir d'utiliser une structure répétitive *tant que* ou *répéter*. Le tableau suivant présente le parcours d'un curseur à l'aide de ces deux techniques. Ici, il s'agit de faire la somme des heures de vol des pilotes de la compagnie de code 'AF'.

Notez l'utilisation obligatoire d'une exception (*handler* dans le vocable de MySQL) qui force le programme à continuer si on arrive en fin du curseur (au-delà du dernier enregistrement), tout en positionnant la variable `curs1` à *vrai* (1). Je dis « obligatoire », car MySQL ne propose pas, pour l'heure, de fonctions sur les curseurs (`FOUND`, `NOT_FOUND`, `IS_CLOSED`, etc.). Nous étudierons plus en détail les exceptions dans la prochaine section.

Tableau 7-6 Parcours d'un curseur

Web

Tant que

```
DECLARE fincurs1 BOOLEAN DEFAULT 0;
DECLARE v_nbHv   DECIMAL(7,2);
DECLARE v_tot    DECIMAL(8,2) DEFAULT 0;

DECLARE curs1 CURSOR FOR
        SELECT nbHVol FROM bdsoutou.Pilote WHERE comp = 'AF';
DECLARE CONTINUE HANDLER FOR NOT FOUND SET fincurs1 := 1;
OPEN curs1;

REPEAT
  FETCH curs1 INTO v_nbHv;
  IF NOT fincurs1 THEN
     SET v_tot := v_tot+v_nbHv;
  END IF;
  UNTIL fincurs1
END REPEAT;

CLOSE curs1;
SELECT v_tot AS 'Total heures pour les pilotes de ''AF''';
```

Répéter

```
DECLARE fincurs1 BOOLEAN DEFAULT 0;
DECLARE v_nbHv   DECIMAL(7,2);
DECLARE v_tot    DECIMAL(8,2) DEFAULT 0;

DECLARE curs1 CURSOR FOR
        SELECT nbHVol FROM bdsoutou.Pilote WHERE comp = 'AF';
DECLARE CONTINUE HANDLER FOR NOT FOUND SET fincurs1 := 1;
OPEN curs1;

FETCH curs1 INTO v_nbHv;
WHILE (NOT fincurs1) DO
      SET v_tot := v_tot+v_nbHv;
      FETCH curs1 INTO v_nbHv;
END WHILE;

CLOSE curs1;
SELECT v_tot AS 'Total heures pour les pilotes de ''AF''';
```

Personnellement, je préfère la programmation avec un *tant que*. L'appel de cette procédure (avec l'une ou l'autre des techniques) sur la table de la figure 7-2 produira le résultat suivant :

```
+---------------------------------------+
| Total heures pour les pilotes de 'AF' |
+---------------------------------------+
|                               3550.00 |
+---------------------------------------+
```

Accès concurrents (FOR UPDATE)

Si vous voulez verrouiller les lignes d'une table interrogée par un curseur dans le but de mettre à jour la table, sans qu'un autre utilisateur ne la modifie en même temps, il faut utiliser la clause FOR UPDATE. Elle s'emploie lors de la déclaration du curseur et verrouille les lignes concernées dès l'ouverture du curseur. Les verrous sont libérés à la fin de la transaction.

Il est souvent intéressant de pouvoir modifier facilement la ligne courante d'un curseur (UPDATE ou DELETE) à répercuter au niveau de la table. Il est conseillé d'utiliser un curseur FOR UPDATE pour verrouiller les lignes à actualiser.

Le tableau suivant décrit un bloc qui se sert du curseur FOR UPDATE pour :

- augmenter le nombre d'heures de 100 pour les pilotes de la compagnie de code 'AF' ;
- diminuer ce nombre de 100 pour les pilotes de la compagnie de code 'SING' ;
- supprimer les pilotes des autres compagnies.

Tableau 7-7 Curseur avec verrouillage explicite

Web

Code MySQL	Commentaires
`BEGIN` `  DECLARE fincurs BOOLEAN DEFAULT 0;` `  DECLARE v_brevet VARCHAR(6);` `  DECLARE v_nbHv  DECIMAL(7,2);` `  DECLARE v_comp  VARCHAR(4);` `  DECLARE curs **CURSOR FOR**` `  SELECT brevet,nbHVol,comp` `  FROM bdsoutou.Pilote **FOR UPDATE**;`	Déclaration du curseur avec verrou.
`  DECLARE CONTINUE HANDLER FOR NOT FOUND` `  SET fincurs := 1;` `SET AUTOCOMMIT = 0;` `OPEN curs;` `FETCH curs INTO v_brevet,v_nbHv,v_comp;` `WHILE (NOT fincurs) DO`	Chargement et parcours du curseur.
`  IF (v_comp='AF') THEN` `  UPDATE bdsoutou.Pilote` `  SET nbHVol = nbHVol + 100` `  WHERE brevet = v_brevet;`	Mise à jour de la table Pilote par l'intermédiaire du curseur.
`  ELSEIF (v_comp='SING') THEN` `  UPDATE bdsoutou.Pilote` `  SET nbHVol = nbHVol - 100` `  WHERE brevet = v_brevet;` `  ELSE` `  DELETE FROM bdsoutou.Pilote` `  WHERE brevet = v_brevet;` `  END IF;` `  FETCH curs INTO v_brevet,v_nbHv,v_comp;` `END WHILE;` `CLOSE curs;` `COMMIT;`	Validation de la transaction.

Restrictions

- Une validation (`COMMIT`) avant la fermeture d'un curseur `FOR UPDATE` aura des effets de bord fâcheux.
- Il n'est pas possible de déclarer un curseur `FOR UPDATE` en utilisant dans la requête les directives `DISTINCT` ou `GROUP BY`, un opérateur ensembliste, ou une fonction d'agrégat.
- Il n'existe pas encore de directive `WHERE CURRENT OF` pour modifier l'enregistrement courant d'un curseur avec verrou.
- Un curseur, comme un tableau, ne peut pas être passé en paramètre d'un sous-programme ni en entrée (`IN`), ni en sortie (`OUT`).

Exceptions

Afin d'éviter qu'un programme ne s'arrête dès la première erreur suite à une instruction SQL (`SELECT` ne retournant aucune ligne, `INSERT` ou `UPDATE` d'une valeur incorrecte, `DELETE` d'un enregistrement « père » ayant des enregistrements « fils » associés, etc.), il est indispensable de prévoir les cas potentiels d'erreurs et d'associer à chacun de ces cas la programmation d'une exception (*handler* dans le vocabulaire de MySQL).

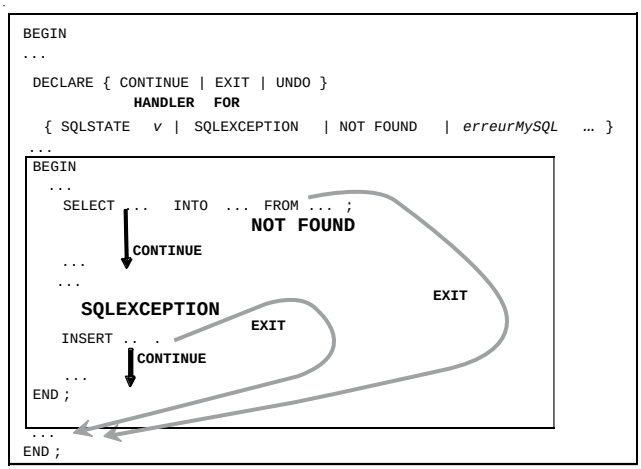
Dans le langage des informaticiens, on dit qu'on *garde la main* pendant l'exécution du programme. Le mécanisme des exceptions (*handling errors*) est largement utilisé par tous les développeurs, car il est prépondérant dans la mise en œuvre des transactions. Les exceptions peuvent se paramétrer dans un sous-programme (fonction ou procédure cataloguée) ou un déclencheur.

Généralités

Une exception MySQL correspond à une condition d'erreur et peut être associée à un identificateur (exception nommée). Une exception est détectée (aussi dite « levée ») si elle est prévue dans un *handler* au cours de l'exécution d'un bloc (entre `BEGIN` et `END`). Une fois levée, elle fait continuer (ou sortir du bloc) le programme après avoir réalisé une ou plusieurs instructions que le programmeur aura explicitement spécifiées.

La figure suivante illustre les deux mécanismes qui peuvent être mis en œuvre pour gérer une exception (seuls `CONTINUE` et `EXIT` sont actuellement pris en charge par MySQL). Supposons que l'extraction ne ramène aucune ligne, on peut programmer la sortie du bloc courant ou continuer dans le bloc. Supposons que l'insertion déclenche une erreur, on peut également décider de sortir ou de poursuivre le traitement.

Figure 7-4 *Principe général des exceptions*



Si aucune erreur ne se produit, le traitement se termine ou retourne à son appelant, s'il s'agit d'un sous-programme lancé d'un programme principal. La syntaxe générale d'une exception est la suivante. Les exceptions doivent être déclarées de préférence après les variables et avant les curseurs.

```
DECLARE { CONTINUE | EXIT | UNDO }
        HANDLER FOR
    { SQLSTATE [VALUE] 'valeur_sqlstate' | nomException | SQLWARNING
      | NOT FOUND | SQLEXCEPTION | code_erreur_mysql }
   instructions MySQL;
   [, { SQLSTATE...} ...]
```

- La directive `CONTINUE` (appelée *handler*) force à poursuivre l'exécution de programme lorsqu'il se passe un événement prévu dans la clause `FOR`.
- Le *handler* `EXIT` fait sortir l'exécution du bloc courant (entre `BEGIN` et `END`).

Le *handler* `UNDO` n'est pas encore reconnu. À son nom, on se doute de son utilité, à savoir défaire les instructions SQL qui auront été exécutées (sans avoir été validées par un `COMMIT`) avant que l'exception ne se déclenche.

- `SQLSTATE` permet de couvrir toutes les erreurs d'un état donné.
- *`nomException`* s'applique à la gestion des exceptions nommées (étudiées plus loin).
- `SQLWARNING` permet de couvrir toutes les erreurs d'état `SQLSTATE` débutant par 01.
- `NOT FOUND` permet de couvrir toutes les erreurs d'état `SQLSTATE` débutant par 02.

- SQLEXCEPTION gère toutes les erreurs qui ne sont ni gérées par SQLWARNING ni par NOT FOUND.
- *instructions MySQL* : une ou plusieurs instructions du langage de MySQL (bloc, appel possibles par CALL d'une fonction ou d'une procédure cataloguée).

Il est possible de grouper plusieurs déclarations d'exceptions, ainsi que de prévoir plusieurs conditions pour une même exception. En plus de pouvoir tester des erreurs pour tel ou tel état (SQLSTATE), nous verrons que l'on peut récupérer une erreur de code donné (paramètre code_erreur_mysql). Par exemple, ERROR 1046 désigne la non sélection d'une base de données (1046 devra être écrit en lieu et place de code_erreur_mysql).

Restrictions

Il n'est pas encore possible de dérouter volontairement l'exécution d'un sous-programme avec certaines conditions, par l'intermédiaire d'une instruction spécifique comme RAISE ou RESIGNAL. L'exception serait ainsi manuellement déclenchée et pourrait être définie par le programmeur (par exemple, la condition PILOTE_TROP_JEUNE si l'âge d'un pilote est inférieur à 20 ans).

Il n'est pas non plus permis de déclarer ses propres exceptions (par exemple, pour pouvoir dérouter le sous-programme si l'âge d'un pilote est inférieur à une valeur donnée).

Étudions à présent les différents types d'exceptions en programmant des procédures simples interrogeant la table Pilote illustrée à la figure 7-2.

Exceptions avec EXIT

Examinons la clause EXIT de l'instruction DECLARE HANDLER à travers un exemple.

Gestion de NOT FOUND

Le tableau suivant décrit une procédure qui gère une erreur : aucun pilote n'est associé à la compagnie de code passé en paramètre (NOT FOUND). La procédure ne se termine pas correctement si plusieurs lignes sont retournées (erreur Result consisted of more than one row).

Tableau 7-8 Exception NOT FOUND traitée avec EXIT

Web

Code MySQL	Commentaires
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.procException1` `(IN p_comp VARCHAR(4))` `BEGIN` `DECLARE flagNOTFOUND BOOLEAN DEFAULT 0;` `DECLARE var1 VARCHAR(20);`	Déclaration de la procédure et des variables.
`BEGIN` `DECLARE EXIT HANDLER FOR NOT FOUND` `SET flagNOTFOUND :=1;`	Bloc qui déclare l'exception.
`SELECT nom INTO var1 FROM bdsoutou.Pilote` `WHERE comp=p_comp;`	Requête pouvant déclencher l'exception prévue.
`SELECT CONCAT('Le seul pilote de la compagnie ',` `p_comp,' est ',var1)` `AS 'Resultat procException1';`	Affichage du résultat.
`END;`	Fin du bloc.
`IF flagNOTFOUND THEN` `SELECT CONCAT('Il n''y a pas de pilote pour la` `compagnie ',p_comp)` `AS 'Resultat procException1';`	Gestion de l'erreur.
`END IF;` `END;`	Fin de la procédure.

La trace d'une exécution correcte de cette procédure (si la requête retourne une seule ligne, la procédure ne passe pas dans le *si*) est la suivante :

```
CALL bdsoutou.procException1('CAST')$
+-----------------------------------------------------+
| Resultat procException1                             |
+-----------------------------------------------------+
| Le seul pilote de la compagnie CAST est Sonia Dietrich |
+-----------------------------------------------------+
```

Une autre exécution correcte de cette procédure (qui se déroute hors du bloc du fait de `NOT FOUND`) est la suivante :

```
CALL bdsoutou.procException1('RIEN')$
+-----------------------------------------------+
| Resultat procException1                       |
+-----------------------------------------------+
| Il n'y a pas de pilote pour la compagnie RIEN |
+-----------------------------------------------+
```

Gestion d'une erreur particulière

Le tableau suivant décrit une amélioration de la précédente procédure par le fait de gérer l'erreur particulière permettant de savoir si la requête renvoie plusieurs lignes (`ERROR 1172 (42000): Result consisted of more than one row`). La procédure se termine maintenant correctement si la requête retourne une seule ligne ou plusieurs (message personnalisé en sortie de bloc).

Tableau 7-9 Exceptions 1172 et `NOT FOUND` traitées avec `EXIT`

Web

Code MySQL	Commentaires
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.procException1` `(IN p_comp VARCHAR(4))` `BEGIN` `DECLARE flagPlusDun BOOLEAN DEFAULT 0;` `DECLARE flagNOTFOUND BOOLEAN DEFAULT 0;` `DECLARE var1 VARCHAR(20);`	Déclaration de la procédure et des variables.
`BEGIN` `DECLARE EXIT HANDLER FOR 1172` `SET flagPlusDun :=1;` `DECLARE EXIT HANDLER FOR NOT FOUND` `SET flagNOTFOUND :=1;`	Bloc qui déclare les deux exceptions.
`SELECT nom INTO var1 FROM bdsoutou.Pilote` `WHERE comp=p_comp;`	Requête pouvant déclencher l'exception prévue.
`SELECT CONCAT('Le seul pilote de la compagnie ',` `p_comp,' est ',var1)` `AS 'Resultat procException1';`	Affichage du résultat.
`END;`	Fin du bloc.
`IF flagNOTFOUND THEN` `SELECT CONCAT('Il n''y a pas de pilote pour la` `compagnie ',p_comp)` `AS 'Resultat procException1';` `END IF;` `IF flagPlusDun THEN` `SELECT CONCAT('Il y a plusieurs pilotes pour la` `compagnie ',p_comp)` `AS 'Resultat procException1';` `END IF;`	Gestion des erreurs.
`END;`	Fin de la procédure.

La trace d'une exécution correcte de cette procédure (qui se déroute hors du bloc du fait de plusieurs lignes retournées) est la suivante :

```
CALL bdsoutou.procException1('AF')$
+-----------------------------------------------+
| Resultat procException1                       |
+-----------------------------------------------+
| Il y a plusieurs pilotes pour la compagnie AF |
+-----------------------------------------------+
```

Appel d'une procédure dans l'exception

Le tableau suivant décrit l'appel d'une procédure dans le cas de l'erreur `NOT FOUND`. La procédure principale exécute le sous–programme, puis sort du bloc principal et se termine correctement.

Tableau 7-10 Exception `NOT FOUND` traitée avec `EXIT` et `CALL`

Web

Code MySQL	Commentaires
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.pasTrouve` `(IN p_comp VARCHAR(4))` `BEGIN` `SELECT CONCAT('Il n''y a pas de pilote pour` `la compagnie ',p_comp)` `AS 'Resultat procpasTrouve';` `END;`	Codage du sous-programme appelé lors de l'exception.
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.procException1` `(IN p_comp VARCHAR(4))` `BEGIN` `DECLARE var1 VARCHAR(20);` `DECLARE EXIT HANDLER FOR NOT FOUND` `CALL bdsoutou.pasTrouve(p_comp);`	Procédure qui déclare l'exception.
`SELECT nom INTO var1 FROM bdsoutou.Pilote` `WHERE comp = p_comp;`	Requête pouvant déclencher l'exception prévue. Affichage du résultat.
`SELECT CONCAT('Le seul pilote de la compagnie` `',p_comp,' est ',var1)` `AS 'Resultat procException1';`	
`END;`	Fin de la procédure principale.

La trace d'une exécution correcte de cette procédure (qui se déroute vers le sous-programme appelé du fait de `NOT FOUND`) est la suivante :

```
+-----------------------------------------------+
| Resultat procpasTrouve                        |
+-----------------------------------------------+
| Il n'y a pas de pilote pour la compagnie RIEN |
+-----------------------------------------------+
```

Il est aisé de transposer ce raisonnement à plusieurs exceptions appelant différents sous-programmes.

Exceptions avec CONTINUE

Étudions à présent la clause CONTINUE de l'instruction DECLARE HANDLER.

Gestion de NOT FOUND

Le tableau suivant décrit la même procédure gérant l'erreur NOT FOUND. La procédure se termine correctement si la requête retourne une seule ligne, mais pas lorsqu'elle en renvoie plusieurs (erreur Result consisted of more than one row).

Tableau 7-11 Exception NOT FOUND traitée avec CONTINUE

Web

Code MySQL	Commentaires
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.procException1` `(IN p_comp VARCHAR(4))`	Déclaration de la procédure et des variables.
`BEGIN` `DECLARE flagNOTFOUND BOOLEAN DEFAULT 0;` `DECLARE var1 VARCHAR(20);`	
`DECLARE CONTINUE HANDLER FOR NOT FOUND` `SET flagNOTFOUND :=1;`	Bloc qui déclare l'exception.
`SELECT nom INTO var1 FROM bdsoutou.Pilote` `WHERE comp=p_comp;`	Requête pouvant déclencher l'exception prévue.
`IF flagNOTFOUND THEN` `SELECT CONCAT('Il n''y a pas de pilote pour la` `compagnie ',p_comp)` `AS 'Resultat procException1';`	Test de gestion de l'erreur.
`ELSE` `SELECT CONCAT('Le seul pilote de la compagnie ',` `p_comp,' est ',var1)` `AS 'Resultat procException1';`	Affichage du résultat.
`END IF;` `END;`	Fin de la procédure.

Gestion d'une erreur particulière

Le tableau suivant décrit la même procédure qui gère en plus l'erreur Result consisted of more than one row. La procédure se termine correctement si la requête retourne une seule ou plusieurs lignes.

Tableau 7-12 Exceptions 1172 et NOT FOUND traitées avec CONTINUE

Web

Code MySQL	Commentaires
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.procException1` `(IN p_comp VARCHAR(4))` `BEGIN` `DECLARE flagNOTFOUND BOOLEAN DEFAULT 0;` `DECLARE flagPlusDun BOOLEAN DEFAULT 0;` `DECLARE var1 VARCHAR(20);`	Déclaration de la procédure et des variables.
`DECLARE CONTINUE HANDLER FOR 1172` `SET flagPlusDun :=1;` `DECLARE CONTINUE HANDLER FOR NOT FOUND` `SET flagNOTFOUND :=1;`	Bloc qui déclare les deux exceptions.
`SELECT nom INTO var1 FROM bdsoutou.Pilote` `WHERE comp=p_comp;`	Requête pouvant déclencher l'exception prévue.
`IF flagNOTFOUND THEN` `SELECT CONCAT('Il n''y a pas de pilote pour la compagnie ',p_comp) AS 'Resultat procException1';` `ELSEIF flagPlusDun THEN` `SELECT CONCAT('Il y a plusieurs pilotes pour la compagnie ',p_comp) AS 'Resultat procException1';` `ELSE` `SELECT CONCAT('Le seul pilote de la compagnie ',p_comp,' est ',var1) AS 'Resultat procException1';` `END IF;`	Test de gestion des erreurs. Affichage du résultat.
`END;`	Fin de la procédure.

Gestion des autres erreurs (SQLEXCEPTION)

Si une erreur non prévue en tant qu'exception (dans les clauses DECLARE HANDLER) se produisait, le programme se terminerait anormalement en renvoyant l'erreur en question. La directive SQLEXCEPTION couvre toutes les erreurs qui ne sont administrées ni par SQLWARNING ni par NOT FOUND.

Dans notre exemple (sélection d'une colonne d'une table), seule une erreur « interne » pourrait éventuellement se produire (base de données ou table inexistante, colonne de la table inexistante ou d'un type différent de VARCHAR(4) ou autre erreur système).

MySQL ne permet pas, pour l'instant, de récupérer dynamiquement, au sein d'un sous-programme, le code et le message de l'erreur associée à une exception levée suite à une instruction SQL, et qui n'a pas été prévue dans un *handler*.

En d'autres termes, il faudra soit :

- interrompre brusquement votre procédure avec différents cas d'erreurs, pour lister les codes erreur générés en sortie ;
- vous contenter de gérer globalement les autres exceptions, tout en ne sachant pas de quelles erreurs il s'agit.

Le tableau suivant décrit la précédente procédure qui contrôle en plus toutes les autres erreurs non prévues, en appelant le sous-programme `autreErreur()`.

Tableau 7-13 Exceptions toutes traitées avec `EXIT` et `SQLEXCEPTION`

Web

Code MySQL	Commentaires
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.tropdeLignes` `(IN p_comp VARCHAR(4))` `BEGIN` `SELECT CONCAT('Il y a plusieurs pilotes pour` `la compagnie ',p_comp)` `AS 'Resultat tropdeLignes';` `END;`	Codage des sous-programmes appelés lors des exceptions.
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.pasTrouve` `(IN p_comp VARCHAR(4))` `BEGIN` `SELECT CONCAT('Il n''y a pas de pilote pour` `la compagnie ',p_comp)` `AS 'Resultat pasTrouve';` `END;`	
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.autreErreur()` `BEGIN` `SELECT 'Erreur mais laquelle?'` `AS 'Resultat autreErreur';` `END;`	*3 cas*
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.procException1` `(IN p_comp VARCHAR(4))` `BEGIN` `DECLARE var1 VARCHAR(20);` `DECLARE EXIT HANDLER FOR 1172` `CALL bdsoutou.tropdeLignes(p_comp);` `DECLARE EXIT HANDLER FOR NOT FOUND` `CALL bdsoutou.pasTrouve(p_comp);` `DECLARE EXIT HANDLER FOR **SQLEXCEPTION**` `**CALL** bdsoutou.autreErreur();` `SELECT nom INTO var1 FROM bdsoutou.Pilote` `WHERE comp = p_comp;` `SELECT CONCAT('Le seul pilote de la compagnie',` `p_comp,' est ',var1)` `AS 'Resultat procException1';`	Procédure principale qui déclare les deux exceptions et toutes les autres. Requête pouvant déclencher l'exception prévue. Affichage du résultat.
`END;`	Fin de la procédure.

La trace d'une exécution de cette procédure (quelle que soit la valeur du paramètre passé en entrée), suite à la suppression de la table `Pilote` dans la base `bdsoutou`, est la suivante :

```
CALL bdsoutou.procException1('AF')$
+-----------------------+
| Resultat autreErreur  |
+-----------------------+
| Erreur mais laquelle? |
+-----------------------+
```

Même erreur sur différentes instructions

Plusieurs cas de figure sont possibles suivant qu'on désire maîtriser une exception ou terminer toutes les exceptions avant la fin du sous-programme.

Gestion d'une seule exception

Le tableau suivant décrit une procédure qui gère deux fois l'erreur non trouvée (`NOT FOUND`) sur deux requêtes distinctes. La première requête extrait le nom du pilote de code passé en paramètre. La deuxième donne le nom du pilote ayant un nombre d'heures de vol égal à celui passé en paramètre. Le sous-programme se termine correctement si les deux requêtes ne retournent qu'un seul enregistrement. Les autres erreurs potentielles ne sont pas prises en compte.

Le principe est d'utiliser une variable indiquant quelle est la requête qui a fait sortir du bloc par l'exception levée.

Exécutons cette procédure avec différents paramètres, on obtient :

```
CALL bdsoutou.procException2('PL-1', 1000)$
+-----------------------------------------------------+
| CONCAT('Le pilote de  code ',p_brevet,' est ',v_nom) |
+-----------------------------------------------------+
| Le pilote de  code PL-1 est Gilles Laborde          |
+-----------------------------------------------------+
+------------------------------------------------------------------+
| CONCAT('Le pilote ayant ',p_heures,' heures de vol est ',v_nom) |
+------------------------------------------------------------------+
| Le pilote ayant 1000 heures de vol est Florence Périssel        |
+------------------------------------------------------------------+
CALL bdsoutou.procException2('PL-0', 2450)$
+-----------------------------------------------+
| CONCAT('Pas de pilote de brevet : ',p_brevet) |
+-----------------------------------------------+
| Pas de pilote de brevet : PL-0                |
+-----------------------------------------------+
```

Tableau 7-14 Une exception NOT FOUND traitée pour deux instructions

Web

Code MySQL	Commentaires
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.procException2` `(IN p_brevet VARCHAR(6),IN p_heures DECIMAL(7,2))` `BEGIN` `DECLARE v_nom VARCHAR(20);` `DECLARE flagNOTFOUND BOOLEAN DEFAULT 0;` `DECLARE v_requete TINYINT;`	
`BEGIN` `DECLARE EXIT HANDLER FOR NOT FOUND SET flagNOTFOUND :=1;` `SET v_requete := 1;` `SELECT nom INTO v_nom FROM bdsoutou.Pilote` `WHERE brevet = p_brevet;` `SELECT CONCAT('Le pilote de code ',p_brevet,` `' est ',v_nom);` `SET v_requete := 2;` `SELECT nom INTO v_nom FROM bdsoutou.Pilote` `WHERE nbHVol = p_heures;` `SELECT CONCAT('Le pilote ayant ',p_heures,` `' heures de vol est ',v_nom);` `END;`	Bloc avec les requêtes déclenchant potentiellement une exception prévue.
`IF flagNOTFOUND THEN` `IF v_requete = 1 THEN` `SELECT CONCAT('Pas de pilote de brevet : ',p_brevet);` `ELSEIF v_requete = 2 THEN` `SELECT CONCAT('Pas de pilote ayant ce nombre` `d''heures de vol : ',p_heures);` `END IF;` `END IF;` `END;`	Traitement pour savoir quelle requête a provoqué l'exception.

Dans cette procédure, une erreur sur la première requête interrompt le programme (après avoir traité l'exception), et de ce fait la deuxième requête n'est pas évaluée. Pour cela, il est intéressant d'utiliser des blocs imbriqués pour poursuivre le traitement après avoir traité une ou plusieurs exceptions.

Gestion de plusieurs exceptions

Le tableau suivant décrit une procédure qui traite toutes les mêmes exceptions en séquence. Ce mécanisme permet de continuer l'exécution après que MySQL a levé une exception. Dans cette procédure, les deux requêtes sont évaluées indépendamment du résultat retourné par chacune d'elles.

Tableau 7-15 Exceptions NOT FOUND toutes traitées

Web

Code MySQL	Commentaires
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.procException3` `(IN p_brevet VARCHAR(6),IN p_heures DECIMAL(7,2))` `BEGIN` `DECLARE v_nom VARCHAR(20);` `DECLARE flagNOTFOUND BOOLEAN DEFAULT 0;` `DECLARE CONTINUE HANDLER FOR NOT FOUND` `SET flagNOTFOUND := 1;` `SELECT nom INTO v_nom FROM bdsoutou.Pilote` `WHERE brevet = p_brevet;` `IF flagNOTFOUND THEN` `SELECT CONCAT('Pas de pilote de brevet : ',p_brevet);` `SET flagNOTFOUND := 0;` `ELSE` `SELECT CONCAT('Le pilote de code ',p_brevet,` `' est ',v_nom);` `END IF;` `SELECT nm INTO v_nom FROM bdsoutou.Pilote` `WHERE nbHVol = p_heures;` `IF flagNOTFOUND THEN` `SELECT CONCAT('Pas de pilote ayant ce nombre d'` `'heures de vol : ',p_heures);` `ELSE` `SELECT CONCAT('Le pilote ayant ',p_heures,` `' heures de vol est ',v_nom);` `END IF;` `END;`	Gestion de l'exception de la première requête. Gestion de l'exception de la deuxième requête.

L'exécution suivante de cette procédure déclenche les deux exceptions (ce qui n'était pas le cas dans la procédure précédente).

```
CALL bdsoutou.procException3('PL-0', 500)$
+-----------------------------------------------+
| CONCAT('Pas de pilote de brevet : ',p_brevet) |
+-----------------------------------------------+
| Pas de pilote de brevet : PL-0                |
+-----------------------------------------------+
+-------------------------------------------------------------------+
| CONCAT('Pas de pilote ayant ce nombre d''heures de vol : ',p_heures)  |
+-------------------------------------------------------------------+
| Pas de pilote ayant ce nombre d'heures de vol : 500             |
+-------------------------------------------------------------------+
```

Il resterait à programmer l'exception `ERROR 1172 (Result consisted of more than one row)` pour gérer, au niveau de la seconde requête, l'extraction de plusieurs pilotes

ayant un même nombre d'heures de vol. Deux solutions s'offrent à vous : dans un sous-bloc avec `EXIT` ou dans le même bloc avec un `CONTINUE`, et une variable pour tester l'éventuelle redirection.

Afin de déclarer d'autres exceptions, il faut consulter la liste des erreurs dans la documentation officielle (*Appendix B. Error Codes and Messages*) de manière à connaître le numéro d'erreur MySQL (paramètre `code_erreur_mysql` dans la syntaxe `DECLARE HANDLER`).

Vous pouvez aussi écrire un bloc qui programme volontairement l'erreur pour voir, sous l'interface de commande, le numéro que MySQL renvoie.

Exceptions nommées

Pour intercepter une erreur MySQL et lui attribuer au passage un identificateur, il faut utiliser la clause `DECLARE CONDITION`. La syntaxe est la suivante :

Déclaration

```
DECLARE nomException CONDITION FOR
        {SQLSTATE [VALUE] 'valeur_sqlstate' | code_erreur_mysql}
```

Il est ainsi possible de regrouper plusieurs types d'erreurs (avec `SQLSTATE` ou cibler une erreur en particulier en indiquant le code erreur de MySQL). Une fois l'exception nommée, il est possible de l'utiliser dans la déclaration de l'événement associé via la directive `DECLARE HANDLER`.

Déclenchement

Considérons les deux tables suivantes. La colonne `comp` de la table `Pilote` est une clé étrangère vers la table `Compagnie`. Programmons une procédure qui supprime une compagnie de code passé en paramètre.

Figure 7-5 *Deux tables*

`Compagnie`

comp	ville	nomComp
AF	Paris	Air France
SING	Singapour	Singapore AL
CAST	Blagnac	Castanet AL
EJET	**Dublin**	**Easy Jet**

à détruire

`Pilote`

brevet	nom	nbHVol	*comp*
PL-1	Gilles Laborde	2450	AF
PL-2	Frédéric D'Almeyda	900	AF
PL-3	Florence Périssel	1000	SING
PL-4	Thierry Millan	2450	CAST
PL-5	Christine Royo	200	AF
PL-6	Aurélia Ente	2450	SING

Le tableau suivant décrit la procédure `procExceptionNommee` qui intercepte une erreur référentielle (`SQLSTATE` à 23 000). Il s'agit de contrôler le programme si la compagnie à détruire est encore rattachée à un enregistrement référencé dans la table `Pilote`.

Tableau 7-16 Programmation d'une exception nommée

Web

Code MySQL	Commentaires
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.procExceptionNommee` `(IN p_comp VARCHAR(4))` `BEGIN` `DECLARE flagerr BOOLEAN DEFAULT 0;` `BEGIN` `DECLARE erreur_ilResteUnPilote CONDITION` `FOR SQLSTATE '23000';`	Déclaration de l'exception nommée.
`DECLARE EXIT HANDLER` `FOR erreur_ilResteUnPilote SET flagerr :=1;` `SET AUTOCOMMIT=0;` `DELETE FROM Compagnie WHERE comp = p_comp;` `SELECT CONCAT('Compagnie ',p_comp, ' détruite')` `AS 'Resultat procExceptionNommee';`	Corps du traitement (validation).
`END;` `IF flagerr THEN` `ROLLBACK;` `SELECT CONCAT('Désolé, il reste encore un pilote à` `la compagnie ',p_comp)` `AS 'Resultat procExceptionNommee';`	Gestion de l'exception.
`ELSE` `COMMIT;` `END IF;` `END;`	

Les traces de l'exécution de cette procédure sont les suivantes. Notez que si on appelle cette procédure en passant en paramètre une compagnie inexistante, le sous-programme se termine normalement sans passer dans la section d'erreur.

```
CALL bdsoutou.procExceptionNommee('AF')$
+-----------------------------------------------------+
| Resultat procExceptionNommee                        |
+-----------------------------------------------------+
| Désolé, il reste encore un pilote à la compagnie AF |
+-----------------------------------------------------+
CALL bdsoutou.procExceptionNommee('EJET')$
+-----------------------------+
| Resultat procExceptionNommee |
+-----------------------------+
| Compagnie EJET détruite      |
+-----------------------------+
```

Déclencheurs

Concernant MySQL, les déclencheurs n'existent que depuis la version 5. Comme nous le verrons, ils sont limitatifs en termes de fonctionnalités et relativement instables (P. Gulutzan citait, en parlant de la version bêta dans son livre blanc toujours présent (au moment de l'impression de ce livre) en page d'accueil du site de MySQL, *MySQL 5.0 Triggers* : « *Triggers are very new. There are bugs. … Do not try triggers with a database that has important data in it…* »).

Bien que beaucoup d'améliorations aient été apportées, les déclencheurs qui modifient les tables ne sont pas encore à mon sens tout à fait fiables. Prudence donc avec vos données. Toutes les limitations que nous allons détailler seront sans doute résolues au fur et à mesure des prochaines versions majeures du serveur. Songez qu'avant la version 5.0.10, les déclencheurs ne pouvaient même pas accéder à la base !

Généralités

D'un point de vue général et sans parler de MySQL, la plupart des déclencheurs (*triggers*) peuvent être vus comme des sous-programmes résidents associés à un événement particulier (insertion, modification d'une ou de plusieurs colonnes, suppression) sur une table (ou une vue). Une table (ou vue) peut « héberger » plusieurs déclencheurs ou aucun. Pour certains SGBD, il existe d'autres types de déclencheurs que ceux associés à une table (ou vue) afin de répondre à des événements qui ne concernent pas les données (exemple : connexion d'un utilisateur particulier, suppression d'une table, démarrage ou arrêt du serveur, déconnexion d'un utilisateur, etc.).

À la différence des sous-programmes, l'exécution d'un déclencheur n'est pas explicite (par `CALL` par exemple), c'est l'événement de mise à jour de la table qui lance automatiquement le code programmé dans le déclencheur. On dit que le déclencheur « se déclenche » (l'anglais le traduit mieux : *fired trigger*).

À quoi sert un déclencheur ?

En théorie, un déclencheur permet de :

- Programmer toutes les règles de gestion qui n'ont pas pu être mises en place par des contraintes au niveau des tables. Par exemple, la condition : *une compagnie ne fait voler un pilote que s'il a totalisé plus de 60 heures de vol dans les 2 derniers mois, sur le type d'appareil du vol en question*, ne pourra pas être programmée par une contrainte et nécessitera l'utilisation d'un déclencheur.
- Déporter des contraintes au niveau du serveur et alléger ainsi la programmation client.
- Renforcer des aspects de sécurité et d'audit.
- Programmer l'intégrité référentielle et la réplication dans des architectures distribuées, avec l'utilisation de liens de bases de données.

En théorie, les événements déclencheurs peuvent être :

- une instruction `INSERT`, `UPDATE`, ou `DELETE` sur une table (ou vue). On parle de déclencheurs LMD ;
- une instruction `CREATE`, `ALTER`, ou `DROP` sur un objet (table, vue, index, etc.). On parle de déclencheurs LDD ;
- le démarrage ou l'arrêt de la base (*startup* ou *shutdown*), une erreur spécifique (*not found*, *duplicate key*, etc.), une connexion ou une déconnexion d'un utilisateur. On parle de déclencheurs d'instances.

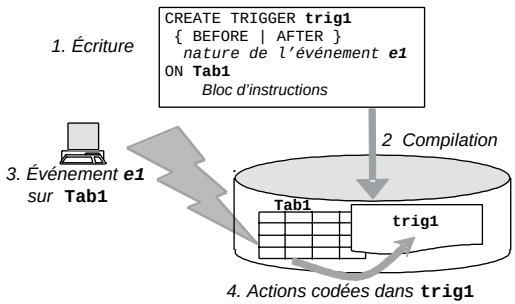
En pratique, dans MySQL, seuls les événements de la première catégorie sont pris en compte.

Mécanisme général

Auparavant considérés au niveau *table*, les déclencheurs sont désormais attachés, à plus juste titre, au niveau *database*. En conséquence, le nom d'un déclencheur doit être unique pour chaque base de données. En revanche, différentes bases peuvent héberger un déclencheur de même nom.

La figure suivante illustre les quatre étapes à suivre pour mettre complètement en œuvre un déclencheur (de la création à son test). Il faut d'abord le coder (comme un sous-programme), puis le compiler (il est pour l'instant stocké indépendamment de la table, mais il devrait y être inclus dans les prochaines versions). Par la suite, au cours du temps, chaque événement (qui caractérise le déclencheur) aura pour conséquence son exécution.

Figure 7-6 *Mécanisme des déclencheurs*



Syntaxe

Pour pouvoir créer un déclencheur, vous devez disposer du privilège `SUPER` (le privilège `CREATE TRIGGER` est à venir). Un déclencheur est composé de deux parties : la description de l'événement traqué et celle de l'action à réaliser lorsque l'événement se produit. La syntaxe de création d'un déclencheur est la suivante :

```
CREATE TRIGGER nomDéclencheur
 { BEFORE | AFTER } { DELETE | INSERT | UPDATE }
  ON nomTable
  FOR EACH ROW
 { instruction; |
  [etiquette:] BEGIN
       instructions;
   END [etiquette]; }
```

Les options de cette commande sont les suivantes :

- BEFORE | AFTER précise la chronologie entre l'action à réaliser par le déclencheur LMD et la réalisation de l'événement (BEFORE INSERT exécutera le déclencheur avant de réaliser l'insertion).
- DELETE | INSERT | UPDATE précise la nature de l'événement pour les déclencheurs LMD.
  - Pour DELETE, le déclencheur examine les événements DELETE et REPLACE.
  - Pour INSERT, le déclencheur prend en compte les événements suivants : INSERT, CREATE... SELECT, LOAD DATA, et REPLACE.
  - Pour UPDATE, le déclencheur considère seulement l'événement UPDATE.
- ON *nomTable* spécifie la table associée au déclencheur LMD.
- FOR EACH ROW différencie les déclencheurs LMD au niveau ligne (le niveau état n'est pas encorepris en charge).
- *instruction* ou *instructions* compose le corps du code du déclencheur.

Il n'est pas possible de définir deux déclencheurs distincts sur le même événement d'une table donnée. En revanche, il est possible d'avoir deux déclencheurs distincts sur la même action, dans une table donnée (un déclencheur pour BEFORE UPDATE et un autre pour AFTER UPDATE par exemple).

Attention à ne pas créer de déclencheurs recursifs (exemple d'un déclencheur qui exécute une instruction lançant elle-même le déclencheur, ou deux déclencheurs s'appelant en cascade jusqu'à l'occupation de toute la mémoire réservée).

Étudions à présent plus précisément les caractéristiques du seul type de déclencheur qu'il est actuellement possible de programmer.

Déclencheurs LMD (de lignes)

Pour ce type de déclencheur, l'événement à déterminer est une mise à jour particulière de la base (ajout, modification ou suppression dans une table ou une vue).

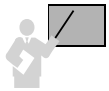
L'exécution est, pour l'heure, dépendante du nombre de lignes touchées par l'événement. Seuls les déclencheurs de lignes (*row trigger*) sont permis, car la directive `FOR EACH ROW` est obligatoire. Ils sont pratiques quand on désire utiliser autant de fois le déclencheur qu'il y a de lignes concernées par une mise à jour.

Si on désirait exécuter une seule fois le déclencheur, quel que soit le nombre de lignes concernées, il faudrait employer un déclencheur d'état (*statement trigger*) qui n'est pas encore reconnu. Pour ce faire, il faudrait ne pas indiquer la directive `FOR EACH ROW`, ou préciser `FOR EACH STATEMENT` à la place (à confirmer avec une prochaine version incluant cette extension).

Dans l'exemple d'une table *t1* ayant cinq enregistrements, si on programme un déclencheur de niveau ligne avec l'événement `AFTER DELETE`, et qu'on lance `DELETE FROM t1`, le déclencheur effectuera cinq fois ses instructions (une fois après chaque suppression). Le tableau suivant explique ce mécanisme :

Tableau 7-17 Exécution d'un déclencheur LMD

Nature de l'événement	État (*statement trigger*) sans `FOR EACH ROW`	Ligne (*row trigger*) avec `FOR EACH ROW`
`BEFORE`	Exécution une fois avant la mise à jour.	Exécution avant chaque ligne mise à jour.
`AFTER`	Exécution une fois après la mise à jour.	Exécution après chaque ligne mise à jour.



Seuls les déclencheurs de lignes peuvent accéder aux anciennes et aux nouvelles valeurs des colonnes de la ligne affectée par la mise à jour prévue par l'événement. Les identificateurs `OLD` et `NEW` sont programmés pour cela. Ce sont des extensions de MySQL à la norme SQL (MySQL suit ainsi Oracle dans ce domaine qui propose `:OLD` et `:NEW`).

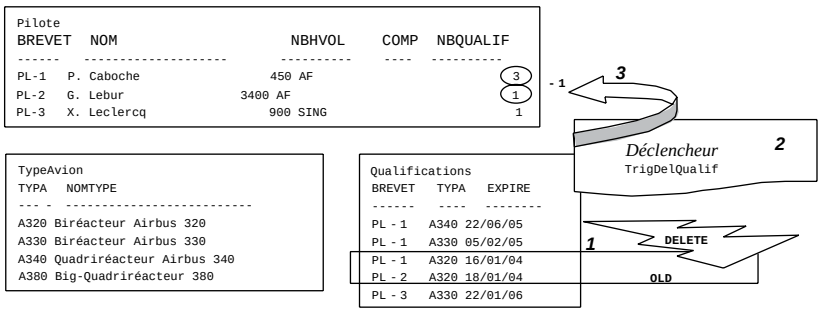
Un déclencheur de type `AFTER` ne se lance sur une table *t* que si le déclencheur de type `BEFORE` de la table *t* (s'il existe) et que l'instruction associée à l'événement se sont correctement déroulés.

Quand utiliser la directive `OLD` *?*

Chaque enregistrement qui tente d'être supprimé d'une table, qui inclut un déclencheur de type `DELETE FOR EACH ROW`, est désigné par `OLD` au niveau du code du déclencheur. L'accès aux colonnes de ce pseudo-enregistrement dans le corps du déclencheur se fait par la notation pointée.

Considérons l'exemple suivant, et programmons la règle de gestion *tout pilote qui perd une qualification doit voir son compteur automatiquement décrémenter*. Programmons le déclencheur `TrigDelQualif` qui surveille les suppressions de la table `Qualifications`, et diminue de un la colonne `nbQualif` pour le pilote concerné par la suppression de sa qualification.

Figure 7-7 *Principe du déclencheur* `TrigDelQualif`



L'événement déclencheur est ici `AFTER DELETE`, car il faudra s'assurer que la suppression n'est pas entravée par d'éventuelles contraintes référentielles. On utilise un déclencheur `FOR EACH ROW`, car s'il se produit une suppression de toute la table (`DELETE FROM Qualifications;`), on exécutera autant de fois le déclencheur qu'il y a de lignes détruites.

Chaque enregistrement qui va être supprimé de la table `Qualifications` est désigné par `OLD` au niveau du code du déclencheur. L'accès aux colonnes de ce pseudo-enregistrement dans le corps du déclencheur se fait par la notation pointée.

Le code minimal de ce déclencheur (on ne prend pas en compte le fait qu'il n'existe pas de pilote de ce code brevet) est décrit dans le tableau suivant :

Tableau 7-18 Déclencheur après suppression

Web

Code MySQL	Commentaires
`CREATE TRIGGER TriDelQualif` `AFTER DELETE ON Qualifications` `FOR EACH ROW`	Déclaration de l'événement déclencheur.
`BEGIN`	Corps du déclencheur.
`UPDATE Pilote SET nbQualif = nbQualif - 1` `WHERE brevet = OLD.brevet;`	Mise à jour du pilote concerné par la suppression.
`END;`	

En considérant les données initiales des tables, le test de ce déclencheur sous l'interface de commande est le suivant. Par ailleurs, la table `Qualifications` ne contient plus que trois enregistrements.

Tableau 7-19 Test du déclencheur AFTER DELETE

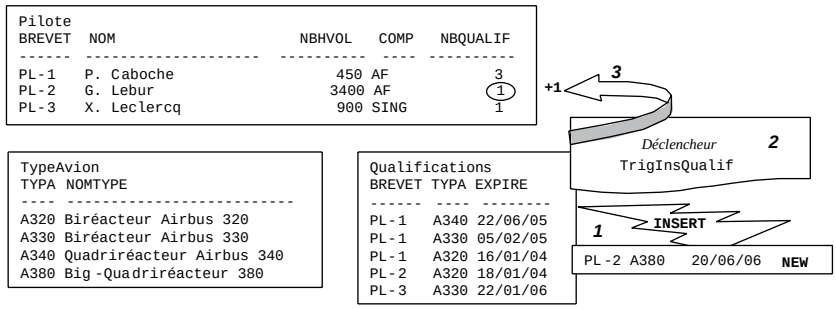
Événement déclencheur	Résultat
DELETE FROM Qualifications WHERE typa = 'A320';	SELECT * FROM Pilote; +--------+-------------+---------+-------+----------+ | brevet | nom | nbHVol | compa | nbQualif | +--------+-------------+---------+-------+----------+ | PL-1 | P. Caboche | 450.00 | AF | 2 | | PL-2 | G. Lebur | 3400.00 | AF | 0 | | PL-3 | X. Leclercq | 900.00 | SING | 1 | +--------+-------------+---------+-------+----------+

Quand utiliser la directive NEW ?

Chaque enregistrement qui tente d'être ajouté dans la table `Qualifications` est désigné par `NEW` au niveau du code du déclencheur. L'accès aux colonnes de ce pseudo-enregistrement dans le corps du déclencheur se fait par la notation pointée.

Considérons le même exemple et écrivons la règle de gestion *tout pilote qui gagne une qualification doit voir son compteur automatiquement incrémenter*. Programmons le déclencheur `TrigInsQualif` qui surveille les insertions sur la table `Qualifications` et augmente de un la colonne `nbQualif` pour le pilote concerné.

Figure 7-8 *Principe du déclencheur* `TrigInsQualif`



L'événement déclencheur est ici `AFTER INSERT`, car il faudra s'assurer, avant de faire l'insertion, que le code du pilote et celui de l'avion sont corrects (existant dans les tables « père »). On utilise un déclencheur `FOR EACH ROW` car on désire qu'il s'exécute autant de fois qu'il y a de lignes concernées par l'événement déclencheur.

Le code minimal de ce déclencheur (on ne prend en compte aucune erreur potentielle) est décrit dans le tableau suivant :

Tableau 7-20 Déclencheur après insertion

Déclencheur	Commentaires
`CREATE TRIGGER TrigInsQualif` ` AFTER INSERT ON Qualifications` ` FOR EACH ROW`	Déclaration de l'événement déclencheur.
`BEGIN`	Corps du déclencheur.
` UPDATE Pilote SET nbQualif = nbQualif + 1` `  WHERE brevet = NEW.brevet;`	Mise à jour du pilote concerné par la qualification.
`END;`	

En considérant les données initiales des tables, le test de ce déclencheur (réalisé le 20 décembre 2005) sous l'interface de commande est le suivant :

Tableau 7-21 Test du déclencheur `AFTER INSERT`

Web

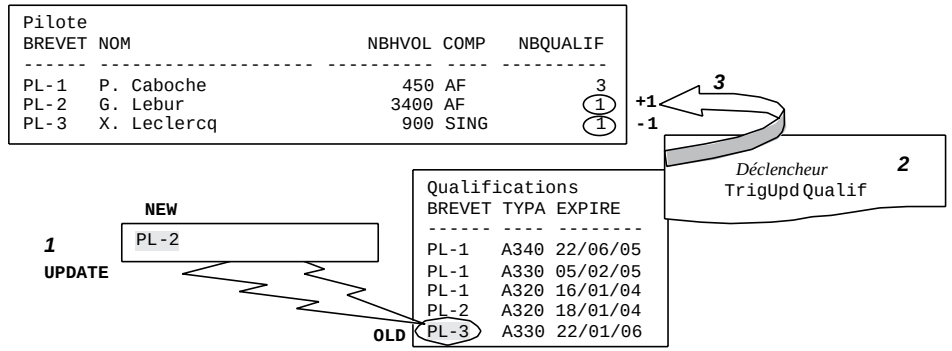
Événement déclencheur	Résultat
`INSERT INTO` ` Qualifications VALUES` `('PL-2', 'A380',` `  SYSDATE());`	`SELECT * FROM Qualifications $` `+--------+------+------------+` `\| brevet \| typa \| expire     \|` `+--------+------+------------+` `\| PL-1   \| A340 \| 2005-06-22 \|` `\| PL-1   \| A330 \| 2005-02-05 \|` `\| PL-1   \| A320 \| 2004-01-16 \|` `\| PL-2   \| A320 \| 2004-01-18 \|` `\| PL-3   \| A330 \| 2006-01-22 \|` `\| PL-2   \| A380 \| 2005-12-20 \|` `+--------+------+------------+` `SELECT * FROM Pilote$` `+--------+-------------+---------+-------+----------+` `| brevet | nom         | nbHVol  | compa | nbQualif |` `+--------+-------------+---------+-------+----------+` `| PL-1   | P. Caboche  |  450.00 | AF    |        3 |` `| PL-2   | G. Lebur    | 3400.00 | AF    |        2 |` `| PL-3   | X. Leclercq |  900.00 | SING  |        1 |` `+--------+-------------+---------+-------+----------+`

Quand utiliser à la fois les directives `NEW` et `OLD` ?

Seuls les déclencheurs de type `UPDATE FOR EACH ROW` permettent de manipuler à la fois les directives `NEW` et `OLD`. En effet, la mise à jour d'une ligne dans une table fait intervenir une nouvelle donnée qui en remplace une ancienne. L'accès aux anciennes valeurs se fera par la notation pointée du pseudo-enregistrement `OLD`. L'accès aux nouvelles valeurs se fera par `NEW`.

La figure suivante illustre ce mécanisme dans le cas de la modification de la colonne brevet du dernier enregistrement de la table `Qualifications`. Le déclencheur doit programmer deux mises à jour dans la table `Pilote`.

Figure 7-9 *Principe du déclencheur* `TrigUpdQualif`



L'événement déclencheur est ici AFTER UPDATE, car il faudra s'assurer que la suppression n'est pas entravée par d'éventuelles contraintes référentielles. Le code minimal de ce déclencheur est décrit dans le tableau suivant :

Tableau 7-22 Déclencheur après modification

Web

Déclencheur	Commentaires
`CREATE TRIGGER TrigUpdQualif` `AFTER UPDATE ON Qualifications` `FOR EACH ROW`	Déclaration de l'événement déclencheur.
`BEGIN`	Corps du déclencheur.
`UPDATE Pilote` `SET nbQualif = nbQualif + 1` `WHERE brevet = NEW.brevet;`	Mise à jour des pilotes concernés par la modification de la qualification.
`UPDATE Pilote` `SET nbQualif = nbQualif - 1` `WHERE brevet = OLD.brevet;`	
`END;`	

En considérant les données présentées à la figure précédente, le test de ce déclencheur est le suivant :

Tableau 7-23 Test du déclencheur AFTER UPDATE

Événement déclencheur	Résultat
	`SELECT * FROM Pilote$` `+--------+-------------+---------+-------+----------+` `| brevet | nom | nbHVol | compa | nbQualif |` `+--------+-------------+---------+-------+----------+` `| PL-1 | P. Caboche | 450.00 | AF | 3 |` `| PL-2 | G. Lebur | 3400.00 | AF | 2 |` `| PL-3 | X. Leclercq | 900.00 | SING | 0 |` `+--------+-------------+---------+-------+----------+`
`UPDATE Qualifications` `SET brevet = 'PL-2'` `WHERE brevet = 'PL-3'` `AND typa = 'A330'$`	`SELECT * FROM Qualifications$` `+--------+------+------------+` `| brevet | typa | expire |` `+--------+------+------------+` `| PL-1 | A340 | 2005-06-22 |` `| PL-1 | A330 | 2005-02-05 |` `| PL-1 | A320 | 2004-01-16 |` `| PL-2 | A320 | 2004-01-18 |` `| PL-2 | A330 | 2006-01-22 |` `+--------+------+------------+`

Bilan de NEW et OLD

Le tableau suivant résume les valeurs contenues dans les pseudo-enregistrements OLD et NEW pour les déclencheurs FOR EACH ROW. Retenez que seuls les déclencheurs UPDATE peuvent manipuler à bon escient les deux types de directives.

Tableau 7-24 Valeurs de OLD et NEW

Nature de l'événement	OLD.*colonne*	NEW.*colonne*
INSERT	Impossible.	Nouvelle valeur.
UPDATE	Ancienne valeur.	Nouvelle valeur.
DELETE	Ancienne valeur.	Impossible.

MySQL prévient clairement, à la compilation, que vous utilisez une variable OLD dans un déclencheur INSERT – ou NEW dans un déclencheur DELETE – par deux messages de même code, mais de libellés différents, suivant les cas :

- `ERROR 1363 (HY000): There is no NEW row in on DELETE trigger`
- `ERROR 1363 (HY000): There is no OLD row in on INSERT trigger`

Une colonne préfixée de OLD est en lecture seule dans le corps d'un déclencheur.

Une colonne préfixée de NEW ne peut être accessible qu'à l'aide du privilège SELECT associé.

Appel de sous-programmes

Un déclencheur peut appeler directement par `CALL` (ou dans son corps) un sous-programme MySQL.

- Un déclencheur ne peut pas lancer une procédure cataloguée retournant des données au client (traces avec `SELECT`) ou utilisant du SQL dynamique (étudié plus loin). En revanche, les procédures employées peuvent renvoyer des résultats via leurs paramètres de sortie (`OUT`).
- Les procédures appelées ne peuvent constituer aucune transaction (oubliez donc de pouvoir faire `START TRANSACTION`, `COMMIT`, et `ROLLBACK`).

Le tableau suivant décrit l'utilisation d'un sous-programme (`procTrigg`) dans un déclencheur (`espionAjoutPilote`) qui s'exécutera avant chaque ajout d'un nouveau pilote. Le sous-programme ajoute simplement une ligne dans la table `Trace`.

```
CREATE PROCEDURE bdsoutou.procTrigg(IN param DATETIME)
BEGIN
  INSERT INTO Trace VALUES
        (CONCAT('Insertion pilote, appel de bdsoutou.procTrigg le ',param));
END;
```

Tableau 7-25 Appel d'un sous-programme dans un déclencheur

Déclencheur	Commentaire
`CREATE TRIGGER bdsoutou.espionAjoutPilote` ` BEFORE INSERT ON Pilote` ` FOR EACH ROW` `BEGIN` ` CALL bdsoutou.procTrigg(SYSDATE());` `END;`	Appel dans le corps du déclencheur d'une procédure MySQL en passant un paramètre d'entrée.

La trace d'exécution en considérant les données initiales des tables est la suivante :

```
mysql> (INSERT INTO Pilote VALUES ('PL-4', 'C. Soutou', 100, 'AF',0)$
Query OK, 1 row affected (0.04 sec)
mysql> SELECT * FROM Pilote$
+--------+-------------+---------+-------+----------+
| brevet | nom         | nbHVol  | compa | nbQualif |
+--------+-------------+---------+-------+----------+
| PL-1   | P. Caboche  |  450.00 | AF    |        3 |
| PL-2   | G. Lebur    | 3400.00 | AF    |        1 |
| PL-3   | X. Leclercq |  900.00 | SING  |        1 |
| PL-4   | C. Soutou   |  100.00 | AF    |        0 |
+--------+-------------+---------+-------+----------+
```

```
mysql> SELECT * FROM Trace$
+-----------------------------------------------------------------+
| col                                                             |
+-----------------------------------------------------------------+
| Insertion pilote, appel de bdsoutou.procTrigg le 2005-12-20 08:27:20 |
+-----------------------------------------------------------------+
```

Dictionnaire des données

Étudiée au chapitre 5, la base `INFORMATION_SCHEMA` inclut la vue `TRIGGERS` qui renseigne les caractéristiques des déclencheurs qui étaient auparavant considérés au niveau *table*. Ils sont désormais reconnus à juste titre au niveau *database*. Il faut détenir le privilège `SUPER` pour accéder à cette vue.

La requête suivante interroge cette vue et permet de retrouver les noms et les caractéristiques relatives aux événements déclencheurs des trois *triggers* de la base de données `bdsoutou`.

```
SELECT TRIGGER_NAME,EVENT_OBJECT_TABLE "Table",
       EVENT_MANIPULATION "Evenement", ACTION_TIMING,
       EVENT_OBJECT_SCHEMA "Base"
       FROM INFORMATION_SCHEMA.TRIGGERS
       WHERE  TRIGGER_SCHEMA='bdsoutou';
+--------------+---------------+-----------+--------------+----------+
| TRIGGER_NAME  | Table          | Evenement | ACTION_TIMING | Base     |
+--------------+---------------+-----------+--------------+----------+
| TrigInsQualif | Qualifications | INSERT    | AFTER         | bdsoutou |
| TrigUpdQualif | Qualifications | UPDATE    | AFTER         | bdsoutou |
| TriDelQualif  | Qualifications | DELETE    | AFTER         | bdsoutou |
+--------------+---------------+-----------+--------------+----------+
```

Notez que MySQL utilise :

- la colonne `TRIGGER_NAME` pour désigner le nom du déclencheur d'une *database* ;
- la colonne `TRIGGER_SCHEMA` pour désigner le nom de la base de données à laquelle il appartient ;
- les colonnes `EVENT_OBJECT_TABLE` et `EVENT_OBJECT_SCHEMA` pour désigner respectivement le nom de la table qui accueille ce déclencheur ainsi que la base de données qui la contient (elle peut être différente de celle du déclencheur, ici nous raisonnons sur la même) ;
- la colonne `EVENT_MANIPULATION` pour désigner l'événement déclencheur ;
- la colonne `ACTION_TIMING` pour préciser la chronologie de l'événement déclencheur.

La requête suivante interroge cette même vue pour extraire le code du déclencheur de type *after update* hébergé par la table `Qualifications`, dans la base de données `bdsoutou` :

```
SELECT ACTION_STATEMENT FROM INFORMATION_SCHEMA.TRIGGERS
       WHERE TRIGGER_SCHEMA='bdsoutou' AND EVENT_OBJECT_TABLE='Qualifications'
       AND EVENT_MANIPULATION='UPDATE' AND ACTION_TIMING='AFTER';
+-----------------------------------------------------------------------------+
| ACTION_STATEMENT                                                            |
+-----------------------------------------------------------------------------+
|BEGIN
    UPDATE Pilote SET nbQualif = nbQualif + 1 WHERE brevet = NEW.brevet;
    UPDATE Pilote SET nbQualif = nbQualif - 1 WHERE brevet = OLD.brevet;
 END                                                                          |
+-----------------------------------------------------------------------------+
```

Remarquons que MySQL utilise la colonne `ACTION_STATEMENT` pour contenir le corps du déclencheur (visible aussi par `SHOW TRIGGERS`).

La colonne `ACTION_ORIENTATION` est pour l'instant toujours évaluée à `'ROW'` (déclencheur d'état pas encore opérationnel).

Les colonnes `ACTION_REFERENCE_OLD_ROW` et `ACTION_REFERENCE_NEW_ROW` contiennent, pour l'instant, toujours respectivement `'OLD'` et `'NEW'` (il n'est pas encore possible de renommer ces identificateurs).

Dans le but d'être davantage en phase avec la norme dans les prochaines versions, les colonnes suivantes contiennent, pour l'heure, toujours la valeur `NULL` : `TRIGGER_CATALOG`, `EVENT_OBJECT_CATALOG`, `ACTION_CONDITION`, `ACTION_REFERENCE_OLD_TABLE`, `ACTION_REFERENCE_NEW_TABLE`, et `CREATED`. Les deux premières colonnes sont relatives à la notion de catalogue, la suivante a la possibilité de conditionner un déclencheur (clause `WHEN` d'Oracle), la dernière contiendrait le moment de création du déclencheur.

Programmation d'une contrainte de vérification

Nous avons vu que les contraintes de vérification (`CHECK`) ne sont pas encore prises en charge. Nous avons étudié au chapitre 5 la possibilité d'en programmer à l'aide de vues. Ici, nous allons créer un déclencheur s'en chargeant. Attention, il n'est pas toujours possible d'utiliser un déclencheur pour valider une contrainte de vérification.

Considérons l'exemple du chapitre 5 (*Figure 5-10. Vue simulant la contrainte* `CHECK`) qui décrit la table `Pilote` et la contrainte vérifiant qu'un pilote :

- ne peut être commandant de bord qu'à la condition qu'il ait entre 1 000 et 4 000 heures de vol ;
- ne peut être copilote qu'à la condition qu'il ait entre 100 et 1 000 heures de vol ;
- ne peut être instructeur qu'à partir de 3 000 heures de vol.

Le tableau suivant décrit le code du déclencheur. Ici, on choisit de forcer la valeur de la colonne `grade` pour conserver la cohérence avec les conditions initiales.

Tableau 7-26 Déclencheur simulant un CHECK

Web

Déclencheur	Commentaires
`CREATE TRIGGER TrigInsGrade` `BEFORE INSERT ON Pilote FOR EACH ROW`	Déclaration de l'événement déclencheur.
`BEGIN` `IF (NEW.grade = 'CDB' AND (NEW.nbHVol<1000)) THEN` `SET NEW.grade := 'COPI';` `END IF;` `IF (NEW.grade = 'CDB' AND (NEW.nbHVol>4000)) THEN` `SET NEW.grade := 'INST';` `END IF;` `IF (NEW.grade = 'COPI' AND (NEW.nbHVol>1000)) THEN` `SET NEW.grade := 'CDB';` `END IF;` `IF (NEW.grade = 'INST' AND (NEW.nbHVol<3000))` `OR (NEW.nbHVol<100) THEN` `SET NEW.grade := NULL;` `END IF;` `END;`	Corps du déclencheur. Test des conditions et mise à jour éventuelle de la nouvelle valeur à insérer au niveau de la colonne `grade`.

Si aucune condition n'est vérifiée, l'ajout se réalise sans aucun changement. Le test de ce déclencheur est le suivant. On remarque que les quatre premiers `INSERT` sont inchangés, alors que les deux derniers sont modifiés (mais pas annulés !).

Tableau 7-27 Test du déclencheur BEFORE INSERT

Insertions valides	Insertions non valides
`INSERT INTO Pilote VALUES` `('PL-1','Daniel Vielle',1000,'CDB');` `INSERT INTO Pilote VALUES` `('PL-2','Benoit Treihlou',450,'COPI');` `INSERT INTO Pilote VALUES` `('PL-3','Pierre Filoux',9000,'INST');` `INSERT INTO Pilote VALUES` `('PL-4','Philippe Minier',1000,'COPI');`	`INSERT INTO Pilote VALUES` `('PL-5','Trop jeune',100,'CDB');` `INSERT INTO Pilote VALUES` `('PL-6','Inexperimente',2999,'INST');`

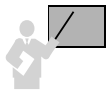
```
SELECT * FROM Pilote;
+--------+-----------------+---------+-------+
| brevet | nom             | nbHVol  | grade |
+--------+-----------------+---------+-------+
| PL-1   | Daniel Vielle   | 1000.00 | CDB   |
| PL-2   | Benoit Treihlou |  450.00 | COPI  |
| PL-3   | Pierre Filoux   | 9000.00 | INST  |
| PL-4   | Philippe Minier | 1000.00 | COPI  |
| PL-5   | Trop jeune      |  100.00 | COPI  |
| PL-6   | Inexperimente   | 2999.00 | NULL  |
+--------+-----------------+---------+-------+
```

Invalidation dans le déclencheur

Une fonctionnalité importante des déclencheurs consiste à pouvoir invalider l'événement qui a déclenché l'action. En d'autres termes, c'est pouvoir faire dire au déclencheur *non* à une insertion, une modification ou à une suppression. Ces cas concernent les déclencheurs lignes de type `BEFORE`, puisqu'il faudra vérifier des conditions dans le corps du déclencheur avant éventuellement d'accepter l'événement.

Dans un déclencheur de type `BEFORE` :

- Il est possible de modifier une colonne préfixée de `NEW` à la condition de détenir le privilège `UPDATE` associé. Cela signifie que l'on peut changer un enregistrement avant de l'insérer.
- La valeur d'une colonne `AUTO_INCREMENT` préfixée par `NEW` est 0 (et ne suit pas la séquence existante). La valeur actualisée de la séquence ne sera effective que lors de l'insertion.



Dans tout déclencheur (de type `BEFORE` ou `AFTER`), une erreur lors de l'exécution et toutes les instructions du bloc sont invalidées.

Principe

Sans parler de MySQL, l'invalidation dans un déclencheur se traduit en général par le déclenchement d'une exception (qui fait avorter l'instruction LMD), et par le retour d'un message d'erreur personnalisé.

Les procédures et déclencheurs MySQL ne permettent pour l'instant ni de provoquer une exception système ni de retourner un code SQL personnalisé.

Il n'est pas non plus possible d'utiliser `ROLLBACK` dans un déclencheur (`ERROR 1422 (HY000): Explicit or implicit commit is not allowed in stored function or trigger`).

Une seule solution, qui n'est pas du tout satisfaisante, comme nous allons le voir, consisterait à provoquer artificiellement une erreur (mais pas une erreur système, par exemple accéder à une table inexistante). Il faut une erreur sémantiquement correcte qui pose problème à l'exécution (`NULL` dans une clé primaire).

Si vous programmez une erreur système (`SELECT` d'une table inexistante) elle sera relevée dans tous les cas d'exécution du déclencheur !

L'inconvénient majeur de cette astuce est que le message d'erreur ne sera jamais explicite, car il ne sera pas en rapport avec la contrainte qui n'est pas satisfaite dans le déclencheur.

Exemple

Considérons à nouveau l'exemple précédent et programmons la contrainte que *tout pilote ne peut être qualifié sur plus de trois types d'appareils*. Ici, il s'agit d'assurer la cohérence entre la valeur de la colonne `nbQualif` de la table `Pilote` et les enregistrements de la table `Qualifications`.

L'événement déclencheur est ici `BEFORE INSERT`, car il faudra s'assurer de la condition avant d'autoriser. Le code minimal de ce déclencheur est décrit dans le tableau suivant en supposant qu'on dispose d'une table de travail : `CREATE TABLE Trace(col VARCHAR(80) PRIMARY KEY)`.

Tableau 7-28 Déclencheur avant insertion

Web

Déclencheur	Commentaires
`CREATE TRIGGER TrigInsQualif` `BEFORE INSERT ON Qualifications`	Déclaration de l'événement déclencheur.
`FOR EACH ROW` `BEGIN` `DECLARE v_compteur TINYINT(1);` `DECLARE v_nom VARCHAR(30);`	Corps du déclencheur.
`SELECT nbQualif, nom INTO v_compteur, v_nom` `FROM Pilote WHERE brevet = NEW.brevet;`	Test de la condition.
`IF v_compteur < 3 THEN` `UPDATE Pilote` `SET nbQualif = nbQualif + 1` `WHERE brevet = NEW.brevet;`	Mise à jour du pilote concerné par l'ajout de la qualification.
`ELSE`	
`INSERT INTO TRACE VALUES` `(CONCAT('Le pilote ',v_nom,` `' a déjà 3 qualifications!'));`	Instruction jamais réalisée !
`INSERT INTO TRACE VALUES (NULL);`	Erreur volontaire.
`END IF;` `END;`	

En considérant les données initiales, le test de ce déclencheur est le suivant. On remarque que le premier `INSERT` est bien évité (le pilote PL-1 a déjà trois qualifications). Bizarrement l'ajout du message dans la table `Trace` n'est pas effectué, car le déclencheur invalide tout son traitement en cas d'erreur. La seconde insertion, en revanche, est bien effectuée (le pilote PL-3 n'a qu'une seule qualification).

Tableau 7-29 Test du déclencheur BEFORE INSERT

Événement déclencheur	Résultat
`--ajout incorrect` `INSERT INTO Qualifications` `  VALUES` `('PL-1','A380',:SYSDATE())$`	`ERROR 1048 (23000): Column 'col' cannot be null` `-- ne fait pas l'INSERT dans Qualifications` `-- ni dans Trace !`
`-- ajout correct` `INSERT INTO Qualifications` `  VALUES` `('PL-3','A380',SYSDATE())$`	`Query OK, 1 row affected (0.09 sec)` `-- fait l'INSERT dans Qualifications et met à jour` `-- la table Pilote (colonne nbQualif)`

Citons le travail de Roland Bouman, un Hollandais qui a écrit une fonction (UDF *user-defined function*) en C, qui se comporte comme une fonction native (*built-in*) simulant le `RAISE_APPLICATION_ERROR`. Cette fonction permet de retourner un message personnalisé à partir du corps d'un déclencheur (http://rpbouman.blogspot.com/2005/11/using-udf-to-raise-errors-from-inside.html).

Tables mutantes

Alors qu'il n'est pas, en général, possible de manipuler la table sur laquelle se porte le déclencheur dans le corps du déclencheur lui-même, Oracle parle de *mutating tables*, et MySQL permet d'accéder à la table en lecture. Si on tente d'y parvenir en mise à jour (`INSERT`, `UPDATE` ou `DELETE`), l'erreur est « `ERROR 1442 (HY000): Can't update table 'xxx' in stored function/trigger because it is already used by statement which invoked this stored function/trigger` ».

L'exemple suivant décrit la programmation d'un déclencheur qui compte les lignes d'une table après chaque nouvelle insertion.

Tableau 7-30 Déclencheur (table mutante)

Web

Déclencheur	Trace
`SET @vs_nombre=0$` `CREATE TRIGGER TrigMutant` `AFTER INSERT ON Trace FOR EACH ROW` `BEGIN` `SELECT COUNT(*) INTO @vs_nombre` `FROM Trace;` `END;` `$`	`SELECT @vs_nombre$` `+------------+` `| @vs_nombre |` `+------------+` `| 0          |` `+------------+` `INSERT INTO Trace` `VALUES ('Test TrigMutant')$` `SELECT @vs_nombre$` `+------------+` `| @vs_nombre |` `+------------+` `| 1          |` `+------------+`

Restrictions

Pour en finir avec les déclencheurs, je vais terminer la « litanie »…

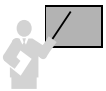
- Pas de déclencheur sur une table temporaire ou une vue, ou sur un événement système (connexion, arrêt de la base, etc.).
- Pas de possibilité de combiner plusieurs événements par 2 ou par 3 (`INSERT OR UPDATE`, `INSERT OR DELETE`, etc.).
- Les déclencheurs état (*statement trigger*) ne sont pas encore reconnus.
- Il n'est pas possible de désactiver un déclencheur sans le détruire.
- Les déclencheurs ne peuvent être écrits qu'avec le langage procédural de MySQL (qui sert aussi aux procédures et aux fonctions cataloguées).
- Un déclencheur ne peut constituer aucune transaction, ainsi les instructions suivantes sont interdites : `COMMIT`, `ROLLBACK`, `SAVEPOINT`, `START TRANSACTION` et `SET CONSTRAINT`.
- Les déclencheurs ne sont pas activés par des actions en cascade résultant d'opérations sur des clés primaires ou étrangères (`CASCADE` voir le chapitre 2).

Suppression d'un déclencheur

Pour pouvoir supprimer un déclencheur, vous devez disposer du privilège `SUPER` (le privilège `DROP TRIGGER` est à venir). La syntaxe de l'instruction `DROP TRIGGER` est la suivante :

```
DROP TRIGGER [nomBase.]nomDéclencheur;
```

Si le nom de la base est omis, MySQL cherchera à détruire le déclencheur dans la base de données en cours d'utilisation.



Le fait de détruire une table a pour conséquence d'effacer aussi tous les déclencheurs qui lui sont associés.

Le fait de détruire une base supprime toutes les tables. Par conséquent, les déclencheurs passent ainsi tous « à la casserole ».

SQL dynamique

MySQL parle de *server-side prepared statements* (états préparés) pour évoquer le fait de pouvoir programmer en SQL dynamique. En plus des directives SQL (LMD, LID), il est possible de construire automatiquement certaines instructions SQL du LDD.

Il est bien sûr possible de construire des instructions SQL à partir d'un programme C (*MySQL C API client library*), Java (*MySQL Connector/J*), .Net (*MySQL Connector/NET*) ou PHP par une API écrite en C (*mysqli extension*).

Par exemple, on pourra créer une table dont le nom passera en paramètre et qui aura un nombre variable de colonnes. Il sera aussi permis de construire automatiquement une requête SQL en fonction des choix d'un utilisateur. En plus des ordres simples, on pourra également paramétrer une suite d'instructions dans un bloc MySQL.

Une instruction SQL dynamique est stockée en tant que chaîne de caractères qui sera évaluée à l'exécution et non à la compilation (en opposition aux instructions SQL statiques qui peuplent la majorité des sous-programmes).

Seules les instructions suivantes peuvent être construites dynamiquement (dans un *prepared statement*) : `CREATE TABLE`, `DELETE`, `DO`, `INSERT`, `REPLACE`, `SELECT`, `SET`, `UPDATE`, et la plupart des commandes `SHOW`.

Les états préparés ne peuvent être utilisés dans un déclencheur (seuls les sous-programmes peuvent en bénéficier pour l'heure).

L'instruction :

```
DO expression1 [,expression2] ...;
```

exécute l'expression (ou les expressions) sans retourner aucun résultat. On peut l'assimiler à un raccourci de `SELECT expression1,...` mais sans renvoi de résultat. Elle peut être utile pour des fonctions à effet de bord (comme la relâche de verrou : `RELEASE_LOCK()`).

Syntaxe

La construction dynamique d'instructions SQL (*prepared statements*) est basée sur les trois directives suivantes :

```
PREPARE nomEtat FROM étatPréparé;
EXECUTE nomEtat [USING @var1 [, @var2] ...];
{DEALLOCATE | DROP} PREPARE nomEtat;
```

- L'instruction `PREPARE` associe un nom (insensible à la casse) à une instruction dynamique.
- *étatPréparé* est soit une chaîne soit une variable de session contenant le texte de l'instruction SQL construite (instruction simple, pas d'instructions multiples). Dans cette chaîne, le caractère « ? » (appelé *placeholder*) permet de se substituer à un paramètre.
- L'instruction `EXECUTE` lance l'ordre paramétré avec éventuellement la clause `USING` qui reliera les paramètres aux variables de session.
- Pour en terminer avec un ordre préparé, utilisez `DEALLOCATE PREPARE` qui supprime le contenu de l'ordre (une fin de session désalloue tous les ordres ouverts).

Exemples

Considérons la table `Avion` contenant deux enregistrements.

```
CREATE TABLE Avion
(immat VARCHAR(6), typeAv CHAR(8), nbHVol DECIMAL(7,2), comp VARCHAR(4));
INSERT INTO Avion VALUES ('F-GLFS', 'A320', 1000, 'AF');
INSERT INTO Avion VALUES ('F-WOWW', 'A380', 1500, 'AF');
```

Instruction DELETE

Le tableau suivant décrit la construction dynamique de l'ordre de suppression des avions dont le nombre d'heures de vol est supérieur à un paramètre spécifié par une variable de session (ici évaluée à 1 000).

Tableau 7-31 Utilisation de `DELETE`

Web

Code MySQL	Commentaires
`SET @vs_nbhVol  = 1000 $`	Déclaration de la variable de session.
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.sousProg()` `BEGIN` `  PREPARE etat FROM` `  'DELETE FROM Avion WHERE nbHVol > ?';` `  EXECUTE etat USING @vs_nbhVol;` `  DEALLOCATE PREPARE etat;` `END;`	Préparation de l'ordre. Exécution.

L'appel (`CALL bdsoutou.sousProg()`) de cette procédure aura pour conséquence de détruire l'avion immatriculé `'F-WOWW'`.

Instruction SELECT

Le tableau suivant décrit la construction dynamique de l'extraction des avions dont le nombre d'heures de vol est égal à un paramètre spécifié par une variable de session (ici évaluée à 1 000). La requête est elle-même stockée dans une variable de session.

Tableau 7-32 Utilisation de `SELECT`

Web

Code MySQL	Commentaires
`SET @vs_chaine =` `  'SELECT * FROM Avion WHERE nbHVol=?'$` `SET @vs_nbhVol  = 1000$`	Déclaration des variables de session.
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.sousProg()` `BEGIN` `  PREPARE etat FROM  @vs_chaine;` `  EXECUTE etat USING @vs_nbhVol;` `  DEALLOCATE PREPARE etat;` `END;`	Préparation de l'ordre. Exécution.

L'appel de cette procédure aura pour conséquence d'extraire l'avion immatriculé `'F-GLFS'`.

Instruction UPDATE

Le tableau suivant décrit la construction dynamique de l'instruction de modification (augmentation du nombre d'heures de vol d'un pourcentage passé en premier paramètre) d'un avion dont l'immatriculation passe en deuxième paramètre. Notez qu'il n'est pas besoin de doubler le guillemet dans la spécification du deuxième *placeholder* : paramètre `immat` (bien qu'il s'agisse d'une chaîne de caractères).

Tableau 7-33 Utilisation de UPDATE

Code MySQL	Commentaires
`SET @vs_chaine =` `  'UPDATE Avion SET nbHVol=nbHVol*?` `  WHERE immat=?'$` `SET @vs_immat  = 'F-GLFS'$` `SET @vs_pourcent = 1.1$`	Déclaration des variables de session.
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.sousProg()` `BEGIN` `  PREPARE etat FROM  @vs_chaine;` `  EXECUTE etat USING @vs_pourcent,@vs_immat;` `  DROP PREPARE etat;` `END;`	Préparation de l'ordre. Exécution.

L'appel de cette procédure aura pour conséquence d'aumenter de 10 % le nombre d'heures de vol de l'avion immatriculé 'F-GLFS'.

Si l'immatriculation avait été une constante, il aurait fallu doubler le guillemet dans l'affectation de la variable de session :

```
SET @vs_chaine ='UPDATE Avion SET nbHVol=nbHVol*? WHERE immat=''F-GLFS'''$
```

Restrictions

Les *placeholders* (points d'interrogation) des états préparés ne peuvent pas remplacer des noms de tables, de vues, d'index, de colonnes, etc., dans une instruction, de sorte à construire un ordre dynamiquement. Ils ne peuvent que remplacer des donnés :

- dans la clause `WHERE` pour des `SELECT`, `UPDATE` (dans la clause `SET` aussi) ou `DELETE`.
- dans la clause `VALUES` pour un `INSERT`.

Utilisations

Le tableau suivant résume quelques cas permis et les cas non valides associés. N'oubliez pas de doubler chaque guillemet pour affecter une telle chaîne de caractères dans une variable de session.

Tableau 7-34 Utilisation des placeholders

Possibles	Impossibles
`SELECT * FROM table WHERE col = ? ...`	`SELECT ? FROM table WHERE ...`
	`SELECT * FROM ? WHERE ...`
	`SELECT * FROM table WHERE ? > 1000`
`INSERT INTO table VALUES (?,?,?,?)`	`INSERT INTO ? VALUES(''F-FRTY'',?,?,?)`
`UPDATE table SET col=? WHERE col =?...`	`UPDATE table SET ?=? WHERE col =? ...`
	`UPDATE ? SET ...`
`DELETE FROM table WHERE col =?...`	`DELETE FROM table WHERE ? =...`
	`DELETE FROM ? ...`

Afin de pallier cette limitation, il faut construire l'instruction dynamique à l'aide de la fonction `CONCAT` en incluant éventuellement des *placeholders* aux endroits permis.

Exemple sans placeholder

La procédure cataloguée suivante crée dynamiquement, dans la base `bdsoutou`, une table de nom passé en premier paramètre. Le nom de la seconde colonne de la table (ici de type `INT`) est passé en second paramètre de la procédure.

Tableau 7-35 Création dynamique d'une table

Web

Code MySQL	Commentaires
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.sousProg` `  (IN v_param1 VARCHAR(10),` `   IN v_param2 VARCHAR(10))`	
`BEGIN`	
`SET @vs_chaine := CONCAT`	Construction de la chaîne :
`  ('CREATE TABLE IF NOT EXISTS` `  bdsoutou.',v_param1,' (immat CHAR(4), '` `  ,v_param2,' INT)');`	'CREATE TABLE IF NOT EXISTS bdsoutou.v_param1(immat CHAR(4), v_param2 INT)'
`  PREPARE etat FROM @vs_chaine;`	
`  EXECUTE etat;`	Création de la table.
`  DEALLOCATE PREPARE etat;`	
`END;`	

L'appel suivant de cette procédure aura pour effet de créer la table `Helico`. La commande `DESCRIBE` confirme la structure de la nouvelle table.

```
CALL bdsoutou.sousProg('Helico','turbine')$
Query OK, 0 rows affected (0.21 sec)
DESCRIBE bdsoutou.Helico $
```

```
+---------+---------+------+-----+---------+-------+
| Field   | Type    | Null | Key | Default | Extra |
+---------+---------+------+-----+---------+-------+
| immat   | char(4) | YES  |     | NULL    |       |
| turbine | int(11) | YES  |     | NULL    |       |
+---------+---------+------+-----+---------+-------+
2 rows in set (0.39 sec)
```

Exemple avec placeholder

La procédure cataloguée suivante crée dynamiquement la requête d'extraction du type et du nombre d'heures de vol (colonnes de noms passés en premier et en deuxième paramètres) de la table de nom passé en troisième paramètre, en fonction d'une condition sur une colonne (de nom passé en quatrième paramètre). Cette condition fait intervenir un paramètre (*placeholder*) valant ici 'F-GLFS'.

Tableau 7-36 Création dynamique d'une requête avec placeholder

Web

Code MySQL	Commentaires
`CREATE PROCEDURE bdsoutou.sousProg` `(IN v_param1 CHAR(6), IN v_param2 CHAR(6),` `IN v_param3 CHAR(5), IN v_param4 CHAR(5))` `BEGIN`	
`SET @vs_immat := 'F-GLFS';`	Avec l'appel suivant, construction de la chaîne :
`SET @vs_chaine :=`	`'SELECT typeAv,nbHVol`
`CONCAT('SELECT ',v_param1,',',v_param2,` `' FROM bdsoutou.',v_param3,` `' WHERE ',v_param4,' = ?');`	`FROM bdsoutou.Avion` `WHERE immat=?'`
`PREPARE etat FROM @vs_chaine;`	
`EXECUTE etat USING @vs_immat;`	Exécution de la requête paramétrée.
`DEALLOCATE PREPARE etat;`	
`END;`	

L'appel de cette procédure avec les paramètres suivants aura pour effet d'extraire les valeurs des deux colonnes du premier enregistrement de la table `Avion` présentée au début de cette section.

```
CALL bdsoutou.sousProg('typeAv','nbHVol','Avion','immat')$
+--------+---------+
| typeAv | nbHVol  |
+--------+---------+
| A320   | 1000.00 |
+--------+---------+
1 row in set (0.01 sec)
Query OK, 0 rows affected (0.01 sec)
```

Exercices

L'objectif de ces exercices est d'écrire des sous-programmes MySQL manipulant des curseurs et gérant des exceptions sur la base de données *Parc informatique*.

Exercice 7.1 Curseur

On désire connaître, pour chaque logiciel installé, le temps (nombre de jours entier décimal) passé entre l'achat et l'installation. Ce calcul devra renseigner la colonne `delai` de la table `Installer` pour l'instant nulle.

Utiliser une table `test.Trace(message VARCHAR(80)` (et l'afficher en fin de sous-programme) pour stocker :

- les incohérences (date d'installation antérieure à la date d'achat, date d'installation ou date d'achat inconnue) ;
- le nombre entier de jours séparant l'achat de l'installation (utiliser `DATEDIFF`) ;
- une chaîne simulant un format *TIME* étendu qui représente le nombre de jours décimal séparant l'achat de l'installation (par exemple, si le nombre de jours décimal vaut « 14,5 », il faudra construire la chaîne : « `14 j 12:00:00` »).

Écrire la procédure `calculTemps` pour programmer ce processus. Un exemple de table `test.Trace` à produire en sortie :

```
+-------------------------------------------------------------------+
| message                                                           |
+-------------------------------------------------------------------+
| Logiciel Oracle 6 sur Poste 2 attente 2924 jour(s).               |
| En format TIME étendu 2924 j 00:00:00                             |
| Logiciel Oracle 8 sur Poste 2 attente 1463 jour(s).               |
| …                                                                 |
| Logiciel I. I. S. installé sur Poste 7 11 jour(s) avant l'achat!  |
| Date d'achat inconnue pour le logiciel SQL*Net sur Poste 2        |
| Logiciel Oracle 6 sur Poste 8 attente 3876 jour(s).               |
| En format TIME étendu 3876 j 10:59:17                             |
| …                                                                 |
+-------------------------------------------------------------------+
```

Exercice 7.2 Transaction

Écrire la procédure `installLogSeg` permettant d'effectuer une installation groupée sur tous les postes d'un même segment d'un nouveau logiciel. La transaction doit enregistrer dans un premier temps le nouveau logiciel, puis les différentes installations sur tous les postes du segment de même type que celui du logiciel acheté. L'installation se fera à la date du jour. Penser à mettre à jour la colonne `delai` comme programmé précédemment.

Ne pas encore tenir compte des éventuelles exceptions et tracer chaque insertion dans la table `test.Trace`. Utiliser les paramètres ci-dessous pour tester votre procédure. L'état de sortie doit être le suivant. Vérifier aussi la présence des deux nouveaux enregistrements dans la table `Installer`. Ne programmer le `COMMIT` qu'une fois la procédure bien testée.

```
CALL installLogSeg('130.120.80', 'log99', 'Blaster', '2005-09-05',
'9.9', 'PCWS', 999.9)$
+--------------------------------------+
| message                              |
+--------------------------------------+
| Blaster stocké dans la table Logiciel |
| Installation sur Poste 4 dans Salle 2 |
| Installation sur Poste 5 dans Salle 2 |
+--------------------------------------+
```

Exercice 7.3 Exceptions

Modifier la procédure `installLogSeg` afin de prendre en compte quelques-unes des exceptions potentielles :

- numéro de segment inconnu (erreur `NOT FOUND`) ;
- numéro de logiciel déjà présent (`ERROR 1062` *Duplicate entry*) ;
- type du logiciel inconnu (`ERROR 1452` *Cannot add or update a child row*) ;
- date d'achat postérieure à celle du jour (se servir du même calcul que pour la colonne `delai` de l'exercice précédent) ;
- aucune installation réalisée, car pas de poste de travail de ce type (erreur utilisateur `pas_install_possible`).

Vérifier chacun de ces cas avec le jeu de tests suivant :

```
--test segment
CALL installLogSeg('toto', 'log99','Blaster', '2005-09-05', '9.9',
'PCWS', 999.9)$
--test logiciel déjà présent
CALL installLogSeg('130.120.80', 'log1','Blaster', '2005-09-05',
'9.9', 'PCWS', 999.9)$
--test type du logiciel
CALL installLogSeg('130.120.80', 'log98','Mozilla', '2005-11-04', '1',
'toto', 100.0)$
--date d'achat plus grande que celle du jour ?
CALL installLogSeg('130.120.80', 'log98','Mozilla', '2010-11-04', '1',
'PCWS', 100.0)$
--aucune install
CALL installLogSeg('130.120.81', 'log55','Eudora', '2005-12-06', '5',
'PCWS', 540)$
--bonne installation
CALL installLogSeg('130.120.80', 'log77','Blog Up', '2005-12-05',
'1.3', 'PCWS', 90)$
```

Exercice 7.4 Déclencheurs

Mises à jour de colonnes

Écrire les déclencheurs `Trig_AD_Installer` et `Trig_AI_Installer` sur la table `Installer` permettant de faire la mise à jour automatique des colonnes `nbLog` de la table `Poste`, et `nbInstall` de la table `Logiciel`. Prévoir les cas de désinstallation d'un logiciel (`AFTER DELETE`) sur un poste, et d'installation (`AFTER INSERT`) d'un logiciel sur un autre.

Écrire les déclencheurs `Trig_AI_Poste` et `Trig_AD_Poste` sur la table `Poste` permettant d'actualiser la colonne `nbPoste` de la table `Salle` à chaque ajout ou suppression d'un nouveau poste.

Écrire le déclencheur `Trig_AU_Salle` sur la table `Salle` qui met à jour automatiquement la colonne `nbPoste` de la table `Segment` après la modification de la colonne `nbPoste`.

Ces deux derniers déclencheurs vont s'enchaîner : l'ajout ou la suppression d'un poste entraînera l'actualisation de la colonne `nbPoste` de la table `Salle`, qui conduira à la mise à jour de la colonne `nbPoste` de la table `Segment`. Ajouter un poste pour vérifier le rafraîchissement des deux tables (`Salle` et `Segment`). Supprimer ce poste puis vérifier à nouveau la cohérence des deux tables.

Programmation de contraintes

Écrire le déclencheur `Trig_BI_Installer` sur la table `Installer` permettant de contrôler, avant chaque nouvelle installation, que le type du logiciel correspond au type du poste, et que la date d'installation est soit nulle soit postérieure à la date d'achat.

Partie III

Langages et outils

Chapitre 8

Utilisation avec Java

MySQL offre, sur son site, différents pilotes pour rendre compatibles des applications avec une base de données sur différents systèmes.

- *Connector/ODBC* (*Open DataBase Connectivity*) pour Windows, Linux, Mac OS X, et Unix ;
- *Connector/J* pour toute plate-forme Java en utilisant JDBC (*Java DataBase Connectivity*) ;
- *Connector/Net* pour toute plate-forme .Net ;
- Connector/MXJ : composant qui encapsule le moteur MySQL dans une application J2EE.

Ce chapitre explique l'utilisation de l'API JDBC 3.0 pour manipuler une base MySQL via un programme Java.

JDBC avec Connector/J

L'interface JDBC initialement programmée par Sun, appelée aussi « passerelle » ou « API », est composée d'un ensemble de classes permettant le dialogue entre une application Java et une source de données compatible SQL (tables relationnelles en général, mais aussi données issues d'un fichier texte ou d'un classeur Excel par exemple). L'API JDBC 3.0 que MySQL fournit gratuitement est appelée *Connector/J*.

L'interface JDBC est conforme au niveau d'entrée de la norme SQL2 (*entry level*) et prend en charge la programmation *multithread*. La communication est réalisée en mode client-serveur déconnecté et s'effectue en plusieurs étapes :

- connexion à la base de données ;
- émissions d'instructions SQL et exploitation des résultats provenant de la base de données ;
- déconnexion de la base.

Le spectre de JDBC est large, car l'applicatif Java peut être une classe ou une *applet* côté client, une *servlet*, un EJB (*Enterprise Java Beans*) ou une procédure cataloguée côté serveur.

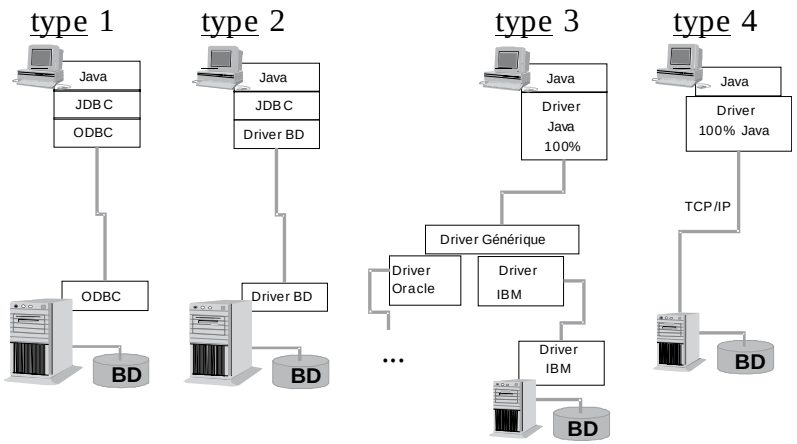
Classification des pilotes (drivers)

Un pilote (*driver*) JDBC est une couche logicielle chargée d'assurer la liaison entre l'application Java (cliente) et le SGBD (serveur). La classification des pilotes JDBC distingue quatre types :

- Les pilotes de type 1 (*JDBC-ODBC Bridge*) utilisent la couche logicielle de Microsoft appelée ODBC. Le client est dit « épais », puisque le pilote JDBC convertit les appels Java en appels ODBC avant de les exécuter. Cette approche convient bien pour des sources de données Windows ou si l'interface cliente est écrite dans un langage natif de Microsoft.
- Les pilotes de type 2 (*Native-API Partly-Java Driver*) utilisent un pilote fourni par le constructeur de la base de données (natif). Le pilote n'étant pas développé en Java, le client est aussi dit « épais » pour cette approche. En effet, les commandes JDBC sont toutes converties en appels natifs du SGBD considéré. Cette approche convient pour les applications qui manipulent des sources de données uniques (tout Oracle ou IBM, etc.).
- Les pilotes de type 3 (*Net Protocol All-Java Driver*) utilisent un pilote générique natif écrit en Java. Le client est plus « léger » car les appels JDBC sont transformés par un protocole indépendant du SGBD. Cette approche convient pour des sources de données hétérogènes.
- Les pilotes de type 4 (*Native Protocol All-Java Driver*) sont écrits en Java. Le client est léger car il ne nécessite aucune couche logicielle supplémentaire. Les appels JDBC sont traduits en *sockets* exploités par le SGBD. Cette approche est la plus simple, mais pas forcément la plus puissante ; elle convient pour tous les types d'architectures.

La figure suivante schématise le principe mis en œuvre au travers des quatre types de pilotes JDBC :

Figure 8-1 *Types de pilotes JDBC*



Le choix du pilote n'a pas d'influence majeure sur la programmation. Seules les phases de chargement du pilote et de connexion aux bases sont spécifiques, les autres instructions sont indépendantes du pilote. En d'autres termes, si vous avez une application déjà écrite et que

vous décidez de changer le type du pilote – soit que la source de données migre de MySQL à Access, à Oracle ou à SQL Server par exemple, soit que vous optiez pour un autre pilote en conservant votre source de données –, seules quelques instructions devront être réécrites.

Avec MySQL, vous pouvez travailler avec l'API de Sun, mais vous n'avez pas trop le choix pour le type du pilote (*Connector/J* est un pilote JDBC de type 4).

Le paquetage `java.sql`

La version 3.0 de JDBC est composée de classes et d'interfaces situées dans le paquetage `java.sql` du JDK. MySQL propose également une API propriétaire (qui redéfinit et étend celle de Sun). Le tableau suivant résume la composition de ce paquetage.

Tableau 8-1 L'API JDBC 3.0 standard

Classe/interface	Description
`java.sql.Driver` `java.sql.Connection`	Pilotes JDBC pour les connexions aux sources de données SQL.
`java.sql.Statement` `java.sql.PreparedStatement` `java.sql.CallableStatement`	Construction d'ordres SQL.
`java.sql.ResultSet`	Gestion des résultats des requêtes SQL.
`java.sql.DriverManager`	Gestion des pilotes de connexion.
`java.sql.SQLException`	Gestion des erreurs SQL.
`java.sql.DatabaseMetaData` `java.sql.ResultSetetaData`	Gestion des méta-informations (description de la base de données, des tables…).
`java.sql.SavePoint`	Gestion des transactions et des sous-transactions.

Structure d'un programme

La structure d'un programme Java utilisant JDBC comprend successivement les phases :

- d'importation de paquetages ;
- de chargement d'un pilote ;
- de création d'une ou de plusieurs connexions ;
- de création d'un ou de plusieurs états ;
- d'émission d'instructions SQL sur ces états ;
- de fermeture des objets créés.

Le code suivant (`JDBCTest.java`) décrit la syntaxe du plus simple programme JDBC. Nous inscrivons toutes les phases dans un même bloc (le `main`), mais elles peuvent se trouver dans différents blocs ou méthodes de diverses classes.

Tableau 8-2 Programme de test de connexion JDBC

Web

Code Java	Commentaires
`import java.sql.*;`	Importation du paquetage.
`public class JDBCTest`	Classe ayant une méthode `main`.
`{public static void main(String[] args)`	
`throws SQLException, Exception`	
`{`	
`try`	
`{ System.out.println`	
`("Initialisation de la connexion");`	
`Class.forName`	Chargement du pilote JDBC
`("com.mysql.jdbc.Driver").newInstance();`	MySQL.
`} catch (ClassNotFoundException ex)`	
`{ System.out.println`	
`("Problème au chargement"+ex.toString()); }`	
`try`	
`{ Connection cx = DriverManager.getConnection`	Création d'une connexion.
`("jdbc:mysql://localhost/bdsoutou?`	
`user=soutou&password=iut") ;`	
`Statement etat = cx.createStatement ();`	Création d'un état de connexion.
`ResultSet rset = etat.executeQuery`	Extraction de la date courante.
`("SELECT SYSDATE()");`	
`while (rset.next ())`	
`System.out.println("Nous sommes le : "+`	
`rset.getString (1));`	Affichage du résultat.
`System.out.println("JDBC correctement`	
`configuré");`	
`}`	
`catch(SQLException ex)`	Gestion des erreurs.
`{ System.err.println("Erreur : "+ex); }`	
`}`	
`}`	

Le dernier bloc permet de récupérer les erreurs renvoyées par le SGBD. Nous détaillerons en fin de section le traitement des exceptions.

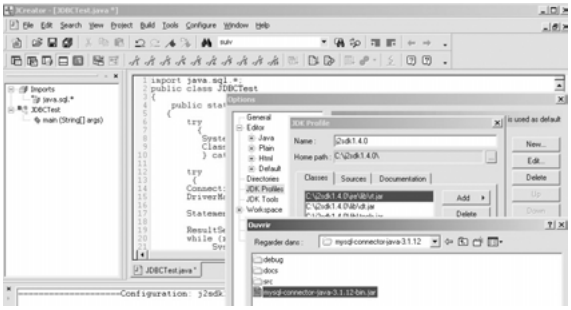
Test de votre configuration

L'environnement JDBC sous MySQL nécessite la configuration d'un certain nombre de variables :

- La variable `PATH` doit contenir le chemin de la machine virtuelle Java pour compiler et exécuter des classes. Le JDK est en général installé dans `C:\j2sdk1.XXX`, les fichiers `javac` et `java` se trouvent dans le sous-répertoire `bin`.
- La variable `CLASSPATH` doit inclure le paquetage JDBC (fichier `.jar`) pour MySQL (téléchargeable sur le site de MySQL). Pour ma part, j'ai dézippé le fichier `mysql-connector-java-3.1.12.zip` dans le répertoire `C:\temp`.

Vous pouvez tester votre environnement en utilisant le fichier `JDBCTest.java`. Si vous utilisez l'outil *JCreator*, configurez la variable `CLASSPATH` de la manière suivante : `Configure/Options/JDK Profiles`, clic sur la version du JDK, puis `Edit`, onglet `Classes`, faire `Add Archive` et choisir le fichier `jar` (pour mon cas `mysql-connector-java-3.1.12-bin.jar`).

Figure 8-2 *Interface JCreator*

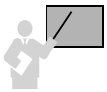


Cet exemple décrit le code nécessaire à la connexion à votre base (il faudra modifier le nom de la base, le nom et le mot de passe de l'utilisateur) et doit renvoyer les messages suivants :

```
Initialisation de la connexion
Nous sommes le : date et heure courante
JDBC correctement configuré
```

Connexion à une base

La connexion à une base de données est rendue possible par l'utilisation de la classe `DriverManager` et de l'interface `Connection`.



Deux étapes sont nécessaires pour qu'un programme Java puisse se connecter à une base de données :

- Le chargement du pilote par appel de la méthode `java.lang.Class.forName`.
- L'établissement de la connexion en créant un objet (ici `cx`) de l'interface `Connection` par l'instruction suivante : `cx = DriverManager.getConnection(chaîneConnexion);`

Pour MySQL, nous verrons que le paramètre *`chaîneConnexion`* représente une variable dont une syntaxe simplifiée est de type :

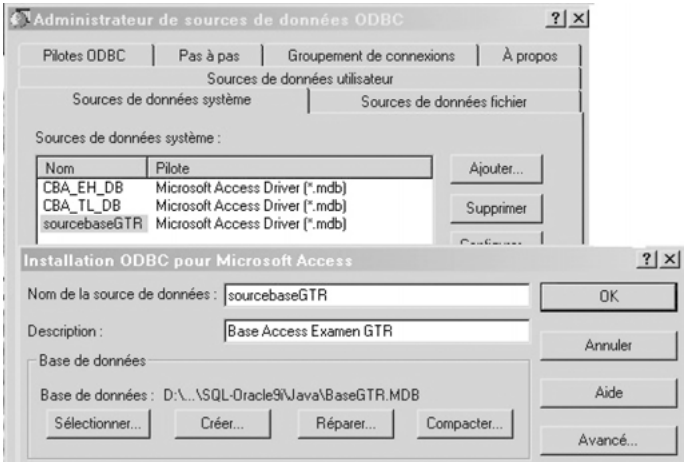
```
jdbc:mysql://[host][:port]/[database][?user][=nomUtil][&password][=motPasse]
```

Cette chaîne permettra de désigner la base et d'identifier l'utilisateur.

Base Access

Étudions, pour information, l'établissement de la connexion d'un pilote de type 1 pour se mettre en rapport avec une base *Access* via une source de données ODBC. La figure suivante illustre les parties du panneau de configuration Windows qui permettent de désigner une base *Access*. Dans notre exemple, la source (`BaseGTR.MDB`) est située dans un répertoire sous l'unité de disque `D:\` et désignée par le DSN (*Data Source Name*) `sourcebaseGTR :`

Figure 8-3 *Source de données ODBC*



Le code suivant (`TestJDBCODBC.java`) charge un pilote de type 1, puis se connecte à la source ODBC précitée (inutile de préciser le nom et le mot de passe de l'utilisateur du fait d'une base *Access*). Le DSN est noté en gras dans le script.

Tableau 8-3 Programme JDBC

Web

Code Java	Commentaires
`import java.sql.*;`	Importation.
`class TestJDBCODBC`	Classe ayant une
`{ public static void main (String args [])`	méthode `main`.
`throws SQLException`	Chargement d'un pilote
`{try {Class.forName("sun.jdbc.odbc.JdbcOdbcDriver");}`	JDBC/ODBC.
`catch (ClassNotFoundException ex)`	
`{ System.out.println ("Problème au chargement"); }`	
`try {Connection conn = DriverManager.getConnection`	
`("jdbc:odbc:`**`sourcebaseGTR`**`","","");`	Connexion à la base
`...}`	Access.
`catch(SQLException ex){ … } } }`	Gestion des erreurs.

Base MySQL

Seules les phases de chargement de pilote et de création de la connexion changent. Afin de transférer un pilote MySQL, il faut utiliser l'interface `DriverManager` implémentée par l'appel de la méthode `Class.forName()`. Sous *Connector/J*, le nom de la classe à charger est `com.mysql.jdbc.Driver`. La connexion s'effectue par la méthode `getConnection`.

Tableau 8-4 Chargement du pilote MySQL

Code Java	Commentaires
`try` `{ Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver").newInstance();` `} catch (ClassNotFoundException ex)` `{ System.out.println` `("Problème au chargement"+ex.toString()); }`	Chargement du pilote MySQL.
`try` `{ Connection cx = DriverManager.getConnection` `("jdbc:mysql://localhost/bdsoutou?` `user=soutou&password=iut"); ... }`	Déclaration d'une connexion.
`catch(SQLException ex)` `{ System.err.println("Erreur : "+ex); }`	Gestion des erreurs.

Interface Connection

Le tableau ci-après présente les principales méthodes disponibles de l'interface `Connection`. Nous détaillerons l'invocation de certaines de ces méthodes à l'aide des exemples des sections suivantes.

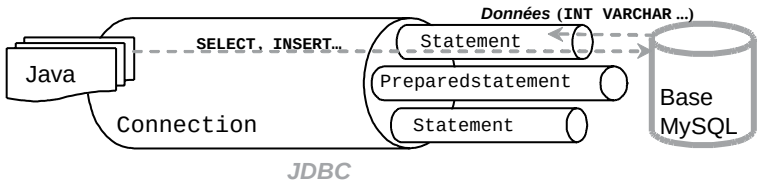
Tableau 8-5 Méthodes de l'interface Connection

Méthode	Description
`createStatement()`	Création d'un objet destiné à recevoir un ordre SQL statique, non paramétré.
`prepareStatement(String)`	Précompile un ordre SQL acceptant des paramètres et pouvant être exécuté plusieurs fois.
`prepareCall(String)`	Appel d'une procédure cataloguée (certains pilotes attendent `execute` ou ne reconnaissent pas `prepareCall`).
`void setAutoCommit(boolean)`	Positionne ou non le *commit* automatique.
`void commit()`	Valide la transaction.
`void rollback()`	Invalide la transaction.
`void close()`	Ferme la connexion.

États d'une connexion

Une fois la connexion établie, il est nécessaire de définir des états qui permettront l'encapsulation d'instructions SQL dans du code Java. Un état permet de faire passer plusieurs instructions SQL sur le réseau. On peut affecter à un état une ou plusieurs instruction SQL. Si on désire exécuter plusieurs fois la même instruction, il est intéressant de réserver l'utilisation d'un état à cet effet.

Figure 8-4 *Connexion et états*



Interfaces disponibles

Différentes interfaces sont prévues à cet effet :

- `Statement` pour les ordres SQL statiques. Ces états sont construits par la méthode `createStatement` appliquée à la connexion.
- `PreparedStatement` pour les ordres SQL paramétrés. Ces états sont construits par la méthode `prepareStatement` appliquée à la connexion.
- `CallableStatement` pour les procédures ou fonctions cataloguées. Ces états sont construits par la méthode `prepareCall` appliquée à la connexion.

S'il ne doit plus être utilisé dans la suite du code Java, chaque objet de type `Statement`, `PreparedStatement` ou `CallableStatement` devra être fermé à l'aide de la méthode `close`.

Méthodes génériques pour les paramètres

Une fois qu'un état est créé, il est possible de lui passer des paramètres par des méthodes génériques (étudiées plus en détail par la suite) :

- `setxxx` où *xxx* désigne le type de la variable (exemple : `setString` ou `setInt`) du sens Java vers MySQL (*setter methods*). Il s'agit ici de paramétrer un ordre SQL (instruction ou appel d'un sous-programme) ;

- `getxxx` (exemple : `getString` ou `getInt`) du sens MySQL vers Java. Il s'agit ici d'extraire des données de la base dans des variables hôtes Java via un curseur Java (*getter methods*) ;
- `updatexxx` (exemple : `updateString` ou `upadateInt`) du sens Java vers MySQL. Il s'agit ici de mettre à jour des données de la base via un curseur Java (*updater methods*). Ces méthodes sont disponibles seulement depuis la version 2 de JDBC (SDK 1.2).

États simples (interface `Statement`)

Nous décrivons ici l'utilisation d'un état simple (interface `Statement`). Nous étudierons par la suite les instructions paramétrées (interface `PreparedStatement`) et appels de sous-programmes (interface `CallableStatement`). Le tableau suivant décrit les principales méthodes de l'interface `Statement`.

Tableau 8-6 Méthodes de l'interface Statement

Méthode	Description
`ResultSet execute-Query(String)`	Exécute une requête et retourne un ensemble de lignes (objet `ResultSet`).
`int executeUpdate(String)`	Exécute une instruction SQL et retourne le nombre de lignes traitées (`INSERT`, `UPDATE` ou `DELETE`) ou 0 pour les instructions ne renvoyant aucun résultat (LDD).
`boolean execute(String)`	Exécute une instruction SQL et renvoie `true` si c'est une instruction `SELECT`, `false` sinon (instructions LMD ou plusieurs résultats `ResultSet`).
`Connection getConnection()`	Retourne l'objet de la connexion.
`void setMaxRows(int)`	Positionne la limite du nombre d'enregistrements à extraire par toute requête issue de cet état.
`int getUpdateCount()`	Nombre de lignes traitées par l'instruction SQL (-1 si c'est une requête ou si l'instruction n'affecte aucune ligne).
`void close()`	Ferme l'état.

Le code suivant (`Etats.java`) présente quelques exemples d'utilisation de ces méthodes sur un état (objet `etatSimple`). Nous supposons qu'un pilote JDBC est chargé et que la connexion `cx` a été créée. Nous verrons en fin de chapitre comment traiter proprement les exceptions.

Tableau 8-7 États simples

Web

Code Java	Commentaires
`Statement etatSimple = cx.createStatement();`	Création de l'état.
`etatSimple.execute("CREATE TABLE IF NOT EXISTS Compagnie(comp VARCHAR(4), nomComp VARCHAR(30), CONSTRAINT pk_Compagnie PRIMARY KEY(comp))");`	Ordre LDD.
`int j = etatSimple.executeUpdate("CREATE TABLE IF NOT EXISTS Avion (immat VARCHAR(6),typeAvion VARCHAR(15), cap SMALLINT, compa VARCHAR(4), CONSTRAINT pk_Avion PRIMARY KEY(immat), CONSTRAINT fk_Avion_comp_Compagnie FOREIGN KEY(compa) REFERENCES Compagnie(comp))");`	Ordre LDD (autre écriture), *j* contient 0 (aucune ligne n'est concernée).
`int k = etatSimple.executeUpdate ("INSERT INTO Compagnie VALUES ('AF','Air France')");`	Ordre LMD, *k* contient 1 (une ligne est concernée).
`etatSimple.execute("INSERT INTO Avion VALUES ('F-WTSS','Concorde',90,'AF')");`	Ordres LMD (autres écritures).
`etatSimple.execute("INSERT INTO Avion VALUES ('F-FGFB','A320',148,'AF')");`	
`etatSimple.setMaxRows(10);`	Pas plus de 10 lignes retournées par les prochaines extractions.
`ResultSet curseurJava = etatSimple.executeQuery("SELECT * FROM Avion");`	Chargement d'un curseur Java.
`etatSimple.execute("DELETE FROM Avion");`	Ordre LMD, *l* contient 2 (avions supprimés).
`int l = etatSimple.getUpdateCount();`	

Méthodes à utiliser

Le tableau suivant indique la méthode préférentielle à utiliser sur l'état courant (objet `Statement`) en fonction de l'instruction SQL à émettre :

Tableau 8-8 Méthodes Java pour les ordres SQL

Instruction SQL	Méthode	Type de retour
`CREATE ALTER DROP`	`executeUpdate`	`int`
`INSERT UPDATE DELETE`	`executeUpdate`	`int`
`SELECT`	`executeQuery`	`ResultSet`

Correspondances de types

Les échanges de données entre variables Java et colonnes des tables Oracle impliquent de prévoir des conversions de types. D'une manière générale, tout type de donnée MySQL peut être convertit en un type `java.lang.String`. Les types numériques trouvent aussi une correspondance dans les types numériques Java (attention toutefois aux arrondis, dépassement de capacité ou perte de précision).

Les tableaux suivants présentent les principales correspondances existantes :

Tableau 8-9 Conversions possibles entre types

Les types MySQL	Peuvent créer les classes Java
CHAR, VARCHAR, BLOB, TEXT, ENUM et SET	java.lang.String, java.io.InputStream, java.io.Reader, java.sql.Blob et java.sql.Clob
FLOAT, REAL, DOUBLE PRECISION, NUMERIC, DECIMAL, TINYINT, SMALLINT, MEDIUMINT, INTEGER et BIGINT	java.lang.String, java.lang.Short, java.lang.Integer, java.lang.Long, java.lang.Double et java.math.BigDecimal
DATE, TIME, DATETIME et TIMESTAMP	java.lang.String, java.sql.Date et java.sql.Timestamp

La méthode `getObject()`de l'interface `ResultSet` (que nous allons étudier plus loin) réalise implicitement les conversions suivantes :

Tableau 8-10 Correspondances entre types

Types MySQL	Types Java
BOOL et BOOLEAN	alias de TINYINT(1)
BLOB, BINARY(*n*), BIT(>1), LONGBLOB, MEDIUMBLOB, TINYBLOB et VARBINARY(n)	byte[]
BIT(1) et TINYINT	java.lang.Boolean si la configuration tinyInt1isBit est mise à *true* (par défaut) et la taille de la variable = 1 (java.lang.Integer sinon).
DOUBLE[(*n*,*p*)]	java.lang.Double
FLOAT[(*n*,*p*)]	java.lang.Float
SMALLINT[(*n*)] [UNSIGNED]	java.lang.Integer (sans contrôle du signe).
INT et INTEGER[(*n*)] [UNSIGNED]	java.lang.Integer (si UNSIGNED java.lang.Long).
MEDIUMINT[(*n*)] [UNSIGNED]	java.lang.Integer (si UNSIGNED java.lang.Long).
BIGINT[(*n*)] [UNSIGNED]	java.lang.Long, (si UNSIGNED java.math.BigInteger).
TINYTEXT, TEXT, MEDIUMTEXT, LONGTEXT, ENUM(...) et SET(...)	java.lang.String
CHAR(M), VARCHAR(M) [BINARY]	java.lang.String (si BINARY, byte[]).
DECIMAL[(*n*[,*p*])]	java.math.BigDecimal
DATE	java.sql.Date
YEAR[(2|4)]	java.sql.Date (date initialisée au 1er Janvier 0h)
TIME	java.sql.Time
DATETIME, TIMESTAMP[(*n*)]	java.sql.Timestamp

Il est possible de connaître le type de la variable (ou de l'objet Java) que vous devez utiliser dans votre programme JDBC pour travailler avec une colonne *col* d'une table *tab*. Pour ce faire, utiliser la méthode `Class getClass()` appliqué à l'objet résultant de l'extraction de la colonne, dans le `ResultSet`, par `getObject("col")`. Une fois cette classe instanciée, il reste à utiliser `String getName()` pour trouver son nom.

Le code suivant (`CorresTypes.java`) présente la manière d'extraire le type Java nécessaire pour travailler avec la colonne `cap` de la table `Avion` (ici `SMALLINT`).

Tableau 8-11 Déduction du type Java à utiliser

Code Java	Commentaires
`ResultSet curseurJava = etatSimple.executeQuery ("SELECT cap FROM Avion LIMIT 1");`	Extraction dans un curseur de la capacité du premier avion.
`while (curseurJava.next ())`	Ouverture et lecture du curseur.
`{ Object obj = curseurJava.getObject("cap");`	Extraction de l'objet Java équivalent.
`System.out.println("Valeur : " +curseurJava.getObject("cap"));`	
`Class clJava = obj.getClass();`	
`System.out.println ("Classe Java equivalente : " +clJava.getName());}`	Déduction de sa classe.

La trace de ce programme est la suivante :

```
Valeur : 148
Classe Java equivalente : java.lang.Integer
```

Manipulations avec la base

Détaillons à présent les différents scénarios que l'on peut rencontrer lors d'une manipulation de la base de données par un programme Java. Les tableaux suivants répertorient les conséquences les plus fréquentes. Les autres cas (relatifs aux contraintes référentielles et aux problèmes de syntaxe) seront étudiés dans la section *Traitement des exceptions*.

Suppression de données

Tableau 8-12 Enregistrements présents dans la table

Code Java	Résultat
`etat.executeUpdate("DELETE FROM Avion");`	Fait la suppression et passe en séquence.
`j = etat.executeUpdate("DELETE FROM Avion");`	Fait la suppression, affecte à `j` le nombre d'enregistrements supprimés et passe en séquence.

Tableau 8-13 Aucun enregistrement dans la table

Code Java	Résultat
`etat.executeUpdate("DELETE FROM Avion");`	Aucune action sur la base et passe en séquence.
`j = etat.executeUpdate("DELETE FROM Avion");`	Aucune action sur la base, affecte à `j` la valeur 0 et passe en séquence.

Ajout d'enregistrements

Tableau 8-14 Différentes écritures d'un INSERT

Code Java	Résultat
`etat.executeUpdate("INSERT INTO Compagnie VALUES ('TAF','Toulouse Air Free')");`	Fait l'insertion et passe en séquence.
`int j= etat.executeUpdate("INSERT INTO Compagnie VALUES ('TAF','Toulouse Air Free')");`	Fait l'insertion, affecte à `j` le nombre 1 et passe en séquence.

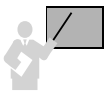
Modification d'enregistrements

Tableau 8-15 Différentes écritures d'un UPDATE

Code Java	Résultat
`etat.executeUpdate("UPDATE Compagnie SET nomComp = 'Air France Compagny' WHERE comp = 'AF'");`	Fait la modification et passe en séquence. Si aucun enregistrement n'est concerné, aucune exception n'est levée.
`int j= etat.executeUpdate("UPDATE Avion SET capacite=capacite*1.2");`	Fait la (les) modification(s), affecte à `j` le nombre d'enregistrements modifiés et passe en séquence (0 si aucun enregistrement n'est modifié).

Extraction de données

Étudions ici la gestion des résultats d'une instruction SELECT.



Le résultat d'une requête est placé dans un objet de l'interface `ResultSet` qui s'apparente à un curseur Java.

Le tableau suivant présente les principales méthodes disponibles de l'interface `ResultSet`. Les méthodes relatives aux curseurs navigables seront étudiées par la suite. Le parcours de ce curseur s'opère par la méthode `next`. Initialement (après création et chargement du curseur), on est positionné avant la première ligne. Bien qu'un objet de l'interface `ResultSet` soit automatiquement fermé quand son état est fermé ou recréé, il est préférable de le fermer explicitement par la méthode `close` s'il ne doit pas être réutilisé.

Tableau 8-16 Méthodes principales de l'interface ResulSet

Méthode	Description
`boolean next()`	Charge l'enregistrement suivant en retournant `true`, renvoie `false` lorsqu'il n'y a plus d'enregistrement suivant.
`void close()`	Ferme le curseur.
`get`*xxx*`(int)`	Récupère, au niveau de l'enregistrement, la valeur de la colonne numérotée de type *xxx*. Exemple : `getInt`(1), `getString`(1), `getDate`(1), etc., pour récupérer la valeur de la première colonne.
`update`*xxx*`(…)`	Modifie, au niveau de l'enregistrement, la valeur de la colonne numérotée de type *xxx*. Exemple : `updateInt`(1,i), `updateString`(1,`nom`), etc.
`ResultSetMetaData getMetaData()`	Retourne un objet `ResultSetMetaData` correspondant au curseur.
`Object getObject(String)`	Retourne la valeur de la colonne désignée par le paramètre dans une variable Java de type adéquat.

Distinguons l'instruction `SELECT` qui génère un curseur statique (objet `Resultset` utilisé sans option particulière) de celle qui produit un curseur navigable ou modifiable (objet `Resultset` employé avec des options disponibles depuis la version 2 de JDBC).

Curseurs statiques

Le code suivant (`SELECTstatique.java`) extrait les avions de la compagnie 'Air France' par l'intermédiaire du curseur `curseurJava`. Notez l'utilisation des différentes méthodes `get` pour récupérer des valeurs issues de colonnes.

Tableau 8-17 Extraction de données dans un curseur statique

Code Java	Commentaires
`try {…`	
`Statement etatSimple = cx.createStatement();`	Création de l'état.
`ResultSet curseurJava =`	Création et chargement du curseur.
`  etatSimple.executeQuery("SELECT immat, cap FROM Avion`	
`WHERE comp = (SELECT comp FROM Compagnie WHERE nom-`	
`Comp='Air France')");`	
`float moyenneCapacité =0;`	
`int nbAvions  = 0;`	
`while (curseurJava.next())`	Parcours du curseur.
`{System.out.print("Immat : "+curseurJava.getString(1));`	
`System.out.println("Capacité : "+curseurJava.getInt(2));`	Extraction de colonnes.
`moyenneCapacité += curseurJava.getInt(2);`	
`nbAvions ++; }`	
`moyenneCapacité /= nbAvions;`	
`System.out.println("Capacité moy : "+moyenneCapacité);`	
`curseurJava.close();`	Fermeture du curseur.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Curseurs navigables

Un curseur `ResultSet` déclaré sans option n'est ni navigable ni modifiable. Seul un déplacement du début vers la fin (par la méthode `next`) est admis. Il est possible de rendre un curseur navigable en permettant de le parcourir en avant ou en arrière, et en autorisant l'accès direct à un enregistrement d'une manière absolue (en partant du début ou de la fin du curseur) ou relative (en partant de la position courante du curseur). On peut aussi rendre un curseur modifiable (la base pourra être changée par l'intermédiaire du curseur).

Dès l'instant où on déclare un curseur navigable, il faut aussi statuer sur le fait qu'il soit modifiable ou pas (section suivante). La nature du curseur est explicitée à l'aide d'options de la méthode `createStatement :`

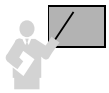
```
Statement createStatement(int typeCurseur, int modifCurseur)
```

Constantes

Les valeurs permises du premier paramètre (*`typeCurseur`*), et qui concernent le sens de parcours, sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 8-18 Constantes de navigation d'un curseur

Constante	Explication
`ResultSet.TYPE_FORWARD_ONLY`	Le parcours du curseur s'opère invariablement du début à la fin (non navigable).
`ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE`	Le curseur est navigable mais pas sensible aux modifications.
`ResultSet.TYPE_SCROLL_SENSITIVE`	Le curseur est navigable et sensible aux modifications.



Un curseur est sensible dès que des mises à jour de la table sont automatiquement répercutées au niveau du curseur durant la transaction. Lorsqu'il est déclaré insensible, les modifications de la table ne sont pas renvoyées dans le curseur.

Méthodes

Les principales méthodes que l'on peut appliquer à un curseur navigable sont les suivantes. Les deux premières sont aussi des méthodes de l'interface `Statement` qui affectent et précisent le sens de parcours pour tous les curseurs de l'état donné.

Tableau 8-19 Méthodes de navigation dans un curseur

Méthode	Fonction
`void setFetchDirection(int)`	Affecte la direction du parcours : `ResultSet.FETCH_FORWARD (1000)`, `ResultSet.FETCH_REVERSE (1001)` ou `ResultSet.FETCH_UNKNOWN (1002)`.
`int getFetchDirection()`	Extrait la direction courante (une des trois valeurs ci-dessus).
`boolean isBeforeFirst()`	Indique si le curseur est positionné avant le premier enregistrement (`false` si aucun enregistrement n'existe).
`void beforeFirst()`	Positionne le curseur avant le premier enregistrement (aucun effet si le curseur est vide).
`boolean isFirst()`	Indique si le curseur est positionné sur le premier enregistrement (`false` si aucun enregistrement n'existe).
`boolean isLast()`	Indique si le curseur est positionné sur le dernier enregistrement (`false` si aucun enregistrement n'existe).
`boolean isAfterLast()`	Indique si le curseur est positionné après le dernier enregistrement (`false` si aucun enregistrement n'existe).
`void afterLast()`	Positionne le curseur après le dernier enregistrement (aucun effet si le curseur est vide).
`boolean first()`	Positionne le curseur sur le premier enregistrement (`false` si aucun enregistrement n'existe).
`boolean previous()`	Positionne le curseur sur l'enregistrement précédent (`false` si aucun enregistrement ne précède).
`boolean last()`	Positionne le curseur sur le dernier enregistrement (`false` si aucun enregistrement n'existe).
`boolean absolute(int)`	Positionne le curseur sur le n-ième enregistrement (en partant du début si *n* est positif, ou de la fin si *n* est négatif, `false` si aucun enregistrement n'existe à cet indice).
`boolean relative(int)`	Positionne le curseur sur le n-ième enregistrement en partant de la position courante (en avant si *n* est positif, ou en arrière si *n* est négatif, `false` si aucun enregistrement n'existe à cet indice).

Connector/J de MySQL ne permet pas encore de changer le sens de parcours d'un curseur au niveau de l'état et au niveau du curseur lui-même (seule la constante `ResultSet.FETCH_FORWARD` est interprétée). Aucune erreur n'a lieu à l'exécution si vous modifiez le sens de parcours d'un curseur, la direction restera simplement inchangée (en avant toute !).

Ainsi, pour parcourir un curseur à l'envers, il faudra soit utiliser des indices négatifs (dans les méthodes `absolute` et `relative`), soit employer la méthode `previous` en partant de la fin du curseur (`afterLast`).

Parcours

Le code suivant (SELECTnavigable.java) présente une utilisation du curseur navigable curseurNaviJava. Le deuxième test renvoie false, car, après l'ouverture, le curseur n'est pas positionné sur le premier enregistrement, et la méthode next le place selon le sens du parcours du curseur.

Tableau 8-20 Parcours d'un curseur navigable

Web

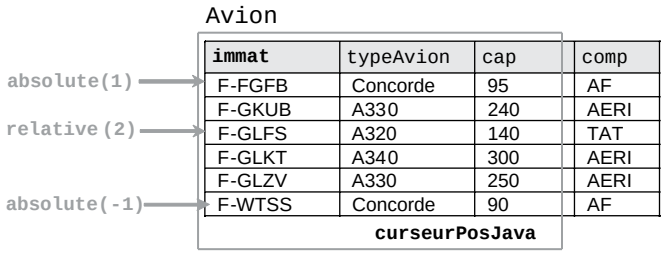
Code Java	Commentaires
`try {…`	
`Statement etatSimple =createStatement (ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE,ResultSet.CONCUR_READ_ONLY);`	Création de l'état.
`ResultSet curseurNaviJava = etatSimple.executeQuery("SELECT immat,typeAvion,cap FROM Avion");`	Création et chargement du curseur.
`if ( curseurNaviJava.isBeforeFirst() )`	Test renvoyant true.
`System.out.println("Curseur positionné au début");`	
`if ( curseurNaviJava.isFirst() )`	Test renvoyant false.
`System.out.println("Curseur positionné sur le 1er déjà");`	
`while( curseurNaviJava.next() )`	Parcours du curseur en affichant les premier et dernier enregistrements.
`{if ( curseurNaviJava.isFirst() )`	
`System.out.println("1er avion : ");`	
`if ( curseurNaviJava.isLast() )`	
`System.out.println("Dernier avion : ");`	
`System.out.print("Immat: "+curseurNaviJava.getString(1));`	
`System.out.println(" type : "+curseurNaviJava.getString(2));}`	
`if ( curseurNaviJava.isAfterLast() )System.out.println("Curseur positionné après la fin");`	Test renvoyant true.
`if ( curseurNaviJava.previous() )`	Affiche l'avant-dernier enregistrement.
`if ( curseurNaviJava.previous() )`	
`{System.out.prinln("Avant dernier avion : "+ curseurNaviJava.getString(1));}`	
`if ( curseurNaviJava.first() )`	Affiche le premier enregistrement.
`{System.out.println("First avion : "+ curseurNaviJava.getString(1));}`	
`if ( curseurNaviJava.last() )`	Affiche le dernier enregistrement.
`{System.out.println("Last avion : "+ curseurNaviJava.getString(1));}`	
`curseurNaviJava.close();`	Ferme le curseur.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Créez des curseurs non navigables quand vous voulez rapatrier de très gros volumes de données (taille du cache limitative côté client). Fragmentez vos requêtes quand vous voulez manipuler des curseurs navigables. Les prochaines versions de MySQL et *Connector/J* devraient prendre en charge une gestion côté serveur des curseurs navigables.

Positionnements

Des méthodes assurent l'accès direct à un curseur navigable. Notez que `absolute(1)` équivaut à `first()`, de même `absolute(-1)` équivaut à `last()`. Concernant la méthode `relative`, il faut l'utiliser dans un test pour s'assurer qu'elle s'applique à un enregistrement existant (voir l'exemple suivant). D'autre part, l'utilisation de `relative(0)` n'a aucun effet. Considérons la table suivante qui est interrogée au niveau des trois premières colonnes par le curseur navigable `curseurPosJava` :

Figure 8-5 *Curseur navigable*



Le code suivant (`SELECTPositions.java`) présente les méthodes qui permettent d'accéder directement à des enregistrements de ce curseur :

Tableau 8-21 Positionnements dans un curseur navigable

Web

Code Java	Commentaires
`try {…`	
`Statement etatSimple =createStatement (ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE, ResultSet.CONCUR_READ_ONLY);`	Création de l'état avec curseurs insensibles et non modifiables.
`ResultSet curseurPosJava = etatSimple.executeQuery("SELECT immat,typeAvion,cap FROM Avion");`	Création et chargement du curseur.
`curseurPosJava.absolute(1);`	Curseur sur le premier avion.
`if (curseurPosJava.relative(2)) System.out.println("relative(2): "+ curseurPosJava.getString(1));`	Accès au troisième avion.
`else System.out.println("Pas de 3ème avion!");`	
`if (curseurPosJava.relative(-2)) System.out.println("relative(-2) : "+ curseurPosJava.getString(1));`	Retour au premier avion.
`else System.out.println("Pas retour -2 possible !");`	

Tableau 8-21 Positionnements dans un curseur navigable *(suite)*

Code Java	Commentaires
`if (curseurPosJava.absolute(-2)` `  System.out.println("absolute(-2) : "+` `  curseurPosJava.getString(1));` `else` `  System.out.println("Pas d'avant dernier avion");`	Accès à l'avant-dernier enregistrement.
`curseurPosJava.afterLast();`	Parcours du curseur en sens inverse.
`while(curseurPosJava.previous()) { … }`	
`curseurPosJava.close();`	Fermeture du curseur.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Pour définir un curseur navigable :

- Une requête ne doit pas contenir de jointure.
- Écrivez « `SELECT a.* FROM table a…` » à la place de « `SELECT * FROM table…` ».

Curseurs modifiables

Un curseur modifiable permet de mettre à jour la base de données : transformation de colonnes, suppressions et insertions d'enregistrements. Les valeurs permises du deuxième paramètre (*`modifCurseur`*) de la méthode `createStatement`, définie à la section précédente, sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 8-22 Constantes de modification d'un curseur

Constante	Explication
`ResultSet.CONCUR_READ_ONLY`	Le curseur ne peut être modifié.
`ResultSet.CONCUR_UPDATABLE`	Le curseur peut être modifié.

Le caractère modifiable d'un curseur est indépendant de sa navigabilité. Néanmoins, il est courant qu'un curseur modifiable soit également navigable (pour pouvoir se positionner à la demande sur un enregistrement avant d'effectuer sa mise à jour).

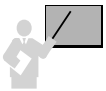
Pour spécifier un curseur de nature `CONCUR_UPDATABLE` :

- Une requête ne doit pas contenir de jointure ni de regroupement, elle doit seulement extraire des colonnes (les fonctions monolignes et multilignes sont interdites).
- Écrivez « `SELECT a.* FROM table a…` » à la place de « `SELECT * FROM table…` » ;

Il est aussi possible de définir un curseur par une requête de type SELECT… FOR UPDATE. Les principales méthodes relatives aux curseurs modifiables sont les suivantes :

Tableau 8-23 Méthodes de navigation dans un curseur

Méthode	Fonction
`int getResultSetType()`	Renvoie le caractère navigable des curseurs d'un état donné (`ResultSet.TYPE_FORWARD_ONLY`…).
`int getResultSetConcurrency()`	Renvoie le caractère modifiable des curseurs d'un état donné (`ResultSet.CONCUR_READ_ONLY` ou `ResultSet.CONCUR_UPDATABLE`).
`int getType()`	Renvoie le caractère navigable d'un curseur donné.
`int getConcurrency()`	Renvoie le caractère modifiable d'un curseur donné.
`void deleteRow()`	Supprime l'enregistrement courant.
`void updateRow()`	Modifie la table avec l'enregistrement courant.
`void cancelRowUpdates()`	Annule les modifications faites sur l'enregistrement courant.
`void moveToInsertRow()`	Déplace le curseur vers un nouvel enregistrement.
`void insertRow()`	Insère dans la table l'enregistrement courant.
`void moveToCurrentRow()`	Retour vers l'enregistrement courant (à utiliser éventuellement après `moveToInsertRow`).

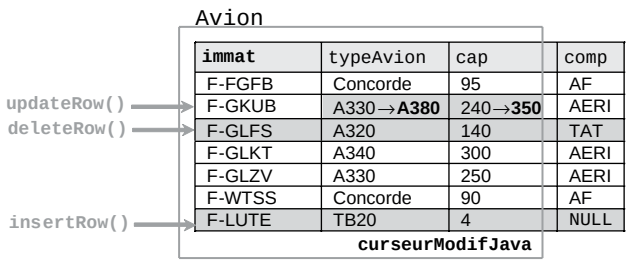


Les opérations de modification et d'insertion (UPDATE et INSERT) à travers un curseur se réalisent en deux temps : mise à jour du curseur puis propagation à la table de la base de données. Il suffit ainsi de ne pas exécuter la deuxième étape pour ne pas opérer la mise à jour de la base.

La suppression d'enregistrements (DELETE) à travers un curseur s'opère en une seule instruction qui n'est pas forcément validée par la suite : il faudra programmer explicitement le `commit` ou laisser le paramètre d'autocommit à `true` (par défaut).

La figure suivante illustre les modifications effectuées sur la table `Avion` par l'intermédiaire du curseur `CurseurModifJava` utilisé par les trois programmes Java suivants :

Figure 8-6 *Mises à jour d'un curseur*



immat	typeAvion	cap	comp
F-FGFB	Concorde	95	AF
F-GKUB	A330→**A380**	240→**350**	AERI
F-GLFS	A320	140	TAT
F-GLKT	A340	300	AERI
F-GLZV	A330	250	AERI
F-WTSS	Concorde	90	AF
F-LUTE	TB20	4	NULL

Suppressions

Le code suivant (`ResultDELETE.java`) supprime le troisième enregistrement du curseur et répercute la mise à jour au niveau de la table `Avion` du schéma connecté. Nous déclarons ici ce curseur « navigable » :

Tableau 8-24 Suppression d'un enregistrement

Code Java	Commentaires
`try {…`	
`Statement etatSimple =`	
`cx.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE,`	
`ResultSet.CONCUR_UPDATABLE);`	Création de l'état et désactivation de la validation automatique.
`cx.setAutoCommit(false);`	
`ResultSet curseurModifJava = etatSimple.executeQuery`	Création du curseur.
`("SELECT immat,typeAvion,cap FROM Avion");`	
`if (curseurModifJava.absolute(3))`	Accès direct au troisième avion, suppression de l'enregistrement.
`{ curseurModifJava.deleteRow();`	
`cx.commit(); }`	
`else`	
`System.out.println("Pas de 3ème avion!");`	
`curseurModifJava.close();`	Fermeture du curseur.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Le code suivant (`ResultDELETE2.java`) supprime le même enregistrement en supposant son indice a priori inconnu. Nous déclarons ici ce curseur « non navigable ». Notez l'utilisation de la méthode `equals` pour comparer deux chaînes de caractères :

Tableau 8-25 Suppression d'un enregistrement

Code Java	Commentaires
`try {…`	
`Statement etatSimple =`	
`cx.createStatement(ResultSet.TYPE_FORWARD_ONLY,`	
`ResultSet.CONCUR_UPDATABLE);`	Création de l'état et désactivation de la validation automatique.
`cx.setAutoCommit(false);`	
`ResultSet curseurModifJava = etatSimple.executeQuery`	Création du curseur.
`("SELECT immat,typeAvion,cap FROM Avion");`	
`String p_immat = "F-GLFS";`	
`while(curseurModifJava.next())`	Accès à l'enregistrement et suppression.
`{if (curseurModifJava.getString(1).equals(p_immat))`	
`{curseurModifJava.deleteRow(); }`	
`}`	
`curseurModifJava.close();`	Fermeture du curseur.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Modifications

La modification de colonnes d'un enregistrement au niveau de la base de données s'opère en deux étapes : mise à jour du curseur par les méthodes `updatexxx` (*updater methods*), puis propagation des mises à jour dans la table par la méthode `updateRow()`.

Les méthodes `updatexxx` ont chacune deux signatures. Par exemple, la méthode de modification d'une chaîne de caractères (valable pour les colonnes CHAR et VARCHAR) est disponible en raisonnant en fonction soit de la position soit du nom de la colonne du curseur :

```
void updateString(int positionColonne, String chaîne)
void updateString(String nomColonne, String chaîne)
```

Le code suivant (`ResultUPDATE.java`) change, au niveau de la table `Avion`, deux colonnes du deuxième enregistrement du curseur. Nous déclarons ici ce curseur « sensible » pour pouvoir éventuellement visualiser la transformation réalisée dans le même programme.

Tableau 8-26 Modifications d'un enregistrement

Web

Code Java	Commentaires
`try {…`	
`Statement etatSimple =`	
`cx.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_SENSITIVE,`	
`ResultSet.CONCUR_UPDATABLE);`	Création de l'état et désactivation de la validation automatique.
`cx.setAutoCommit(false);`	
`ResultSet curseurModifJava = etatSimple.executeQuery`	Création du curseur.
`("SELECT immat,typeAvion,cap FROM Avion");`	
`if (curseurModifJava.absolute(2))`	Accès à l'enregistrement.
`{ curseurModifJava.updateString(2,"A380");`	Première étape.
`curseurModifJava.updateInt(3,350);`	
`curseurModifJava.updateRow();`	Deuxième étape.
`cx.commit(); }`	
`else`	Validation.
`System.out.println("Pas de 2ème avion!");`	
`curseurModifJava.close();`	Fermeture du curseur.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Insertions

L'insertion d'un enregistrement au niveau de la base de données s'opère en trois étapes : préparation à l'insertion dans le curseur par la méthode `moveToInsertRow`, mise à jour du curseur par les méthodes `updatexxx`, puis propagation des actualisations dans la table par la méthode `insertRow`. L'éventuel retour à l'enregistrement courant se programme à l'aide de la méthode `moveToCurrentRow`.

Le code suivant (`ResultINSERT.java`) insère un nouvel enregistrement au niveau de la table `Avion`. La quatrième colonne de la table n'est pas indiquée dans le curseur, elle est

donc passée à NULL au niveau de la table, en l'absence de valeur par défaut définie dans la colonne.

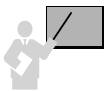
Tableau 8-27 Insertion d'un enregistrement

Code Java	Commentaires
`try {…`	
`Statement etatSimple =`	
`cx.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_SENSITIVE,`	
`ResultSet.CONCUR_UPDATABLE);`	Création de l'état et désactivation de la validation automatique.
`cx.setAutoCommit(false);`	
`ResultSet curseurModifJava = etatSimple.executeQuery`	Création du curseur.
`("SELECT immat,typeAvion,cap FROM Avion");`	
`curseurModifJava.moveToInsertRow();`	Première étape.
`curseurModifJava.updateString(1,"F-LUTE");`	Deuxième étape.
`curseurModifJava.updateString(2,"TB20");`	
`curseurModifJava.updateInt(3,4);`	
`curseurModifJava.insertRow();`	
`cx.commit();`	Troisième étape.
`curseurModifJava.close();`	Validation. Fermeture du curseur.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Gestion des séquences

Avant la version 3.0 de l'API JDBC de Sun, il n'y avait pas de possibilité « standard » d'extraire la valeur courante d'une séquence (colonne AUTO_INCREMENT). Avec des anciens pilotes JDBC pour MySQL, il était possible d'utiliser une méthode spécifique de l'interface Statement, ou d'exécuter une requête du type SELECT LAST_INSERT_ID() après avoir inséré un enregistrement. Le premier mécanisme n'assure pas la portabilité, le second n'est pas efficace, puisqu'il oblige à insérer une ligne au préalable (qu'on peut toutefois annuler avec un rollback).

À présent, JDBC 3.0 offre deux nouveaux mécanismes afin d'extraire la valeur courante d'une séquence AUTO_INCREMENT : la méthode getGeneratedKeys() ou l'exploitation d'un curseur modifiable via la méthode insertRow().



Dans tous les cas, il n'est pas nécessaire d'insérer réellement un nouvel enregistrement (annulation possible par rollback). En revanche, l'exécution de l'ajout (par INSERT) est obligatoire pour que MySQL évalue une nouvelle valeur de la séquence. Cette action est irréversible dans le sens où la séquence sera incrémentée qu'on valide ou non l'ajout de l'enregistrement.

Méthode getGeneratedKeys

Le code suivant (`Sequence1.java`) insère un nouvel enregistrement dans la table `Affreter` (décrite au chapitre 2, section *Séquences*) et récupère la valeur courante de la séquence à l'aide de la méthode `getGeneratedKeys()`.

Tableau 8-28 Récupération d'une séquence à l'aide d'un état

Code Java	Commentaires
`try {…`	
`  Statement etat = cx.createStatement`	
`       (java.sql.ResultSet.TYPE_FORWARD_ONLY,`	
`        java.sql.ResultSet.CONCUR_UPDATABLE);`	Création de l'état et désactivation de la validation automatique.
`  cx.setAutoCommit(false);`	
`  etat.execute("INSERT INTO bdsoutou.Affreter (comp,immat,dateAff,nbPax)VALUES('AF','A1',NOW(),100)", Statement.RETURN_GENERATED_KEYS);`	Insertion avec l'option de récupération de clé générée.
`  ResultSet curseur = etat.getGeneratedKeys();`	Extraction de la séquence.
`  if (curseur.next())`	
`     System.out.println("Valeur de la sequence "+`	
`                        curseur.getInt(1));`	
`  else System.out.println("Pb sequence ");`	
`  cx.rollback();`	
`  curseur.close();  etat.close();  cx.close();`	Invalidation de l'ajout. Fermeture des objets.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Curseur modifiable

Le code suivant (`Sequence2.java`) insère un nouvel enregistrement dans la table `Affreter` par un curseur modifiable, et récupère la valeur courante de la séquence à l'aide de la méthode `getInt()` appliquée à la colonne `AUTO_INCREMENT`.

Tableau 8-29 Récupération d'une séquence à l'aide d'un curseur modifiable

Code Java	Commentaires
`try {…`	
`  Statement etat = cx.createStatement`	
`       (java.sql.ResultSet.TYPE_FORWARD_ONLY,`	
`        java.sql.ResultSet.CONCUR_UPDATABLE);`	Création de l'état et désactivation de la validation automatique.
`  cx.setAutoCommit(false);`	

Tableau 8-29 Récupération d'une séquence à l'aide d'un curseur modifiable *(suite)*

Code Java	Commentaires
`ResultSet curseur = etat.executeQuery( "SELECT numAff,immat,comp,dateAff FROM bdsoutou.Affreter");`	
`curseur.moveToInsertRow();`	
`curseur.insertRow();`	Insertion via le curseur.
`curseur.last();`	
`System.out.println("Valeur de la sequence "+ curseur.getInt(1));`	Extraction de la séquence.
`cx.rollback();`	
`curseur.close(); etat.close(); cx.close();`	Invalidation de l'ajout. Fermeture des objets.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Interface ResultSetMetaData

L'interface `ResultSetMetaData` est utile pour retrouver dynamiquement des propriétés des tables qui sont manipulées par des curseurs `ResultSet`. Cette interface est intéressante pour programmer dynamiquement des requêtes ou d'autres instructions SQL. Ces fonctions vont extraire de manière transparente des informations par l'intermédiaire du dictionnaire des données.

Une fois un curseur `ResultSet` programmé, il suffit de lui appliquer la méthode `getMetaData()` pour disposer d'un objet `ResultSetMetaData`. Le tableau suivant présente les principales méthodes disponibles de l'interface `ResultSetMetaData` :

Tableau 8-30 Méthodes principales de l'interface ResultSetMetaData

Méthode	Description
`int getColumnCount()`	Retourne le nombre de colonnes du curseur.
`String getColumnName(int)`	Retourne le nom de la colonne d'un indice donné du curseur.
`int getColumnType(int)`	Retourne le code du type (selon la classification de `java.sql.Types`) de la colonne d'un indice donné du curseur.
`String getColumnTypeName(int)`	Retourne le nom du type SQL de la colonne d'un indice donné du curseur.
`int isNullable(int)`	Indique si la colonne d'un indice donné du curseur peut être nulle (constantes retournées : `ResultSetMetaData.columnNoNulls`, `ResultSetMetaData.columnNullable` ou `ResultSetMetaData.columnNullableUnknown`).
`int getPrecision(int)`	Nombre de chiffres avant la virgule de la colonne désignée.
`int getScale(int)`	Nombre de décimales de la colonne désignée.
`String getSchemaName(int)`	Nom du schéma propriétaire de la colonne.
`String getTableName(int)`	Nom de la table de la colonne.

Comme nous l'avons vu au chapitre 5, MySQL ne renseigne pas encore le nom de catalogue. Ainsi, la méthode `getSchemaName()` n'est pas encore reconnue.

Le code suivant (`ResulSetMeta.java`) utilise des méthodes de l'interface `ResultSetMetaData` sur la base de la requête extrayant trois colonnes dans la table `Avion` :

Tableau 8-31 Extraction de méta-informations au niveau d'un curseur

Code Java	Commentaires
`try { …`	
`ResultSet curseurJava=etatSimple.executeQuery ("SELECT immat, typeAvion, cap FROM Avion");`	Création du curseur.
`ResultSetMetaData rsmd = curseurJava.getMetaData();`	Création d'un objet `ResultSetMetaData`.
`int nbCol = rsmd.getColumnCount();`	`nbCol` contient 3.
`String nom2emeCol = rsmd.getColumnName(2);`	`nom2emeCol` contient `typeAvion`.
`String type2emeCol = rsmd.getColumnTypeName(2);`	`type2emeCol` contient VARCHAR.
`int codeType2emeCol = rsmd.getColumnType(2);`	`codeType2emeCol` contient 12 (code pour VARCHAR).
`if (rsmd.isNullable(1) == ResultSetMetaData.columnNoNulls)`	Test renvoyant vrai (la première colonne est la clé primaire).
`…`	
`int p1 = rsmd.getPrecision(3);`	Taille de la colonne `cap` (renvoie 6 pour un `SMALLINT`).
`int t1 = rsmd.getScale(3);`	Décimales de la colonne `cap` (renvoie 0 pour un `SMALLINT`).
`curseurJava.close();`	Fermeture du curseur.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Interface DatabaseMetaData

L'interface `DatabaseMetaData` est utile pour connaître des aspects plus généraux de la base de données cible (version, éditeur, prise en charge des transactions…) ou des informations sur la structure de la base (structures des tables et vues, prérogatives...).

Plus de quarante méthodes sont proposées par l'interface `DatabaseMetaData`. Le tableau suivant en présente quelques-unes. Consultez la documentation du JDK pour en savoir plus.

Tableau 8-32 Méthodes principales de l'interface ResultSetMetaData

Méthode	Description
`ResultSet getColumns(String, String, String, String)`	Description de toutes les colonnes d'une table d'un schéma donné.
`String getDatabaseProductName()`	Nom de l'éditeur de la base de données utilisée.
`String getDatabaseProductVersion()`	Numéro de la version de la base utilisée.

Tableau 8-32 Méthodes principales de l'interface ResultSetMetaData *(suite)*

Méthode	Description
`ResultSet getTables(String, String, String, String[])`	Description des tables d'un schéma donné.
`String getUserName()`	Nom de l'utilisateur connecté (schéma courant).
`boolean supportsSavepoints()`	Renvoie `true` si la base reconnaît les points de validation.
`boolean supportsTransactions()`	Renvoie `true` si la base reconnaît les transactions.

Le code suivant (`MetaData.java`) emploie ces méthodes pour extraire des informations à propos de la base cible et des objets (tables, vues, séquences…) du schéma courant.

Tableau 8-33 Extraction de méta-informations au niveau d'un schéma

Web

Code Java	Commentaires
`try {`	
`…`	
`DatabaseMetaData infoBase = cx.getMetaData();`	Création d'un objet `DatabaseMetaData`.
`ResultSet toutesLesTables = infoBase.getTables("", infoBase.getUserName(), null, null);`	
`System.out.println("Objets du schema "+ infoBase.getUserName());`	Création d'un objet `ResultSet` contenant les caractéristiques du schéma courant.
`while (toutesLesTables.next())`	Parcours du curseur en affichant quelques caractéristiques.
`{ System.out.print("Nom de l'objet: "+ toutesLesTables.getString(3));`	
`System.out.println(" Type : "+ toutesLesTables.getString(4)); }`	
`System.out.println("Nom base : "+ infoBase.getDatabaseProductName());`	Affichage du nom de la base.
`System.out.println("Version base : "+ infoBase.getDatabaseProductVersion());`	Affichage de la version de la base.
`if (infoBase.supportsTransactions())`	Transactions prises en charge ou pas.
`System.out.println("Supporte les Transactions");`	
`toutesLesTables.close();`	Fermeture du curseur.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

La trace de ce programme est la suivante (dans notre jeu d'exemples) :

```
Objets du schema soutou@localhost
Nom de l'objet: Avion Type : TABLE
Nom de l'objet: Compagnie Type : TABLE
Nom base : MySQL
Version base : 5.0.15-nt
Supporte les SelectForUpdate
Supporte les Transactions
```

Instructions paramétrées (PreparedStatement)

L'interface `PreparedStatement` hérite de l'interface `Statement`, et la spécialise en permettant de paramétrer des objets (états préparés) représentant des instructions SQL précompilées. Ces états sont créés par la méthode `prepareStatement` de l'interface `Connection` décrite ci-après. La chaîne de caractères contient l'ordre SQL dont les paramètres, s'il en possède, doivent être indiqués par le symbole « ? ».

```
PreparedStatement prepareStatement(String)
```

Une fois créés, ces objets peuvent être aisément réutilisés pour exécuter à la demande l'instruction SQL, en modifiant éventuellement les valeurs des paramètres d'entrée à l'aide des méthodes `setxxx` (*setter methods*). Le tableau suivant décrit les principales méthodes de l'interface `preparedStatement` :

Tableau 8-34 Méthodes de l'interface PreparedStatement

Méthode	Description
`ResultSet executeQuery()`	Exécute la requête et retourne un curseur ni navigable, ni modifiable par défaut.
`int executeUpdate()`	Exécute une instruction LMD (`INSERT`, `UPDATE` ou `DELETE`) et retourne le nombre de lignes traitées, ou 0 pour les instructions SQL ne retournant aucun résultat (LDD).
`boolean execute()`	Exécute une instruction SQL et renvoie `true`, si c'est une instruction `SELECT`, `false` sinon.
`void setNull(int, int)`	Affecte la valeur `NULL` au paramètre de numéro et de type (classification `java.sql.Types`) spécifiés.
`void close()`	Ferme l'état.

Décrivons à présent un exemple d'appel pour chaque méthode de compilation d'un ordre paramétré. On suppose la connexion `cx` créée :

Extraction de données (executeQuery)

Le code suivant (`PrepareSELECT.java`) illustre l'utilisation de la méthode `executeQuery` pour extraire les enregistrements de la table `Avion` :

Tableau 8-35 Extraction de données par un ordre préparé

Code Java	Commentaires
`try { …`	
`String ordreSQL =`	
`"SELECT immat, typeAvion, cap FROM Avion";`	Création d'un état préparé.
`PreparedStatement étatPréparé =`	
`cx.prepareStatement(ordreSQL);`	
`ResultSet curseurJava = étatPréparé.executeQuery();`	Création du curseur résultant de la compilation de l'état.
`while(curseurJava.next())`	Parcours du curseur.
`{ … }`	
`curseurJava.close();`	Fermeture du curseur.
`étatPréparé.close();`	Fermeture de l'état.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Mises à jour (executeUpdate)

Le code suivant (`PrepareINSERT.java`) illustre l'utilisation de la méthode `executeUpdate` pour insérer l'enregistrement (`F-NEW`, `A319`, `178`, `AF`) dans la table `Avion` composée de quatre colonnes de types `CHAR(6)`, `VARCHAR(15)`, `SMALLINT` et `VARCHAR(4)` :

Tableau 8-36 Insertion d'un enregistrement par un ordre préparé

Code Java	Commentaires
`try { …`	
`String ordreSQL =`	
`"INSERT INTO Avion VALUES (?, ?, ?, ?)";`	Création d'un état préparé.
`PreparedStatement étatPréparé =`	
`cx.prepareStatement(ordreSQL);`	
`étatPréparé.setString(1, "F-NEW");`	Passage des paramètres.
`étatPréparé.setString(2, "A319");`	
`étatPréparé.setInt(3, 178);`	
`étatPréparé.setString(4, "AF");`	
`System.out.println(étatPréparé.executeUpdate()`	Exécution de l'instruction.
`+ " avion inséré.");`	
`étatPréparé.close();`	Fermeture de l'état.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Instruction LDD (execute)

Le code suivant (`PrepareDELETE.java`) illustre l'utilisation de la méthode `execute` pour supprimer un avion dont l'immatriculation passe en paramètre :

Tableau 8-37 Insertion d'un enregistrement par un ordre préparé

Code Java	Commentaires
`try { …`	
`cx.setAutoCommit(false);`	
`String ordreSQL =`	
`"DELETE FROM Avion WHERE immat = ?";`	
`PreparedStatement étatPréparé =`	
`cx.prepareStatement(ordreSQL);`	Création d'un état préparé.
`étatPréparé.setString(1, "F-NEW ");`	Passage du paramètre.
`if (! étatPréparé.execute() )`	Exécution de l'instruction.
`{ System.out.println("Enregistrement supprimé");`	
`cx.commit(); }`	
`étatPréparé.close();`	Fermeture de l'état.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Il n'est pas possible de paramétrer des instructions SQL du LDD (`CREATE`, `ALTER`…). Pour résoudre ce problème, il faut construire dynamiquement la chaîne (`String`) qui contient l'instruction à l'aide de l'opérateur de concaténation Java (+). Cette chaîne sera ensuite l'unique paramètre de la méthode `prepareStatement`.

Procédures cataloguées

L'interface `CallableStatement` permet d'appeler des sous-programmes (fonctions ou procédures cataloguées), en passant d'éventuels paramètres en entrée et en en récupérant en sortie. L'interface `CallableStatement` spécialise l'interface `PreparedStatement`. Les paramètres d'entrée sont affectés par les méthodes `setxxx`. Les paramètres de sortie (définis `OUT` au niveau du sous-programme) sont extraits à l'aide des méthodes `getxxx`. Ces états qui permettent d'appeler des sous-programmes sont créés par la méthode `prepareCall` de l'interface `Connection`, décrite ci-après :

```
CallableStatement prepareCall(String)
```

Le tableau suivant décompose le paramètre de cette méthode (deux écritures sont possibles). Chaque paramètre est indiqué par un symbole « ? » :

Tableau 8-38 Paramètre de prepareCall

Type du sous-programme	Paramètre
Fonction	`{? = call nomFonction( [?, ?, ...] ) }`
Procédure	`{call nomProcédure( [?, ?, ...] ) }`

Une fois l'état créé, il faut répertorier le type des paramètres de sortie (méthode `registerOutParameter`), passer les valeurs des paramètres d'entrée, appeler le sous-programme et analyser les résultats. Le tableau suivant décrit les principales méthodes de l'interface `CallableStatement` :

Tableau 8-39 Méthodes de l'interface CallableStatement

Méthode	Description
`ResultSet executeQuery()`	Idem `PreparedStatement`.
`int executeUpdate()`	Idem `PreparedStatement`.
`boolean execute()`	Idem `PreparedStatement`.
`void registerOutParameter(int, int)`	Transfère un paramètre de sortie à un indice donné d'un type Java (classification `java.sql.Types`).
`boolean wasNull()`	Détermine si le dernier paramètre de sortie extrait est à `NULL`. Cette méthode doit être seulement invoquée après une méthode de type `get`*xxx*.

Exemple

Le programme JDBC suivant (`CallableProcedure.java`) décrit l'appel de la procédure `leNomCompagnieEst` (ayant deux paramètres). Le premier indique l'avion de la compagnie recherché, le second contient le résultat (nom de la compagnie).

```
CREATE PROCEDURE bdsoutou.leNomCompagnieEst
      (IN p_immat CHAR(6),OUT p_nomcomp VARCHAR(25))
BEGIN
 DECLARE flagNOTFOUND BOOLEAN DEFAULT 0;
 BEGIN
   DECLARE EXIT HANDLER FOR NOT FOUND SET flagNOTFOUND :=1;
   SELECT nomComp INTO p_nomcomp FROM Compagnie
   WHERE comp = (SELECT compa FROM Avion WHERE immat = p_immat);
 END;

 IF flagNOTFOUND THEN
    SET p_nomcomp := NULL;
 END IF;
END;
```

Le tableau suivant décrit les étapes nécessaires à l'appel de cette procédure (qui ne gère pas les éventuelles erreurs) pour l'avion d'immatriculation 'F-GLFS'.

Tableau 8-40 Appel d'une procédure (paramètre en entrée et sortie)

Code Java	Commentaires
`String ordreSQL = "{call bdsoutou.leNomCompagnieEst(?,?)}";`	
`CallableStatement étatAppelable = cx.prepareCall(ordreSQL);`	Création d'un état appelable.
`étatAppelable.registerOutParameter (2,java.sql.Types.VARCHAR);`	Déclaration du paramètre de sortie.
`étatAppelable.setString(1,"F-GLFS");`	Passage du paramètre d'entrée.
`étatAppelable.execute();`	Exécution de la procédure.
`System.out.print("Compagnie de F-GLFS : "+ étatAppelable.getString(2));`	
`étatAppelable.close();`	Extraction du résultat. Fermeture de l'état.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

La trace de l'appel de cette procédure est la suivante :

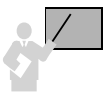
```
Compagnie de F-GLFS : Transport Air Tour
```

Pensez, sous *root*, à donner les privilèges nécessaires à l'utilisateur qui va lancer le sous-programme via Java (pour mon test, j'ai dû lancer `GRANT EXECUTE ON bdsoutou.* TO 'soutou'@'localhost'` et `GRANT SELECT ON mysql.proc TO 'soutou'@'localhost'`). Si vous ne le faites pas, JDBC vous rappellera clairement à l'ordre.

Transactions

JDBC supporte le mode transactionnel qui consiste à valider tout ou une partie d'un ensemble d'instructions. Nous avons déjà décrit, à la section *Interface* `Connection`, les méthodes qui permettent à un programme Java de coder des transactions (`setAutoCommit`, `commit` et `rollback`).

Par défaut, chaque instruction SQL est validée (on parle *d'autocommit*). Lorsque ce mode est désactivé, il faut gérer manuellement les transactions avec `commit` ou `rollback`.



Quand le mode *autocommit* est désactivé :

- La déconnexion d'un objet `Connection` (par la méthode `close`) valide implicitement la transaction (même si `commit` n'a pas été invoqué avant la déconnexion).
- Chaque instruction du LDD (`CREATE`, `ALTER`, `DROP`) valide implicitement la transaction.

Points de validation

Depuis la version 3.0 de JDBC (JDK 1.4), on peut inclure des points de validation et affiner ainsi la programmation des transactions. Les interfaces `Connection` et `Savepoint` rendent possible cette programmation.

Interface `Connection`

Le tableau suivant présente les méthodes de l'interface `Connection` qui sont relatives au principe des points de validation :

Tableau 8-41 Méthodes concernant les points de validation de l'interface Connection

Méthode	Description
`Savepoint setSavepoint()`	Positionne un point de validation anonyme et retourne un objet `Savepoint`.
`Savepoint setSavepoint(String)`	Positionne un point de validation nommé et retourne un objet `Savepoint`.
`void releaseSavepoint(Savepoint)`	Supprime le point de validation de la transaction courante.
`void rollback(Savepoint)`	Invalide la transaction à partir du point de validation.

Interface `Savepoint`

Les points de validation sont anonymes (identifiés toutefois par un entier) ou nommés. Le tableau suivant présente les deux seules méthodes de l'interface `Savepoint` :

Tableau 8-42 Méthodes de l'interface Savepoint

Méthode	Description
`int getSavepointId()`	Retourne l'identifiant du point de validation de l'objet `Savepoint`.
`String getSavepointName()`	Retourne le nom du point de validation de l'objet `Savepoint`.

Le code suivant (`TransactionJDBC.java`) illustre une transaction découpée en deux phases par deux points de validation. Dans notre exemple, nous validons seulement la première partie (seul l'avion '`F-NEW2`' sera inséré dans la table). On suppose la connexion `cx` créée.

Tableau 8-43 Points de validation

Web

Code Java	Commentaires
`try { …`	
`cx.setAutoCommit(false);`	Désactivation de *l'autocommit*.
`String ordreSQL =`	
`"INSERT INTO Avion VALUES (?, ?, ?, ?)";`	
`PreparedStatement étatPréparé =`	
`cx.prepareStatement(ordreSQL);`	
`Savepoint p1 = cx.setSavepoint("P1");`	Création d'un état appelable. Création du point de validation P1.
`étatPréparé.setString(1, "F-NEW2");`	Passage de paramètres et première
`…`	insertion.
`if (! étatPréparé.execute() )`	
`System.out.println("F-NEW2 inséré");`	
`Savepoint p2 = cx.setSavepoint("P2");`	Création du point de validation P2.
`étatPréparé.setString(1, "F-NEW3");`	Passage de paramètres et deuxième
`…`	insertion.
`if (! étatPréparé.execute() )`	
`System.out.println("F-NEW3 inséré");`	
`cx.rollback(p2);`	Annulation de la deuxième partie.
`cx.commit();`	Validation de la première partie.
`cx.close();`	Fermeture de la connexion.
`} catch(SQLException ex) { … }`	Gestion des erreurs.

Traitement des exceptions

Les exceptions qui ne sont pas traitées dans les sous-programmes appelés, ou celles que les sous-programmes ou déclencheurs peuvent retourner, doivent être prises en compte au niveau du code Java (dans un bloc `try… catch`...). Le bloc d'exceptions permet de programmer des traitements en fonction des codes d'erreur renvoyés par la base Oracle. Plusieurs blocs d'exceptions peuvent être imbriqués dans un programme JDBC.

Afin de gérer les erreurs renvoyées par le SGBD, JDBC propose la classe `SQLException` qui hérite de la classe `Exception`. Chaque objet (automatiquement créé dès la première erreur) de cette classe dispose des méthodes suivantes :

Tableau 8-44 Méthodes de la classe SQLException

Méthode	Description
`String getMessage()`	Message décrivant l'erreur.
`String getSQLState()`	Code erreur SQL Standard (XOPEN ou SQL99).
`int getErrorCode()`	Code erreur SQL de la base.
`SQLException getNextException()`	Chaînage à l'exception suivante (si une erreur renvoie plusieurs messages).

Affichage des erreurs

Le code suivant (`Exceptions1.java`) illustre une manière d'afficher explicitement toutes les erreurs sans effectuer d'autres instructions :

Tableau 8-45 Affichage des erreurs

Code Java	Commentaires
`import java.sql.*;`	
`public class Exceptions1`	
`{ public static void main`	Classe principale.
`(String args []) throws SQLException, Exception`	
`{try`	
`{Class.forName`	Chargement du pilote.
`("com.mysql.jdbc.Driver").newInstance();}`	
`catch (ClassNotFoundException ex)`	
`{System.out.println`	
`("Problème au chargement"+ex.toString()); }`	
`try`	Connexion.
`{ Connection cx =`	
`DriverManager.getConnection(...`	Instructions…
`cx.close(); }`	
`catch(SQLException ex)`	Gestion des erreurs.
`{System.err.println("Erreur");`	
`while ((ex != null))`	
`{System.err.println("Statut : "+ ex.getSQLState());`	
`System.err.println("Message : "+ ex.getMessage());`	
`System.err.println("Code base : "+ ex.getErrorCode());`	
`ex = ex.getNextException();}`	
`} } }`	

Traitement des erreurs

Il est possible d'associer des traitements à chaque erreur répertoriée avant l'exécution du programme. On peut appeler des méthodes de la classe principale ou coder directement dans le bloc des exceptions.

Le code suivant (`Exceptions2.java`) insère un enregistrement dans la table `Avion` en gérant un certain nombre d'exceptions possibles. Le premier bloc des exceptions permet d'afficher un message personnalisé pour chaque type d'erreur préalablement répertorié (duplication de clé primaire, mauvais nombre ou type de colonnes…). Si l'avion à insérer n'est pas rattaché à une compagnie existante (contrainte référentielle), exception *`1452-Cannot add or update a child row: a foreign key constraint fails`*). Le dernier bloc d'exceptions affiche une erreur qui n'a pas été prévue par le programmeur (erreur système ou de syntaxe dans l'instruction, par exemple).

Tableau 8-46 Traitement des exceptions

Code Java	Commentaires
`try` `{Connection cx =` `DriverManager.getConnection(…);` `String ordreSQL =` `"INSERT INTO bdsoutou.Avion VALUES` `('F-NOUV','A310', 5600, 'AF')";` `PreparedStatement étatPréparé =` `cx.prepareStatement(ordreSQL);` `System.out.println(étatPréparé.executeUpdate() +` `" avion insere en base.");` `cx.close(); }`	Instructions du `main`.
`catch(SQLException ex){` `if (ex.getErrorCode() == 1062)` `System.out.println("Avion déjà existant!");`	Non unique.
`else if (ex.getErrorCode() == 1044)` `System.out.println("Nom de base inconnu!");`	Mauvais nom de base.
`else if (ex.getErrorCode() == 1136)` `System.out.println("Trop ou pas assez de valeurs!");`	Mauvais nombre de colonnes.
`else if (ex.getErrorCode() == 1146)` `System.out.println("Nom de table inconnue!");`	Mauvais nom de table.
`else if ((ex.getSQLState() == "01004") &&` `(ex.getErrorCode() == 0))` `System.out.println("Valeur trop longue ou` `valeur trop importante!");`	Mauvais type de colonnes.
`else if (ex.getErrorCode() == 1452)` `System.out.println("Compagnie inconnue, a` `inserer avec l'avion");`	Clé étrangère absente.
`else` `System.err.println("Erreur");` `while ((ex != null))` `{System.err.println("Statut : "+ ex.getSQLState());` `System.err.println("Message : "+ ex.getMessage());` `System.err.println("Code Erreur base : "+` `ex.getErrorCode());` `ex = ex.getNextException();} }`	Gestion des autres erreurs.

Exercices

L'objectif de ces exercices est de développer des méthodes de la classe Java `ExoJDBC` pour extraire et mettre à jour des données des tables du schéma *Parc informatique*.

Exercice 8.1 Curseur statique

Écrire les méthodes :

- `ArrayList getSalles()` qui retourne sous la forme d'une liste les enregistrements de la table `Salle`.
- `main` qui se connecte à la base, appelle la méthode `getSalles` et affiche les résultats (exemple donné ci-dessous) :

```
nSalle  nomSalle        nbPoste indIP
-----------------------------------------
s01     Salle 1         3       130.120.80
s02     Salle 2         2       130.120.80
…
```

Ajoutez une nouvelle salle dans la table `Salle` dans l'interface de commande, et lancez à nouveau le programme pour vérifier.

Exercice 8.2 Curseur modifiable

Écrivez la méthode `void deleteSalle(int)` qui supprime de la table `Salle` l'enregistrement de rang passé en paramètre. Vous utiliserez la méthode `deleteRow` appliquée à un curseur modifiable. Appelez dans le `main` cette méthode pour supprimer l'enregistrement de la table `Salle` que vous avez ajouté en test, dans l'exercice précédent. Si l'enregistrement est rattaché à un enregistrement *fils*, ne forcez pas la contrainte référentielle, contentez-vous d'afficher le message d'erreur 1451 renvoyé par MySQL, dans le bloc des exceptions.

Exercice 8.3 Appel d'un sous-programme

Compiler, dans votre base, la procédure cataloguée `supprimeSalle(IN ns VARCHAR(7),OUT res TINYINT)` qui supprime une salle dont le numéro est passé en premier paramètre.

```
CREATE PROCEDURE supprimeSalle(IN ns VARCHAR(7),OUT res TINYINT)
BEGIN
 DECLARE ligne VARCHAR(20);
 DECLARE EXIT HANDLER FOR NOT FOUND    SET res := -1;
 DECLARE EXIT HANDLER FOR SQLEXCEPTION SET res := -2;
 SELECT nomSalle INTO ligne FROM Salle WHERE nSalle = ns;
 DELETE FROM Salle WHERE nsalle = ns;
 SET res := 0;
 COMMIT ;
END;
```

La procédure retourne en second paramètre :

- 0 si la suppression s'est déroulée correctement ;
- -1 si le code de la salle est inconnu ;
- -2 si la suppression est impossible (contraintes référentielles).

Écrire la méthode Java `int deleteSalleSP(String)` qui appelle le sous-programme `supprimeSalle`. Essayer les différents cas d'erreurs en appelant cette méthode d'abord avec un numéro de salle référencé par un poste de travail, et ensuite avec un numéro de salle inexistant. Penser à donner à l'utilisateur le privilège en exécution sur cette procédure.

Chapitre 9

Utilisation avec PHP

Ce chapitre détaille les moyens de faire interagir un programme PHP 5 avec une base MySQL. PHP propose deux extensions (API) qui sont `mysql` et `msqli`. La première convient à des bases MySQL de version antérieure à 4.1. Nous détaillerons donc l'extension `mysqli` qui correspond toutefois à des bases plus anciennes (jusqu'à la version 3.22). Pour plus de détails consultez une documentation en ligne mise à jour (http://www.nexen.net/docs/php/annotee/ref.mysqli.php).

Configuration adoptée

Plusieurs configurations sont possibles en fonction de la version de PHP utilisée, de la version d'Apache et de celle de MySQL. Nous avons opté pour faire interagir un programme PHP 5 avec une base MySQL 5 sous Apache 1.3. Je décris ici une procédure minimale sans plus d'explication. Vous trouverez sur le Web de nombreuses ressources à ce sujet.

Logiciels

Récupérez et installez Apache (www.apache.org). Lancez Apache.exe s'il n'est pas automatiquement lancé après l'installation. Testez le service dans le navigateur, en fonction du nom de serveur que vous avez spécifié à l'installation (http://camparols dans mon cas).

Installez PHP (http://www.php.net/downloads.php) en dézippant le fichier téléchargé dans un répertoire personnel (C:\PHP dans mon cas).

Fichiers de configuration

Dans le fichier `httpd.conf` (situé dans `C:\Program Files\Apache Group\Apache\conf\httpd.conf` dans mon cas), modifiez ou ajoutez les lignes suivantes (le « # » désigne un commentaire) :

```
# modif pour MySQL et PHP ici 9999 par exemple
Port 9999
…
```

```
#Ajout pour PHP
LoadModule php5_module "c:/php/php5apache.dll"
…
# Ajout pour PHP
AddModule mod_php5.c
SEtEnv PHPRC C:/php
AddType application/x-httpd-php .php
…
DirectoryIndex index.html index.php
…
# Ajout pour MySQL : répertoire contenant les sources php (pas
d'accent dans les noms de répertoire)
DocumentRoot "D:/dev/PHP-MySQL"
```

Dans le fichier `php.ini` (se trouvant dans `C:\WINDOWS` dans mon cas), ajoutez les lignes suivantes (le « ; » désigne un commentaire) :

```
; Paths and Directories ;
extension_dir = "C:\PHP\ext"
; Dynamic Extensions ;
extension=php_mysqli.dll
```

Copiez le fichier `libmysql.dll` qui se situe dans le répertoire de PHP (`C:\PHP` dans mon cas), dans le répertoire de Windows (`C:\WINDOWS` dans mon cas).

Test d'Apache et de PHP

Écrivez le programme suivant (`index.php`) et disposez-le dans le répertoire contenant les sources PHP (`D:/dev/PHP-MySQL` dans mon cas).

```
<html> <head> <title>test Apache 1.3 PHP5 </title> </head>
<body>
Test de la configuration Apache 1.3 - PHP5 - Livre MySQL - C. Sou-
tou
<?php
 phpinfo();
?>
</body> </html>
```

Pour tester votre serveur, arrêter puis relancer Apache. Dans le navigateur, saisir l'URL de votre serveur sur le port concerné (`http://camparols:9999` dans mon cas), qui doit lancer le programme `index.php`. Vous devez voir l'affichage précédent suivi de la configuration actuelle de PHP (résultat de la fonction système PHP `phpinfo`).

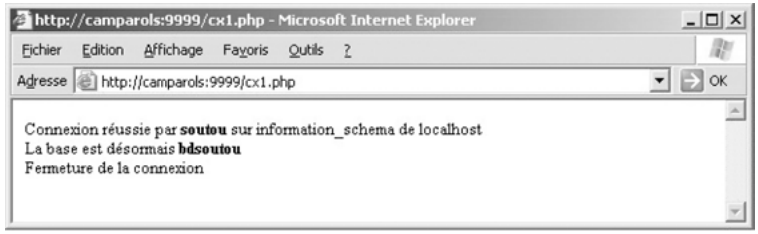
Test d'Apache, de PHP et de MySQL

Il faut que le serveur MySQL soit démarré (vérifiez dans `Services` à partir du panneau de configuration). Écrivez le programme `cx1.php` suivant et disposez-le dans le répertoire contenant les sources PHP. Renseignez le nom d'utilisateur MySQL, le mot de passe et le nom de la base. Ici je lance une connexion à la base du dictionnaire des données puis je sélectionne par la suite la base `bdsoutou`.

```
<?php
if ((($service=
        mysqli_connect('localhost','soutou','iut','information_schema') )>0)
 {print "Connexion réussie avec <B>soutou</B> sur information_schema
          de localhost";
  if (($usebdsoutou = mysqli_select_db($service,'bdsoutou') ) > 0)
   { print "<BR> La base est désormais <B>bdsoutou</B>"; }
  else
   { print "<BR> Sélection impossible sur <B>bdsoutou</B>"; }
  print "<BR> Fermeture de la connexion";
  mysqli_close($service) ;
 }
 else
  print "<BR> La connexion est un échec!";
?>
```

Tester ce programme dans le navigateur (`http://camparols:9999/cx1.php` dans mon cas). Vous devez obtenir un résultat analogue :

Figure 9-1 *Test d'une connexion*



API de PHP pour MySQL

Depuis PHP 5, le préfixe des fonctions de la dernière extension est désormais « `msqli_` ». Avec cette nouvelle API, de nouvelles fonctions apparaissent, elles concernent principalement les états préparés (*prepared statements*), la possibilité d'appeler des procédures cataloguées et elles prennent en charge la programmation objet (classes) de PHP. Nous n'étudierons pas ici ce mode de développement en restant dans une programmation procédurale (des compléments seront mis en ligne).

Connexion

La fonction `mysqli_connect` retourne un identifiant de connexion utilisé par la majorité des appels à la base. Les fonctions `mysqli_close`, `mysqli_select_db` et `mysqli_change_user` renvoient `TRUE` en cas de succès, `FALSE` en cas d'erreur. Une connexion se ferme implicitement en fin de programme même si elle n'a pas été clôturée explicitement.

Tableau 9-1 Fonctions de connexion et de déconnexion

Nom de la fonction	Paramètres
`ressource mysqli_`**`connect`**`(string` *`serveur`*`, string` *`utilisateur`*`, string` *`motpasse`* `[,string` *`nomBase`*`])`	Nom du serveur, utilisateur, mot de passe, nom de la base éventuellement. Retourne `FALSE` en cas d'erreur.
`boolean mysqli_`**`close`**`(ressource` *`connexion`*`)`	Ferme la connexion dont l'identifiant passe en paramètre.
`boolean mysqli_`**`select_db`**`(ressource` *`connexion`*`, string` *`nomBase`*`)`	Modifie la sélection de la base de la connexion dont l'identifiant passe en paramètre.
`boolean mysqli_`**`change_user`**`(ressource` *`connexion`*`, string` *`utilisateur`*`, string` *`motpasse`*`, string` *`nomBase`*`)`	Modifie l'utilisateur et la base de la connexion dont l'identifiant passe en paramètre.

Interactions avec la base

La majorité des traitements SQL, lorsqu'ils incluent des paramètres, s'effectuent comme suit : connexion (*connect*), préparation de l'ordre (*parse*), association des paramètres à l'ordre SQL (*bind*), exécution dudit ordre (*execute*), lecture des lignes (pour les `SELECT`, *fetch*) et libération des ressources (*free* et *close*) après une éventuelle validation de la transaction courante (*commit* ou *rollback*).

Préparation, exécution

La fonction `msqli_prepare` prépare l'ordre SQL puis retourne un identifiant d'état qui peut être utilisé notamment par les fonctions `mysqli_stmt_bind_param` et `mysqli_stmt_execute`. La fonction `msqli_prepare` retourne `FALSE` dans le cas d'une erreur, mais ne valide ni sémantiquement ni syntaxiquement l'ordre SQL. Il faudra attendre pour cela son exécution par `mysqli_stmt_execute`.

La fonction `mysqli_stmt_execute` exécute un ordre SQL préparé (renvoie `TRUE` en cas de succès, `FALSE` sinon). Le mode par défaut est *auto-commit*. Pour la programmation de transactions, désactiver ce mode (avec `mysqli_autocommit`) puis valider explicitement par `mysqli_commit`.

La fonction `mysqli_stmt_fetch` exécute pas à pas une requête préparée (retourne `TRUE` en cas de succès, `FALSE` sinon).

Tableau 9-2 Fonctions d'analyse et d'exécution

Nom de la fonction	Paramètres
`ressource msqli_`**`prepare`**`(ressource` *`connexion`*`, string` *`ordreSQL`*`)`	Le premier paramètre désigne l'identifiant de la connexion. Le second contient l'ordre SQL à analyser (`SELECT`, `INSERT`, `UPDATE`, `DELETE`, `CREATE`…).
`boolean mysqli_`**`stmt_execute`**`(ressource` *`ordreSQL`*`)`	Le paramètre désigne l'identifiant d'état à exécuter (renvoyé par *prepare*).
`boolean mysqli_`**`stmt_fetch`**`(ressource` *`ordreSQL`*`)`	Affecte aux variables de liaison PHP le résultat d'une requête préparée.

Validation

Les fonctions `mysqli_commit` et `mysqli_rollback` permettent de gérer des transactions, elles retournent `TRUE` en cas de succès, `FALSE` sinon.

Tableau 9-3 Fonctions de validation et d'annulation

Nom de la fonction	Paramètres
`boolean mysqli_`**`commit`**`(ressource` *`connexion`*`)`	Valide la transaction de la connexion en paramètre.
`boolean mysqli_`**`rollback`**`(ressource` *`connexion`*`)`	Annule la transaction de la connexion en paramètre.

Le programme suivant (`insert1.php`) insère une nouvelle compagnie (en supposant qu'aucune erreur n'est retournée de la part de la base). Nous étudierons plus loin comment passer des paramètres à une instruction (*prepared statement*) et comment récupérer, au niveau de PHP, les erreurs renvoyées par MySQL.

Tableau 9-4 Insertion d'un enregistrement

Web

Code PHP	Commentaires
`<?php`	Connexion.
`if ( ($service = mysqli_connect` `('localhost','soutou','iut','bdsoutou')) > 0)`	
`{ mysqli_autocommit($service,FALSE);`	Début de la transaction.
`$insert1 = "INSERT INTO bdsoutou.Compagnie` `VALUES('AL','Air Lib')";`	Création de l'instruction.
`$ordre = mysqli_`**`prepare`**`($service, $insert1);`	Prépare l'insertion.
`if ( ($res = mysqli_`**`stmt_execute`**`($ordre)) > 0)` `{ print "  Ajout opéré";` `mysqli_`**`commit`**`($service); }`	Exécute l'insertion.
`mysqli_stmt_`**`free_result`**`($ordre);`	Validation. Libère les ressources.
`mysqli_`**`close`**`($service);`	Ferme la connexion.
`}`	
`else print "  La connexion est un échec!";`	
`?>`	

Si vous souhaitez connaître le nombre de lignes affectées par l'ordre SQL, utilisez « `mysqli_stmt_affected_rows($ordre)` » (voir la section *Métadonnées*).

Constantes prédéfinies

Les constantes suivantes permettent de positionner des indicateurs jouant le rôle de paramètres système (modes d'exécution) au sein d'instructions SQL. Nous verrons au long de nos exemples l'utilisation de certaines de ces constantes.

Tableau 9-5 Constantes prédéfinies

Constante	Commentaires
`MYSQLI_ASSOC`	Utilisé par `mysqli_fetch_array` afin d'extraire un *associative array* comme résultat.
`MYSQLI_NUM`	Utilisé par `mysqli_fetch_array` afin d'extraire un *enumerated array* comme résultat.
`MYSQLI_BOTH`	Utilisé par `mysqli_fetch_array` afin d'extraire un *array* reconnaissant à la fois le mode associatif et le mode numérique en indices.

Extractions

Les fonctions suivantes permettent d'extraire des données via un curseur que la documentation de PHP appelle *tableau*. On rappelle que MySQL retourne les noms de colonnes toujours en minuscules. Cette remarque intéressera les habitués des tableaux à accès associatifs (exemple : `$tab['prenom']`, `prenom` étant une colonne extraite d'une table).

Tableau 9-6 Fonctions d'extraction

Nom de la fonction	Paramètres
`ressource mysqli_`**`query`**`(ressource` *`ordreSQL`* `[,ressource` *`connexion`*`])`	Exécute la requête sur la base de données en cours. Retourne un identifiant de résultat ou FALSE en cas d'erreur.
`array mysqli_`**`fetch_array`**`(ressource` *`idresultat`* `[, int` *`param`*`] )`	Retourne un tableau qui contient la ligne du curseur suivante, ou FALSE en cas d'erreur ou en fin de curseur. Le tableau est accessible de manière associative ou numérique suivant le paramètre *param* qui peut être une combinaison de : • `MYSQLI_BOTH` (par défaut, identique à `MYSQLI_ASSOC + MYSQLI_NUM`). • `MYSQLI_ASSOC` pour un tableau à accès associatif (comme `mysqli_fetch_assoc`). • `MYSQLI_NUM` pour un tableau à accès numérique (comme `mysqli_fetch_row`).

Tableau 9-6 Fonctions d'extraction

Nom de la fonction	Paramètres
`array mysqli_fetch_assoc(ressource ordreSQL)`	Retourne la ligne du curseur suivante dans un tableau associatif, ou FALSE en cas d'erreur ou en fin de curseur.
`object mysqli_fetch_object(ressource ordreSQL)`	Retourne la ligne du curseur suivante dans un objet PHP ou FALSE en cas d'erreur ou en fin de curseur.
`array mysqli_fetch_row(ressource ordreSQL)`	Retourne la ligne du curseur suivante dans un tableau numérique, ou FALSE en cas d'erreur ou en fin de curseur.
`boolean mysqli_stmt_free_result(ressource ordreSQL)`	Libère les ressources associées aux curseurs occupés après `mysqli_prepare`. Retourne TRUE en cas de succès, FALSE dans le cas inverse.

Illustrons à partir d'exemples certaines utilisations de quelques-unes de ces fonctions.

Le programme suivant (`select1.php`) utilise `mysqli_fetch_array` afin d'extraire les avions de la compagnie de code 'AF'. On suppose ici, et dans les programmes suivants, que la connexion à la base est réalisée et se nomme `$service`. Le curseur obtenu est nommé `ligne`, il prend en compte les valeurs nulles éventuelles.

Tableau 9-7 Extraction à l'aide de mysqli_fetch_array

Web

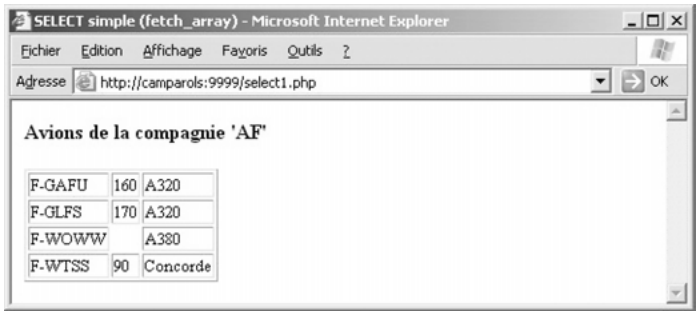
Code PHP	Commentaires
`$requete = "SELECT immat,capacite,typeAvion FROM Avion WHERE compa = 'AF'";`	Création de la requête.
`if ( ($resultat=mysqli_query($service, $requete) > 0)`	
`{$ncols = mysqli_num_fields($resultat);`	Chargement du curseur.
`print "<H3>Avions de la compagnie 'AF'</H3>";`	Obtention du nombre de colonnes.
`print "<TABLE BORDER=1> ";`	
`while ($ligne = mysqli_fetch_array($resultat))`	Parcours des colonnes.
`{print "<TR> ";`	
`for ( $i=0;$i < $ncols; $i++)`	
`{print "<TD> $ligne[$i] </TD>" ;}`	
`print "</TR> "; }`	Affichage des colonnes.
`print "</TABLE> ";`	
`mysqli_free_result($resultat);`	Libération des ressources.
`}`	
`else`	
`print " La requête est un échec!";`	
`mysqli_close($service);`	Fermeture de la connexion.

- La fonction `mysqli_num_fields` renvoie le nombre de colonnes de la requête et sa signature est détaillée à la section *Métadonnées*.

- La fonction `mysqli_num_rows($resultat)` aurait retourné 4 (nombre de lignes extraites).
- La fonction `mysqli_free_result` joue le même rôle que `mysqli_stmt_free_result`, mais s'applique aux instructions `SELECT`.

Vous devez obtenir un résultat analogue (en supposant que la compagnie 'AF' dispose de quatre avions dont un est affecté d'une capacité nulle) :

Figure 9-2 *Exemple avec mysqli_fetch_array*



Le programme suivant (`select2.php`) décrit l'utilisation de la fonction `mysqli_fetch_assoc` pour extraire tous les Airbus. Le tableau associatif obtenu est nommé `row`. L'accès à chaque cellule de ce tableau est réalisé à l'aide du nom des colonnes.

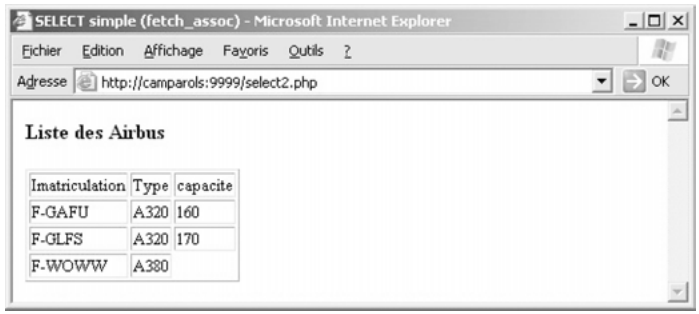
Tableau 9-8 Extraction à l'aide de mysqli_fetch_assoc

Web

Code PHP	Commentaires
`$requete = "SELECT immat,typeAvion,capacite FROM Avion WHERE typeAvion LIKE 'A%'";`	Création de la requête.
`if ( ($resultat=mysqli_query($service, $requete))>0)`	Exécution de la requête.
`{print "<H3>Liste des Airbus</H3>";`	
`print "<table border=1>\n";`	
`print "<tr><td>Imatriculation</td> <td>Type</td><td>capacite</td>";`	
`$i=0;`	
`while ($row = mysqli_fetch_assoc($resultat))`	
`{print "<tr><td>".$row["immat"].`	Parcours du curseur.
`"</td><td>".$row["typeAvion"].`	Affichage des colonnes.
`"</td><td>".$row["capacite"]."</td></tr>"; }`	
`print "</table>\n";`	
`mysqli_free_result($resultat);`	Libération des ressources.
`}`	
`else { print " La requête est un échec!"; }`	
`mysqli_close($service);`	Fermeture de la connexion.

Le résultat est le suivant (en supposant que la base ne stocke que trois avions de type Airbus) :

Figure 9-3 *Exemple avec mysqli_fetch_assoc*



Instructions paramétrées

Les fonctions `mysqli_stmt_bind_param` et `mysqli_stmt_bind_result` permettent d'associer à des colonnes MySQL des variables PHP et inversement. Ces fonctions retournent `TRUE` en cas de succès, `FALSE` sinon.

Tableau 9-9 Fonctions de passage de paramètres

Nom de la fonction	Paramètres
`boolean mysqli_`**`stmt_bind_result`**`(ressource` *`ordreSQL`*`, mixed &`*`variable1`*`, [,mixed &`*`variable2`*`…])`	Le premier paramètre est l'identifiant d'état obtenu après *prepare*. Les paramètres suivants listent les variables PHP de réception.
`boolean mysqli_`**`stmt_bind_param`**`(ressource` *`ordreSQL`*`, string` *`types`*`, mixed &`*`variable1`* `[,mixed &`*`variable2`*`…])`	Le premier paramètre est l'identifiant de résultat obtenu après *prepare*. Le deuxième paramètre décrit les types des variables à substituer aux colonnes. Les paramètres suivants listent les variables PHP en entrée.
`string` *`types`*	Description des types des variables (`i` pour numérique, `d` pour flottant, `s` pour chaîne de caractère et `b` pour *BLOB*). Concaténer autant de ces caractères qu'il existe de variables.

Extractions

Le programme suivant (`select3.php`) utilise la fonction `mysqli_stmt_bind_result` afin d'extraire l'immatriculation et le type de tous les avions (au travers de variables PHP qui sont définies après exécution de la requête). Notez l'utilisation des fonctions `mysqli_stmt_`

`fetch` pour parcourir le résultat de la requête ligne après ligne, et `mysqli_stmt_close` pour fermer la requête préparée.

Tableau 9-10 Extraction préparée avec la fonction mysqli_stmt_bind_result

Web

Code PHP	Commentaires
`$requete = "SELECT immat,typeAvion FROM bdsoutou.Avion";` `$ordre = mysqli_prepare($service,$requete);`	Définition et exécution de la requête préparée.
`if ( ($res = mysqli_stmt_execute($ordre)) > 0)` `{if ( ($resbind =` `mysqli_stmt_bind_result($ordre,$im,$ty)) > 0)`	Affectation des variables PHP.
`{print "<H4>Liste des avions</H4>";` `print "<TABLE BORDER=1> ";` `while (mysqli_stmt_fetch($ordre))`	Parcours de la requête.
`{print "<TR> <TD> $im</TD>" ;` `print " <TD> $ty</TD> </TR> "; }` `print "</TABLE> ";` `} else print " La liaison est un échec!";` `} else print " La requete est un échec!";`	
`mysqli_stmt_close($ordre);` `mysqli_close($service);`	Fermeture de la requête et de la connexion.

Manipulations

Le programme suivant (`insert2.php`) utilise la fonction `mysqli_stmt_bind_param` en faisant passer deux paramètres (variables PHP) lors de l'insertion d'une nouvelle compagnie. On retrouve la notion de *placeholders* (symbole « ? » désignant une valeur d'une colonne d'une table ou d'une vue) étudiée au chapitre 7. Notez le second paramètre de la fonction `mysqli_stmt_bind_param` (« `ss` » désigne deux types chaînes de caractères).

Tableau 9-11 Insertion paramétrée avec la fonction mysqli_stmt_bind_param

Web

Code PHP	Commentaires
`mysqli_autocommit($service,FALSE);`	
`$codeComp = "CAST";` `$nomComp = "Castanet Air";`	Affectation des variables PHP.
`$insert2 = "INSERT INTO Compagnie VALUES(?,?)";` `$ordre = mysqli_prepare($service, $insert2);`	Définition de l'ordre paramétré.
`if ((mysqli_stmt_bind_param($ordre, 'ss', $codeComp,` `$nomComp)) > 0)`	Association avec les variables PHP.
`{if (($res = mysqli_stmt_execute($ordre)) > 0)` `{print " Compagnie $nomComp insérée";` `mysqli_commit($service);` `mysqli_stmt_free_result($ordre); }`	Exécution de l'ordre. Validation.
`else print " L'insertion est un échec!";` `}` `else print " Problème au bind!";`	Libération des ressources.
`mysqli_close($service);`	Fermeture de la connexion.

Pour toute extraction par SELECT, modification par UPDATE ou suppression par DELETE, le principe à adopter est le même.

Gestion des séquences

La fonction mysqli_insert_id($connexion) retourne la valeur courante de la séquence après avoir inséré un enregistrement dans une table contenant une colonne AUTO_INCREMENT.

Le programme suivant (insert3.php) insère un affrètement (table décrite aux chapitres 2 et 8) à la date du jour pour la compagnie de code 'CAST' et l'avion immatriculé 'F-GRTC'. On récupère la dernière valeur de la séquence après l'insertion.

Tableau 9-12 Insertion paramétrée avec la fonction mysqli_insert_id

Web

Code PHP	Commentaires
`mysqli_autocommit($service,FALSE);`	
`$codeComp = "CAST";` `$immatric = "F-GRTC";` `$n = 162;`	Affectation des variables PHP.
`$insert3 = "INSERT INTO bdsoutou.Affreter (comp,immat,dateAff,nbPax) VALUES(?,?,SYSDATE(),?)";`	
`$ordre = mysqli_prepare($service, $insert3);`	
`if ((mysqli_stmt_bind_param($ordre, 'ssi', $codeComp, $immatric, $n)) > 0)`	Définition de l'ordre paramétré. Association avec les variables PHP.
`{if (($res = mysqli_stmt_execute($ordre)) > 0)`	Exécution de l'ordre.
`{print " Affretement insérée, sequence : " .mysqli_insert_id($service);`	Récupération de la séquence.
`mysqli_commit($service);`	Validation.
`mysqli_stmt_free_result($ordre); }`	
`else print " L'insertion est un échec!";`	Libération des ressources.
`}`	
`else print " Problème au bind!";`	
`mysqli_close($service);`	Fermeture de la connexion.

Traitement des erreurs

Les fonctions mysqli_errno et mysqli_error permettent de gérer les erreurs retournées par MySQL au niveau de la connexion. Les fonctions mysqli_stmt_errno et mysqli_stmt_error sont analogues au niveau d'une instruction préparée.

Le programme suivant (erreur1.php) utilise plusieurs de ces fonctions. Dans cet exemple, la suppression ne se déroule pas correctement du fait de l'existence d'enregistrements « fils » dans la table Avion. Il est donc possible de dérouter le programme en fonction du code d'erreur MySQL renvoyé (comme pour les exceptions des procédures cataloguées).

Tableau 9-13 Fonctions pour la gestion des erreurs MySQL

Nom de la fonction	Paramètres
`int mysqli_`**`errno`**`(ressource` *`connexion`*`)`	Retourne le code d'erreur du dernier appel à la base, sur la connexion désignée dans le paramètre (0 si aucune erreur n'est survenue lors du dernier échange).
`string mysqli_`**`error`**`(ressource` *`connexion`*`)`	Retourne le libellé de l'erreur lors du dernier échange (chaîne vide si aucune erreur).
`int mysqli_`**`stmt_errno`** `(ressource` *`ordreSQL`*`)`	*Idem* `mysqli_errno` à partir de l'identifiant d'état désigné dans le paramètre.
`string mysqli_`**`stmt_error`** `(ressource` *`ordreSQL`*`)`	*Idem* `mysqli_error` à partir de l'identifiant d'état désigné dans le paramètre.
`string mysqli_connect_error()`	Retourne le message d'erreur d'une mauvaise connexion.
`int mysqli_connect_errno()`	Retourne le code d'erreur d'une mauvaise connexion.

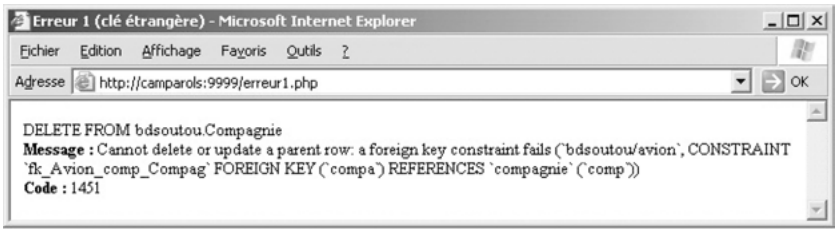
Tableau 9-14 Gestion d'erreurs

Web

Code PHP	Commentaires
`if ( ($service = mysqli_connect('localhost', 'soutou',` `'iut', 'bdsoutou')) > 0)`	Connexion.
`{$delete1 = "DELETE FROM bdsoutou.Compagnie";`	
`$ordre = mysqli_prepare($service, $delete1);`	
`print $delete1;`	Préparation de l'ordre.
`if ( ($res = mysqli_stmt_execute($ordre)) > 0)`	Exécution.
`{ print " Suppression de Compagnie!"; }`	
`else`	
`{print " <B>Message : </B>".mysqli_`**`stmt_error`**`($ordre);`	Affichage de l'erreur.
`print " <B>Code : </B>".mysqli_`**`stmt_errno`**`($ordre); }`	Libération des ressources.
`mysqli_stmt_free_result($ordre);`	Fermeture de la connexion.
`mysqli_close($service);`	
`}`	
`else`	
`{print "L'utilisateur n'a pu se connecter  ";`	
`print "<B>Message : </B>".mysqli_`**`connect_error`**`(); }`	Erreur de connexion.

Le résultat est le suivant :

Figure 9-4 *Exception SQL levée à l'aide de PHP*



Procédures cataloguées

Comme dans tout autre langage hôte, PHP permet d'invoquer des procédures cataloguées côté serveur. Supposons que nous disposions de la procédure `augmenteCap` qui augmente la capacité (premier paramètre) des avions d'une compagnie donnée (deuxième paramètre).


```
CREATE PROCEDURE bdsoutou.augmenteCap(IN nbre TINYINT, IN compag CHAR(4))
BEGIN
  UPDATE Avion SET capacite = capacite + nbre WHERE compa = compag;
END;
```

Paramètre en entrée

Le code suivant (`procedureCat.php`) appelle cette procédure afin d'augmenter de 50 la capacité des avions de la compagnie de code 'AF' en utilisant la fonction `mysqli_multi_query`. Notez l'utilisation des simples guillemets pour les paramètres en chaînes de caractères.

Pensez à donner l'autorisation à l'utilisateur appelant (ici `soutou`) d'exécuter la procédure (je l'ai écrite sous root : `GRANT EXECUTE ON PROCEDURE bdsoutou.augmenteCap TO 'soutou'@'localhost'$`).

Tableau 9-15 Appel d'une procédure cataloguée (paramètres d'entrée)

Code PHP	Commentaires
`if (($service = mysqli_connect('localhost', 'soutou', 'iut', 'bdsoutou')) > 0)`	Connexion.
`{$nb = 50;` `$comp = 'AF';`	Initialisation des variables PHP d'appel.
`if ($result = mysqli_multi_query($service, "call bdsoutou.augmenteCap($nb,'$comp')") > 0)`	Appel de la procédure.
`{ print " Procédure réalisée correctement."; }`	
`else`	
`{ print " La procédure est un échec! ". mysqli_error($service); }`	
`mysqli_close($service);`	
`}`	Fermeture de la connexion.
`else print " La connexion est un échec!";`	

Paramètre en sortie

Afin de travailler avec des paramètres en sortie, il est nécessaire d'utiliser des variables de session. Une fois ces variables de session initialisées au retour de l'appel du sous-programme, il faudra extraire chaque valeur à l'aide d'un `SELECT` dans une requête simple.

Le code suivant (`procedureCat2.php`) décrit l'appel de la procédure `leNomCompagnieEst` (décrite au chapitre 8, section *Procédures cataloguées*) ayant deux paramètres. Le

premier (en entrée) indique l'avion de la compagnie recherché, le second (en sortie) contient le nom de la compagnie.

Notez l'utilisation de :

- la fonction `mysqli_multi_query` pour appeler la procédure cataloguée ;
- la variable de session `@v_retour` pour récupérer le paramètre en sortie ;
- la fonction `mysqli_query` pour extraire la valeur de la variable de session (contenue à l'indice 0 du tableau résultat, car il n'y a ici qu'une valeur retournée dans le `SELECT`).

Tableau 9-16 Appel d'une procédure cataloguée (paramètre de sortie)

Code PHP	Commentaires
`if ( ($service = mysqli_connect('localhost', 'soutou', 'iut', 'bdsoutou')) > 0)`	Connexion.
`{$immat = 'F-GAFU';`	Initialisation de la variable PHP d'appel.
`if ($result = mysqli_multi_query ($service,"call bdsoutou.leNomCompagnieEst ('$immat',@v_retour)") > 0)`	Appel de la procédure.
`{if ($result2 = mysqli_query($service, "SELECT @v_retour"))`	Extraction de la variable de session.
`{$ligne = mysqli_fetch_array($result2, MYSQLI_NUM);`	
`if ($ligne[0] == null) print " Désolé, l'avion $immat n'a pas de compagnie!";`	
`else print " La compagnie de l'avion $immat est :". $ligne[0];`	
`mysqli_free_result($result2);`	Affichage du résultat.
`} else {print " Problème au retour du paramètre ". mysqli_error($service); }`	Gestion des erreurs.
`} else {print " La procédure est un échec! ". mysqli_error($service).$result; }`	
`mysqli_close($service);`	Fermeture de la connexion.
`} else print " La connexion est un échec!";`	

Métadonnées

Plusieurs fonctions permettent d'extraire des informations en provenance du dictionnaire des données (*meta data*) à partir d'une instruction SQL. Par exemple, `mysqli_stmt_result_metadata` retourne un identifiant de résultat permettant d'extraire des métadonnées à partir d'une requête préparée. La fonction `mysqli_fetch_field` retourne un objet qui contient les métadonnées des colonnes concernées par une requête.

Citons d'autres fonctions comme `mysqli_fetch_field_direct` et `mysqli_fetch_fields` qui sont similaires à `mysqli_fetch_field`. Une fois l'objet retourné par cette fonction, il faut extraire certains de ces champs à la demande.

Tableau 9-17 Fonctions pour les métadonnées

Nom de la fonction	Paramètres
`ressource mysqli_stmt_result_metadata (ressource ordreSQL)`	Le paramètre est l'identifiant d'état obtenu après *prepare*.
`object mysqli_fetch_field(ressource ordreSQL)`	Le paramètre est l'identifiant de résultat obtenu après `mysqli_query`, ou `FALSE` si aucune information n'est renvoyée pour l'ordre SQL concerné.
`int mysqli_num_fields(ressource ordreSQL)`	Retourne le nombre de colonnes concernées par l'ordre SQL. Le paramètre est l'identifiant de résultat obtenu après `mysqli_query`.

Tableau 9-18 Champs de l'objet retourné par mysqli_fetch_field

Nom du champ	Signification
`name`	Nom de la colonne.
`table`	Nom de la table à laquelle la colonne appartient (si elle n'a pas été calculée).
`def`	Valeur par défaut de la colonne.
`max_length`	Taille maximale de la colonne pour le jeu de résultats retourné par la requête.
`flags`	Entier représentant le *bit-flags* pour la colonne (codage des contraintes).
`type`	Code du type de données de la colonne.
`decimals`	Nombre de décimales de la colonne.

Tableau 9-19 Code du type de données

Type MySQL	Code équivalent
`DECIMAL`	0
`TINYINT`	1
`SMALLINT`	2
`INT`	3
`FLOAT`	4
`DOUBLE`	5
`TIMESTAMP`	7
`BIGINT`	8
`MEDIUMINT`	9
`DATE`	10
`TIME`	11
`DATETIME`	12
`YEAR`	13
`TEXT, TINYBLOB, TINYTEXT, BLOB, MEDIUMBLOB, MEDIUMTEXT, LONGBLOB, LONGTEXT`	252
`VARBINARY, VARCHAR`	253
`CHAR, BINARY, ENUM, SET`	254

Fonction mysqli_fetch_field

Le programme suivant (`meta1.php`) utilise la fonction `mysqli_fetch_field` afin d'extraire la structure complète (en termes de colonnes) d'une table.

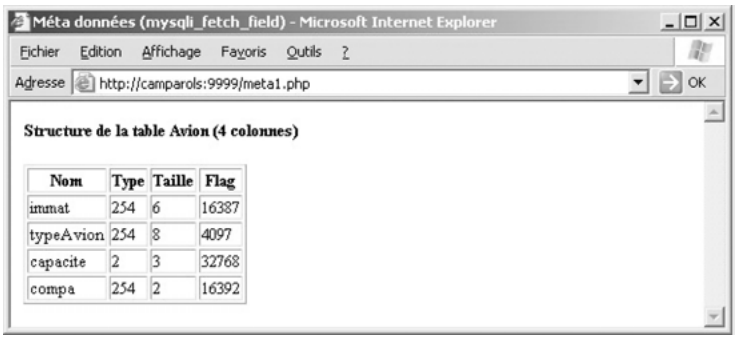
Tableau 9-20 Extraction de la structure d'une table

Web

Code PHP	Commentaires
`if ( ($res = mysqli_query ($service, "SELECT * FROM bdsoutou.Avion")) > 0)`	Requête.
`{$ncols = mysqli_num_fields($res);`	Extraction du nombre de colonnes.
`print "<H4>Structure de la table Avion ($ncols colonnes)</H4>";`	
`print "<table border=1>";`	
`print "<tr><th>Nom</th><th>Type</th><th>Taille</th> <th>Flag</th></tr>";`	
`while ($obj=mysqli_fetch_field($res)) print "<tr><td>$obj->name</td> <td>$obj->type</td> <td>$obj->max_length</td> <td>$obj->flags</td></tr>";`	Affichage du nom, code du type, taille maximale et contraintes de chaque colonne extraite.
`print "</table>\n";`	
`}`	
`else print " La requete est un échec!";`	
`mysqli_close($service);`	

Le résultat est le suivant :

Figure 9-5 *Extraction de la structure d'une table*



Quelques explications :

- La taille vaut 2 pour la colonne `compa`, car seule la compagnie de code 'AF' est représentée dans mon jeu d'essai.

```
(root@localhost) [bdsoutou] mysql> select * from avion;
+--------+-----------+----------+-------+
| immat  | typeAvion | capacite | compa |
+--------+-----------+----------+-------+
| F-GAFU | A320      |      160 | AF    |
| F-GLFS | A320      |      170 | AF    |
| F-WOWW | A380      |     NULL | AF    |
| F-WTSS | Concorde  |       90 | AF    |
+--------+-----------+----------+-------+
```

- Le *flag* vaut 16 387 pour la colonne `immat`, car cette colonne est une clé primaire (ajouter 1) et non nulle (ajouter 2), et elle fait partie d'une clé (ici primaire, ajouter 16 384). Ci-après, un extrait du fichier `mysql_conf.h`. Le *flag* vaut 16 392 pour la colonne `compa`, car elle fait partie d'une clé (ici étrangère, ajouter 16 384), et c'est une clé étrangère (ajouter 8), etc.

```
#define NOT_NULL_FLAG   1          /* Field can't be NULL */
#define PRI_KEY_FLAG    2          /* Field is part of a primary key */
#define UNIQUE_KEY_FLAG 4          /* Field is part of a unique key */
#define MULTIPLE_KEY_FLAG 8        /* Field is part of a key */
#define BLOB_FLAG       16         /* Field is a blob */
#define UNSIGNED_FLAG   32         /* Field is unsigned */
#define ZEROFILL_FLAG   64         /* Field is zerofill */
#define BINARY_FLAG     128        /* Field is binary   */
#define ENUM_FLAG       256        /* field is an enum */
#define AUTO_INCREMENT_FLAG 512    /* field is a autoincrement field */
#define TIMESTAMP_FLAG  1024       /* Field is a timestamp */
#define SET_FLAG        2048       /* field is a set */
#define NO_DEFAULT_VALUE_FLAG 4096  /* Field doesn't have default value */
#define PART_KEY_FLAG   16384      /* Intern; Part of some key */
#define NUM_FLAG        32768      /* Field is num (for clients) */
```

Fonction mysqli_stmt_result_metadata

Peu de changements par rapport au programme précédent. La fonction `mysqli_stmt_result_metadata` suppose qu'on travaille avec un état préparé. Elle sert à affecter un identifiant de résultat qui passe en paramètre de `mysqli_fetch_field`, comme vu précédemment.

```
$requete = "SELECT * FROM bdsoutou.Avion";
$ordre   = mysqli_prepare($service,$requete);
if (($res = mysqli_stmt_result_metadata($ordre) ) > 0)
{ ...
  while ($obj=mysqli_fetch_field($res) )
      { ... print "<td>$obj->name</td>"; ...
```

Exercices

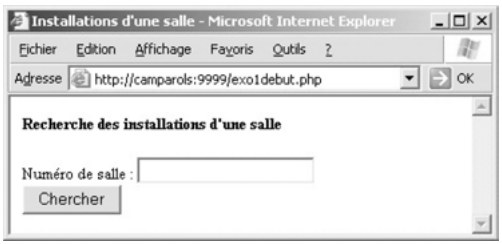
L'objectif de ces exercices est de compléter des progammes PHP pour extraire et mettre à jour des données de certaines des tables du schéma *Parc informatique*.

Exercice 9.1 Extraction préparée

Écrire le programme `exo1suite.php` qui devra retrouver le nom du logiciel, le numéro de poste, la date d'installation et la date d'achat du logiciel pour toutes les installations d'une salle donnée. Ce programme sera appelé à partir du programme `exo1debut.php` composant un formulaire de saisie :

```
<html> <head> <title>Installations d'une salle</title> </head>
<body>
<form action="./exo1suite.php" method="POST"><p>
 <H4>Recherche des installations d'une salle</H4><P>
  Numéro de salle : <input type="text" name="ns" maxlength="7"/><BR>
  <input type="submit" value="Chercher"/>
</form>
</body> </html>
```

Figure 9-6 *Formulaire de saisie*



Vous utiliserez :

- `$_POST['ns']` pour récupérer la valeur du numéro de salle saisi dans le formulaire.
- `mysqli_prepare`, `mysqli_stmt_execute` et `mysqli_stmt_bind_result` pour préparer, exécuter et lier des variables PHP en sortie.
- Un affichage simple de type « Aucune installation dans la salle, si la salle ne contient aucun poste sur lequel un logiciel est installé » (exemple pour 's12')

Votre programme doit produire un résultat analogue à l'écran suivant :

Figure 9-7 *Extraction préparée*

Exercice 9.2 Appel d'un sous-programme

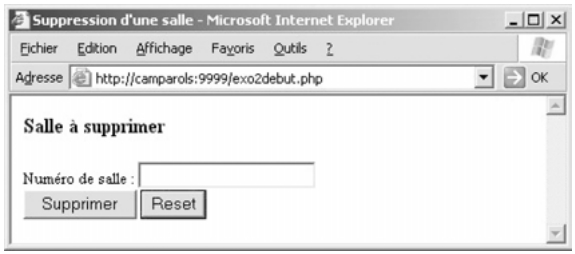
Utiliser de nouveau la procédure cataloguée `supprimeSalle(IN ns VARCHAR(7),OUT res TINYINT)` décrite à l'exercice du chapitre 8. Cette procédure supprime une salle dont le numéro est passé en premier paramètre et retourne en second paramètre :

- 0 si la suppression s'est déroulée correctement ;
- – 1 si le code de la salle est inconnu ;
- – 2 si la suppression est impossible (contraintes référentielles).

Écrire le programme `exo2suite.php` qui, à partir d'une saisie du numéro de salle (programme `exo2debut.php` similaire à `exo1debut.php`), appelle le sous-programme `supprimeSalle`.

```
<html> <head> <title>Suppression d'une salle</title> </head>
<body>
<form action="./exo2suite.php" method="POST"><p>
  <H3>Salle à supprimer</H3><P>
  Numéro de salle : <input type="text" name="ns" maxlength="7"/><BR>
  <input type="submit" value="Supprimer"/>
  <input type="reset" value="Reset"/>
</form>
</body> </html>
```

Figure 9-8 *Formulaire de saisie*



Tracez les différents cas d'erreurs (numéro de salle référencé par un poste de travail puis numéro de salle inexistant). Pensez à donner à l'utilisateur le privilège en exécution sur cette procédure.

Exercice 9.3 Insertion préparée

Écrire le programme PHP `exo3suite.php` qui, à partir d'une saisie des paramètres nécessaires pour enregistrer une nouvelle installation à la date du jour d'un logiciel sur un poste de travail, réalise l'insertion dans la table `Installer`. Cette saisie sera réalisée dans le programme `exo3debut.php` ci-après :

```
<html> <head> <title>Nouvelle installations de logiciel sur un
poste</title> </head>
<body>
<form action="./exo3suite.php" method="POST"><p>
 <?php
  $format='j-n-Y';
  $datej = date($format);
  print "<H4>Installation d'un logiciel à la date du $datej</H4><P>";
 ?>
 Numéro de poste : <input type="text" name="np" maxlength="7"/>
 Code du logiciel : <input type="text" name="nl" maxlength="5"/><BR>
 <input type="submit" value="Enregistrer"/>
 <input type="reset"  value="Reset"/>
</form>
</body> </html>
```

Figure 9-9 *Saisie du formulaire*

Pour tester une éventuelle erreur de compatibilité entre le type du poste et celui du logiciel (voir le déclencheur de l'exercice en fin de chapitre 7), vous afficherez le message d'erreur (avec `mysqli_stmt_error`) et le code d'erreur si l'insertion se passe mal. Tester une insertion correcte ('p10', 'log1') et une insertion incorrecte du fait des types différents ('p8', 'log7').

Figure 9-10 *Insertion correcte*

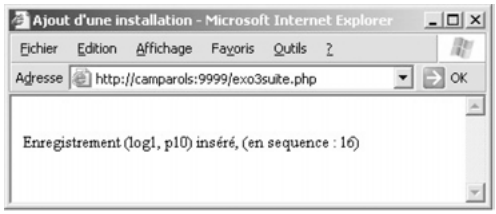
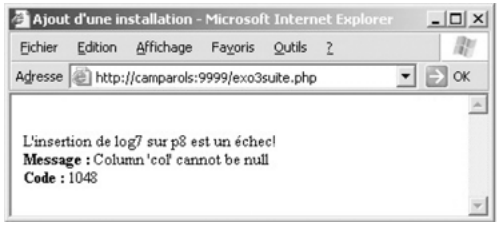


Figure 9-11 *Erreur après insertion*



Chapitre 10

Outils graphiques

MySQL AB fournit gratuitement plusieurs outils graphiques afin d'administrer, de manipuler, d'interroger et de faire migrer une base de données. Ce sont *MySQL Administrator*, *MySQL Query Browser*, et *MySQL Migration Toolkit*. L'utilisation de cet outil de migration sort du cadre de cet ouvrage, nous ne l'étudierons donc pas.

Par ailleurs, il existe d'autres consoles graphiques d'administration que nous allons observer sommairement, à savoir le célèbre *phpMyAdmin* (interface Web écrite en PHP), *Toad for MySQL* (plus connu pour sa version Oracle), *Navicat* et *EMS SQL Manager*.

Ce chapitre survole les principales fonctionnalités de ces logiciels. N'y voyez pas ici un guide de référence.

MySQL Administrator

MySQL Administrator est un outil d'administration (bases, tables, utilisateurs), de sauvegarde (*backup*), de restauration (*restore*/*recovery*) et de surveillance (*database monitoring*). Sous Windows, il se présente sous la forme d'un *Package Windows Installer* (extension `.msi`). Son installation ne pose aucun problème. Vous trouverez la documentation officielle sur http://dev.mysql.com/doc/administrator/en/index.html.

Connexion

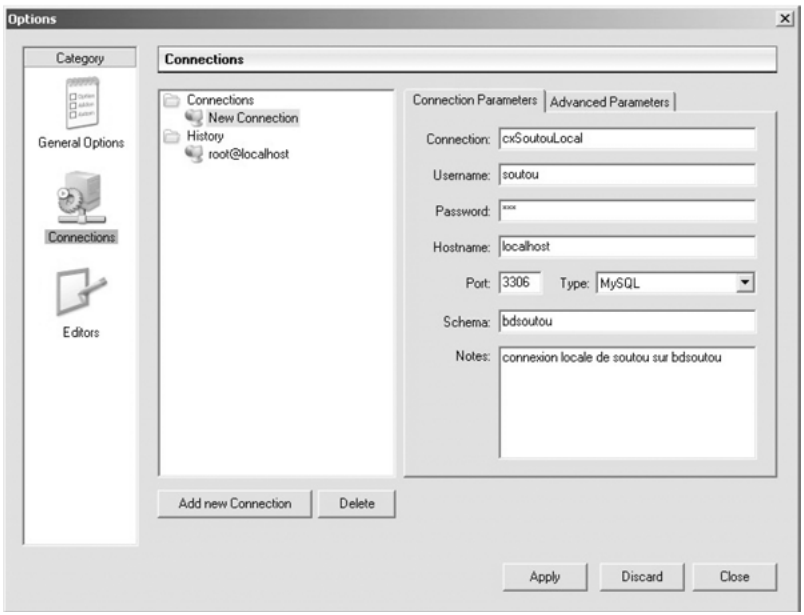
La console se lance sous Windows, à partir de `Démarrer`/`Programmes`/`MySQL`/`MySQL Administrator`. Apparaît ensuite l'écran ci-après pour lequel, dans notre cas, il faut saisir le mode de passe de `root` sur le serveur local.

Figure 10-1 *Connexion à un serveur*

Connexion nommée

L'écran suivant décrit l'interface accessible (choix « … » à côté de `Stored Connection`) pour prédéfinir une connexion. Ici elle se nomme `cxSoutouLocal` et correspondra à la connexion de `soutou` sur la base `bdsoutou` située sur le serveur local.

Figure 10-2 *Création d'une connexion nommée*

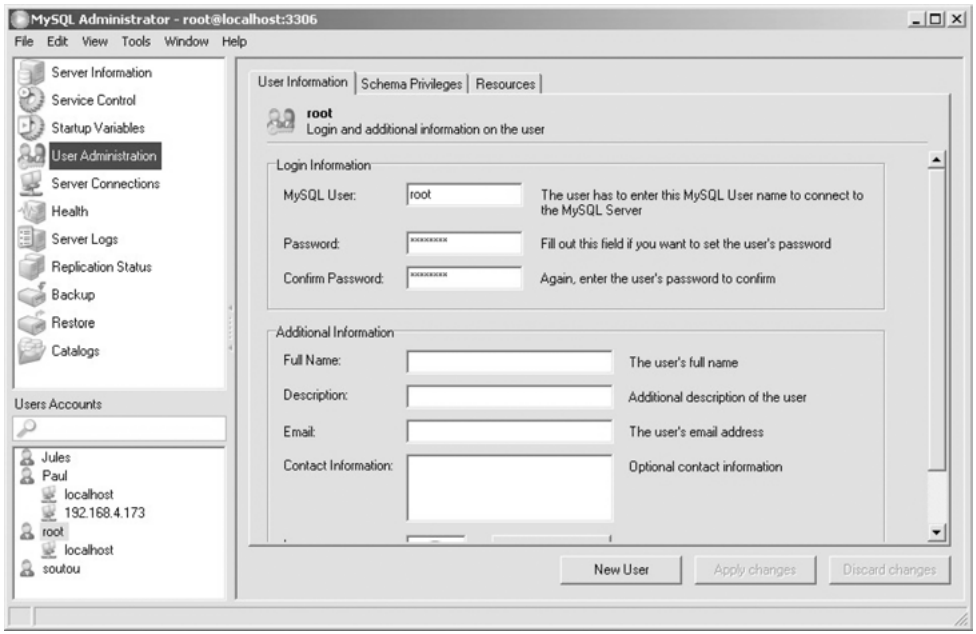


Une fois la connexion choisie, il faut s'identifier au niveau de la base de données cible.

Liste des accès utilisateur

Lorsque la connexion est établie pour l'utilisateur choisi, il est possible de gérer une base tout en respectant ses propres prérogatives. Ici, nous choisissons, sous `root` en local, de lister les accès utilisateur. En sélectionnant un accès utilisateur (ici `root` sur `localhost`), il est possible de modifier ces caractéristiques et ces privilèges.

Figure 10-3 *Liste des utilisateurs*

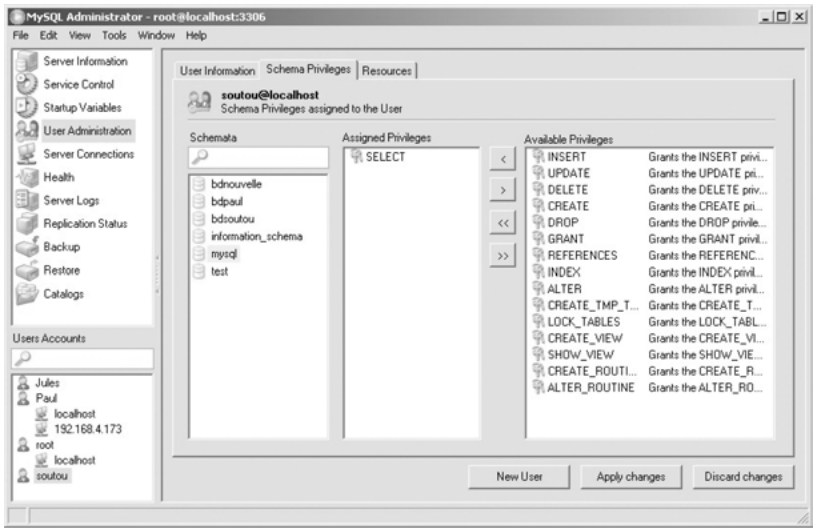


Quand vous ajoutez un nouvel utilisateur, pensez à autoriser sa connexion à partir de chaque machine cliente. Clic droit sur l'utilisateur dans la fenêtre principale `Add Host From Which The User Can Connect`. Ensuite, il faudra lui allouer des privilèges sur chaque base de données autorisée.

Gestion des privilèges

En sélectionnant un utilisateur, l'onglet `Schema Privileges` permet, graphiquement, d'affecter ou de révoquer tout privilège sur toute base. Dans l'écran suivant, `root` affecte à l'accès utilisateur `soutou` en local le privilège `SELECT` sur la base `mysql`.

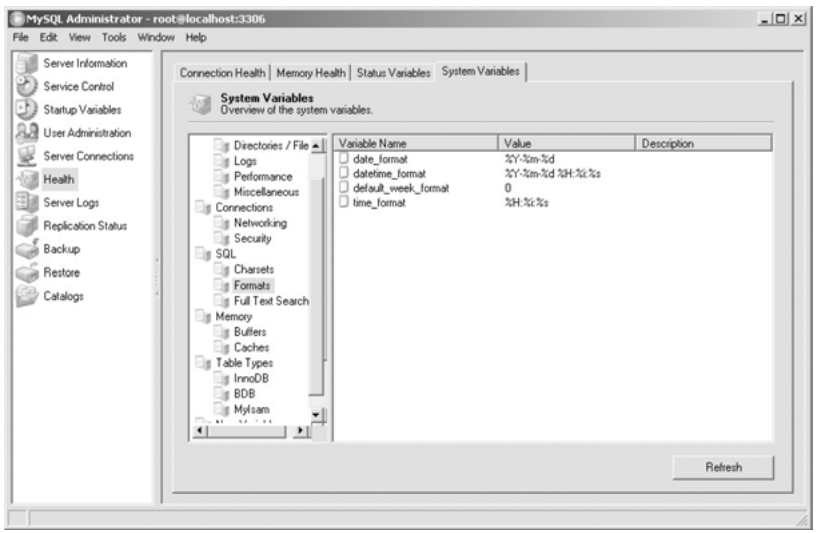
Figure 10-4 *Caractéristiques d'un utilisateur*



Caractéristiques système

Le choix `Health` de la fenêtre principale renseigne les occupations mémoire des process en cours sur le serveur MySQL, ainsi que la valeur des variables système. L'écran suivant affiche par exemple le format par défaut de représentation des colonnes de type date-heure.

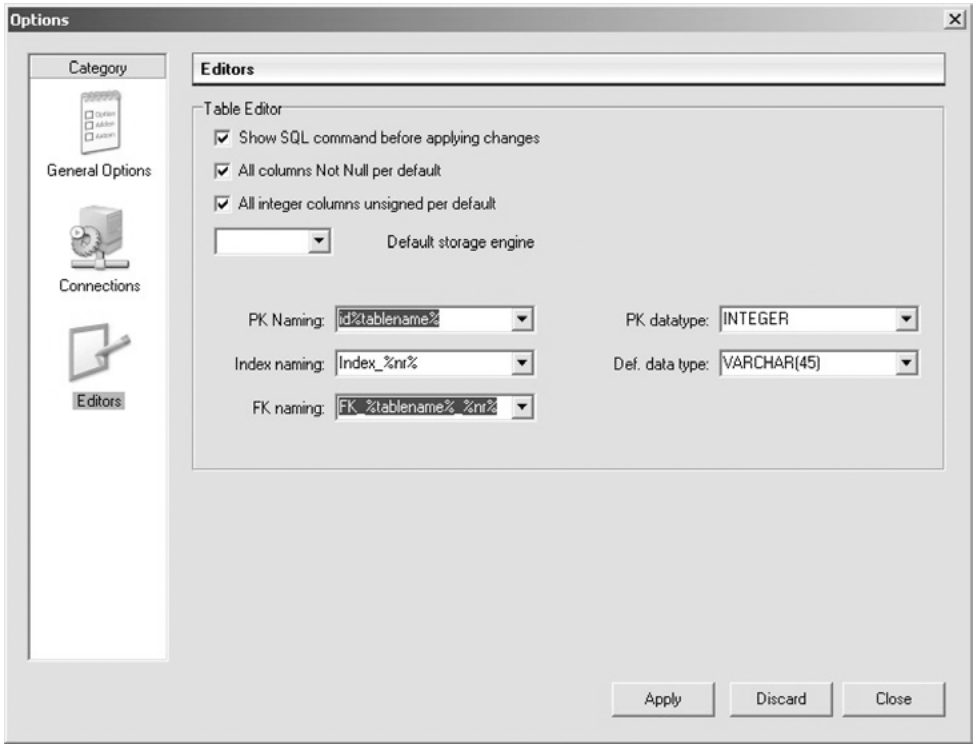
Figure 10-5 *Variables système*



Options scripts SQL

L'option `Tools/Options` (choix `Editors`) permet de personnaliser les scripts SQL qui seront automatiquement générés suite à des modifications structurelles d'une base (ajout d'une table, d'une contrainte, etc.). L'écran suivant présente les options par défaut. Par exemple, la contrainte de clé primaire, si elle est une séquence, de la table `Etudiant` se nommera automatiquement `idEtudiant`.

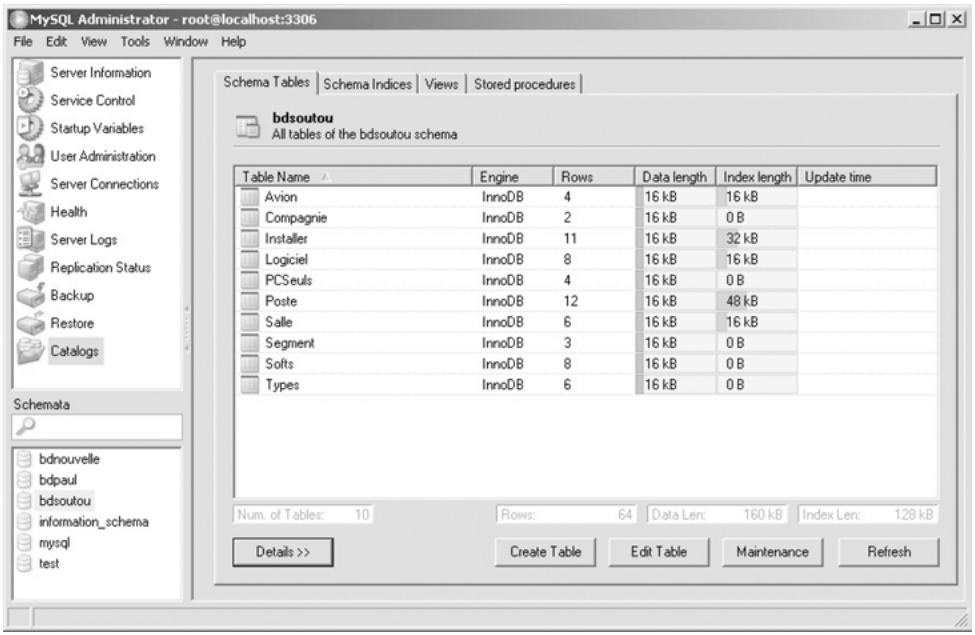
Figure 10-6 *Options par défaut des scripts SQL*



Composition d'une base

Le choix `Catalogs` de la fenêtre principale donne des informations sur les tables, index, vues et procédures cataloguées d'une base. L'écran suivant présente la liste des tables de la base `bdsoutou`.

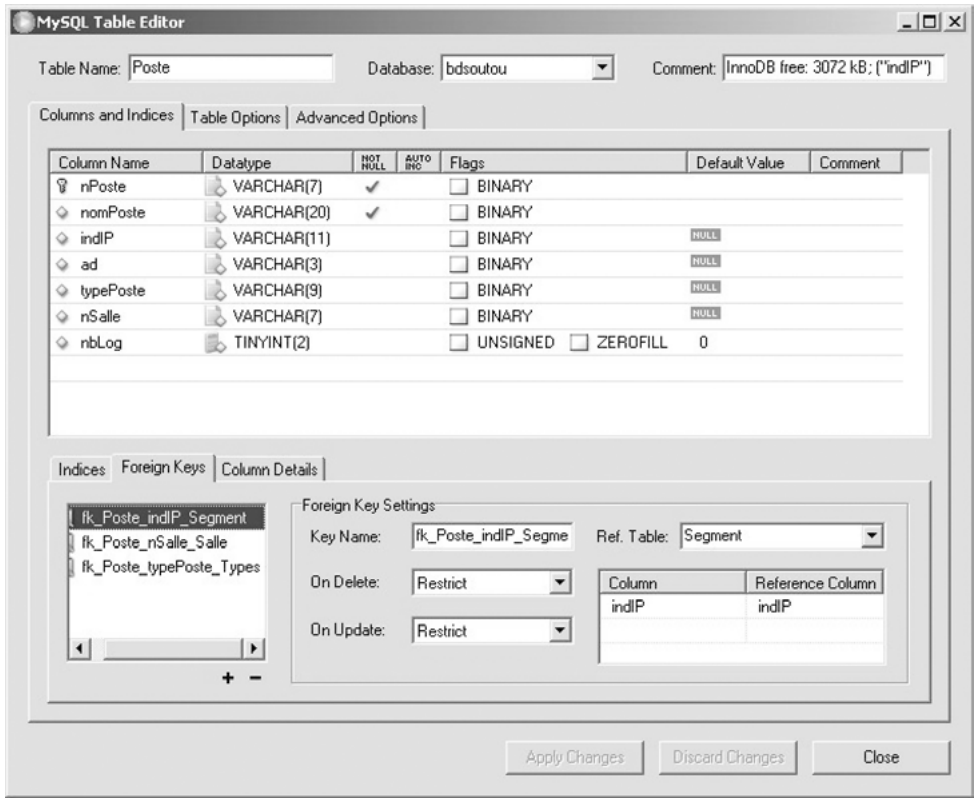
Figure 10-7 *Liste des tables d'une base*



Composition d'une table

En double-cliquant sur le nom d'une table, on obtient le détail des colonnes (la composition des clés étrangères également), ainsi que les caractéristiques système relatives au mode de stockage. L'écran suivant nous révèle la structure de la table `Poste` située dans la base `bdsoutou`.

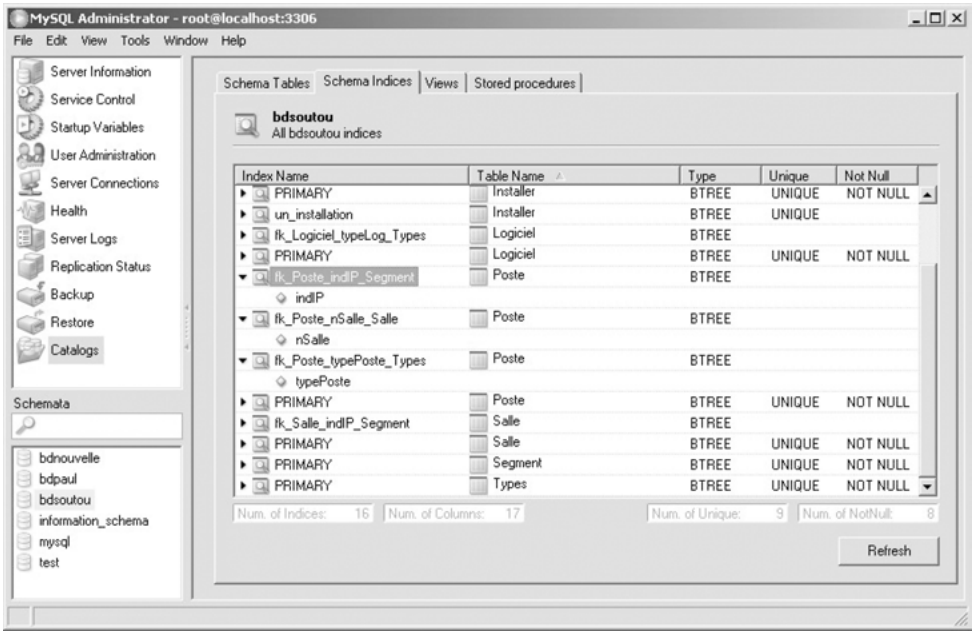
Figure 10-8 *Détail des colonnes d'une table*



Composition des index

L'onglet `Shema Indices` détaille les index présents dans une base. L'écran suivant nous montre les trois index de la table `Poste` située dans la base `bdsoutou`.

Figure 10-9 *Détail des index*



Modification d'un schéma

Étudions à présent la modification d'un schéma par le fait d'ajouter une table, puis une nouvelle contrainte à une table existante.

Création d'une table

L'écran suivant illustre la création de la table `Aeroport` dont les colonnes `codeOACI` et `compa` composent la clé primaire.

À l'issue de cette création, après avoir cliqué sur `Apply Changes` arrive l'écran qui décrit la syntaxe SQL générée. Si vous désirez conserver une trace de ce script, pensez à copier-coller le contenu de la fenêtre.

Figure 10-10 *Création d'une table*

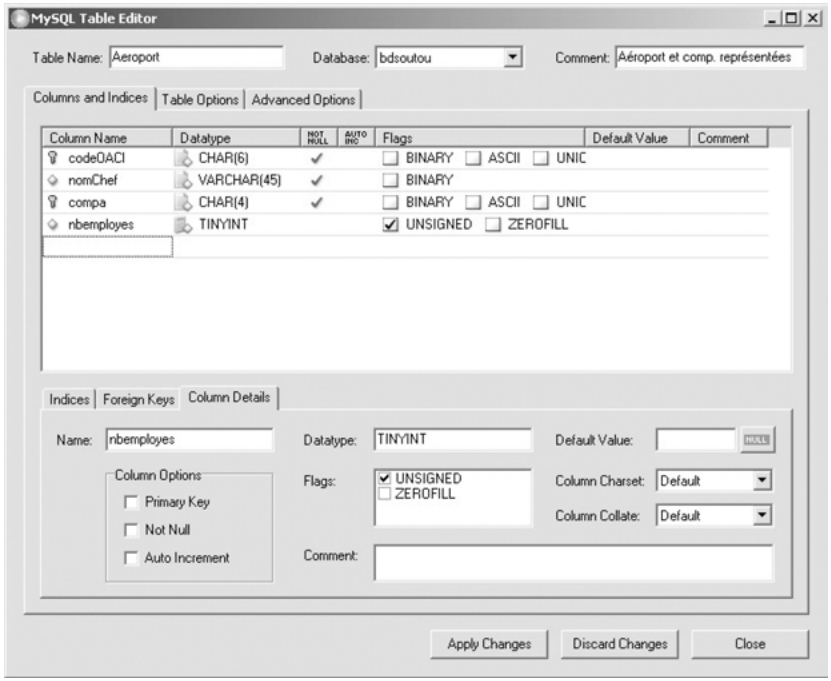
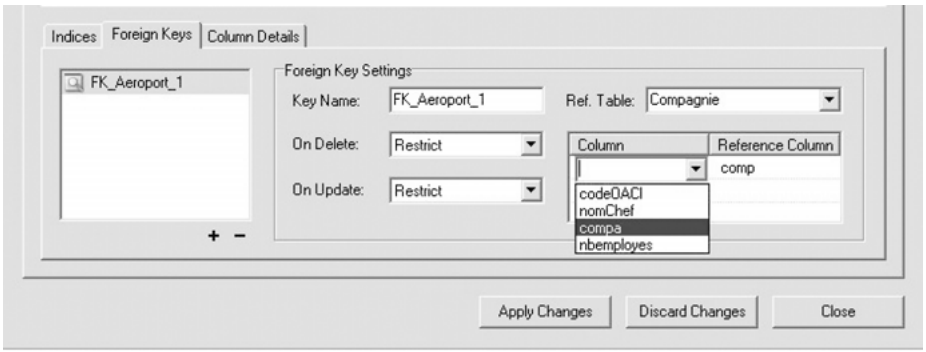


Figure 10-11 *Script SQL de création de table généré*

Ajout contrainte

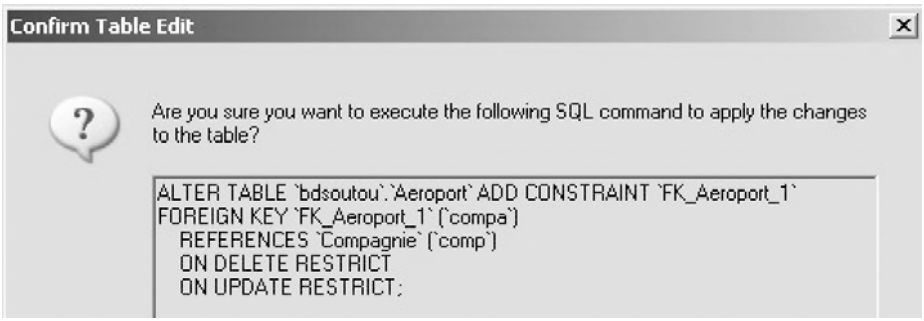
Insérons à présent la clé étrangère reliant la table `Aeroport` à la table `Compagnie` (« père »). Dans l'ordre, ajouter le nom de la contrainte « + », choisir la table cible puis la colonne de la table « fils » (ici `compa`). Enfin, vous pouvez restreindre les actions en cascade.

Figure 10-12 *Ajout d'une clé étrangère*



À l'issue de cette modification arrive l'écran qui décrit la syntaxe SQL générée. Si vous désirez conserver une trace de ce script, pensez à copier-coller le contenu de la fenêtre.

Figure 10-13 *Script SQL d'ajout d'une clé étrangère*



Restriction

Pour toute modification dans quelque fenêtre que ce soit, il n'est pas possible d'extraire la commande SQL générée automatiquement (sauf pour la création et la modification de tables). Cette option est très précieuse pour les administrateurs qui désirent archiver les sources de toutes leurs opérations pour les réutiliser à la demande, si nécessaire.

MySQL Query Browser

MySQL Query Browser est un outil graphique composé d'une interface pour créer, exécuter et optimiser des instructions SQL (LDD, LMD, LID et LCD). Bien que toutes les instructions générées par le biais de cet outil soient exécutables en ligne de commande (c'est une chance pour vous qui avez ingurgité toute la syntaxe SQL…), la documentation affirme que certaines requêtes peuvent y être composées graphiquement de manière plus intuitive (ce n'est quand même pas le QBE *d'Access*).

MySQL Query Browser convient à des bases MySQL de version postérieure à 4.0. Sous Windows, il se présente sous la forme d'un *Package Windows Installer* (extension `.msi`). Son installation ne pose aucun problème. Vous trouverez la documentation officielle sur http://dev.mysql.com/doc/query-browser/en/index.html.

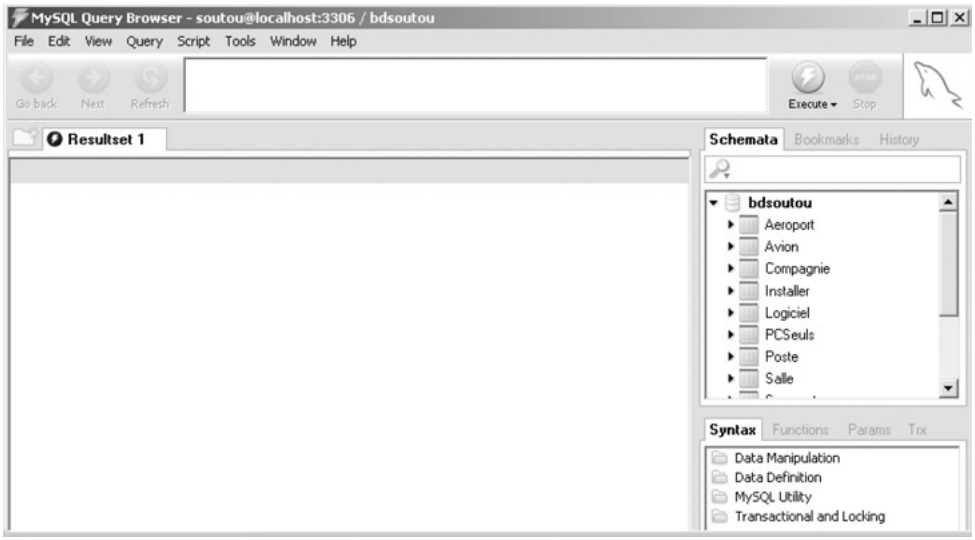
Une fois connecté avec la même interface que *MySQL Administrator* (dans laquelle vous choisissez l'utilisateur, le serveur, la base et saisissez le mot de passe) arrive la fenêtre principale.

Fenêtre principale

L'interface inclut la palette d'outils suivante :

- *Query Toolbar* (zone de texte en haut au centre) pour créer et éxécuter des instructions (requêtes et tout ordre de création ou de manipulation), et naviguer (avec `Next` et `Go back`) dans l'historique de ces commandes.
- *Resultset* qui affiche le résultat d'une requête avec, en bas, un bandeau pour les onglets de contrôle et l'affichage d'éventuelles erreurs.
- *Script Editor* (onglets `Edit`, `Apply changes`, `Discard changes`, `First`, `Last` et `Search` qui se trouvent en bas de la fenêtre de résultats) vous donne le contrôle pour créer, modifier et rechercher manuellement des données parmi les enregistrements extraits par une requête.
- *Object Browser* vous permet de sélectionner les colonnes des tables des bases qui vous sont accessibles. Vous pouvez double-cliquer ou faire des glisser-déposer de colonnes (même de différentes tables pour composer des jointures) dans la zone de commande. Les *bookmarks* et les historiques sont aussi gérés à ce niveau.
- *Inline Help* (zone de texte en bas à droite) vous donne un accés direct à l'aide de toutes commandes SQL et fonctions. La syntaxe s'affiche dans le *Resultset*.

Figure 10-14 *Fenêtre principale de MySQL Query Browser*

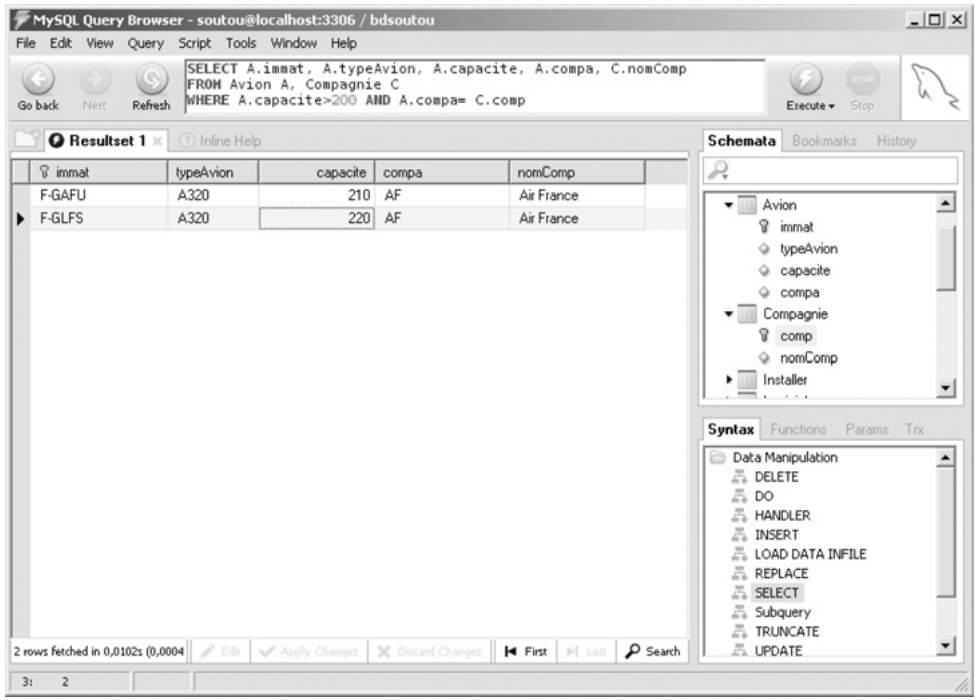


Extraction

L'écran suivant illustre une jointure composée à l'aide d'un glisser-déposer des colonnes concernées. Toute la requête ne se compose pas automatiquement (j'ai dû écrire manuellement le signe « = » du prédicat de jointure et la condition du deuxième prédicat).

Je ne suis pas un professionnel de cette interface qui a quand même, à mon sens, encore des progrès à faire pour faciliter vraiment l'écriture des requêtes (notamment pour les jointures avec sous-requêtes). Notez que c'est l'écriture relationnelle de la jointure qui est choisie par l'outil (ce qui confirme mes dires au chapitre 4 section *Jointure relationnelle*).

Figure 10-15 *Jointure (requête multitable)*

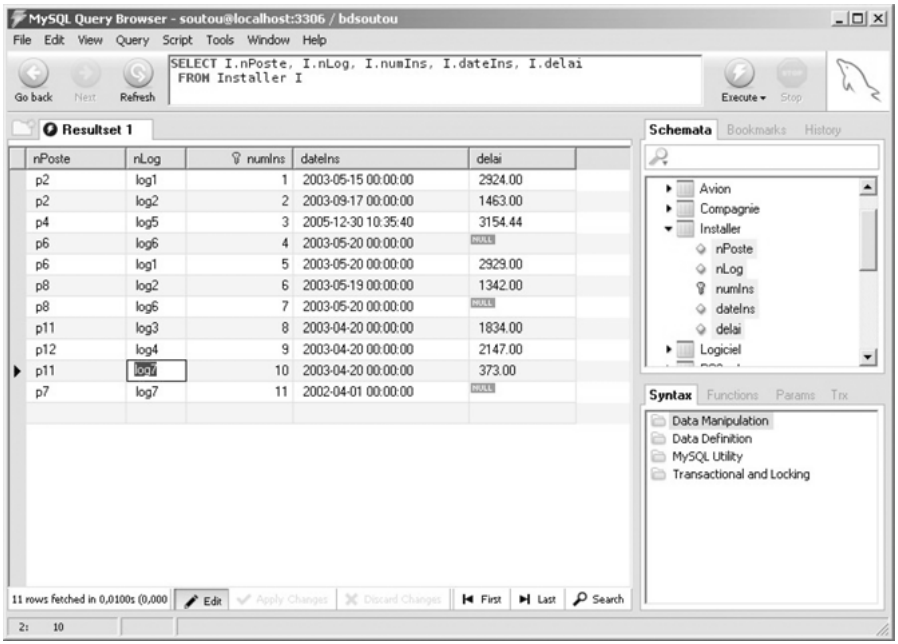


Modification

L'écran suivant illustre une requête (monotable) dont le résultat permet de modifier toute colonne de la table en sélectionnnant l'onglet `Edit` puis `Apply changes`.

On peut également ajouter un enregistrement (équivalent à `INSERT`) en se positionnant sur l'enregistrement vide en fin de résultat, puis faire un clic droit sur le choix `Add Row`. Pour supprimer un enregistrement (équivalent à `DELETE`), le sélectionner, puis faire un clic droit sur le choix `Delete Row(s)`. Toute modification devra bien sûr respecter les éventuelles contraintes d'unicité, de non nullité et d'intégrité référentielle.

Figure 10-16 *Modification d'un enregistrement*



phpMyAdmin

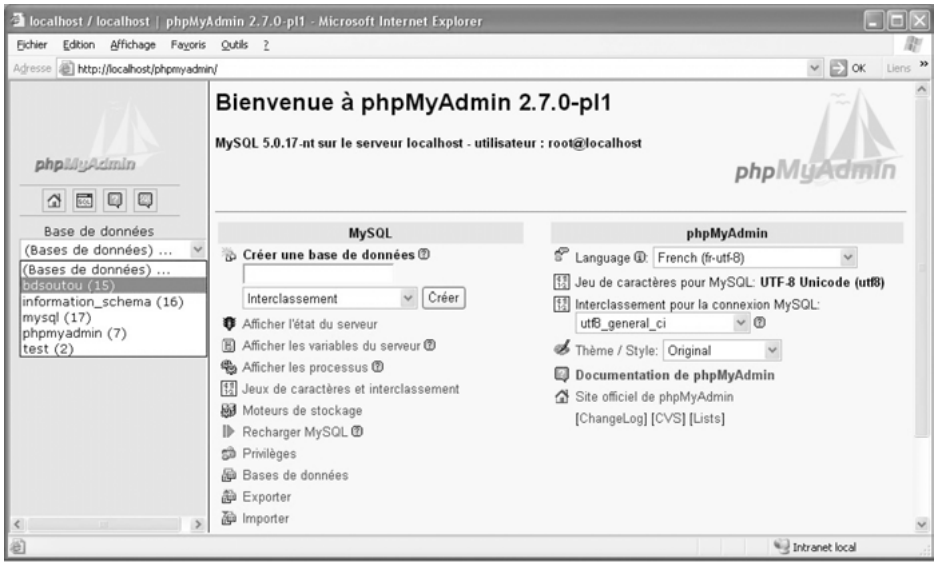
phpMyAdmin est un outil d'administration d'un ou de plusieurs serveurs MySQL. Les fonctionnalités principales de cet outil sont :

- de créer, modifier et supprimer des bases de données et des tables, de gérer les utilisateurs et leurs privilèges ;
- d'exécuter toute instruction SQL, même les requêtes par lot, de proposer *Query By Example* pour écrire des requêtes complexes ;
- d'importer des données provenant de fichiers texte ou d'exporter des données aux formats CSV, XML et Latex ;
- de créer des graphiques PDF du schéma de votre base de données ;
- de gérer `mysqli`, la dernière API PHP pour MySQL.

Plusieurs installations sont possibles, individuellement avec Apache et PHP, avec *WAMP*, avec *EasyPHP* (mais la version actuelle ne reconnaît pas encore MySQL 5). Vous trouverez la documentation officielle sur http://www.phpmyadmin.net/pma_localized_docs/fr.

Une fois installé et configuré avec Apache arrive la fenêtre principale qui permet de sélectionner les principales fonctionnalités. Ici je sélectionne la base `bdsoutou`.

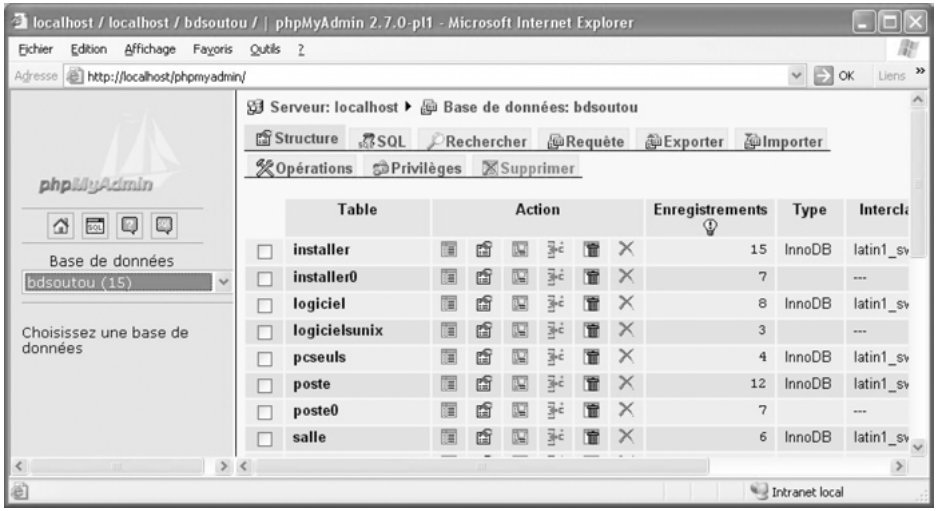
Figure 10-17 *phpMyAdmin*



Composition de la base

Les tables et vues (quinze en tout) apparaissent, sur lesquelles différentes actions sont possibles via les icônes dans la colonne `Action` (afficher, structurer, rechercher, insérer, vider et supprimer).

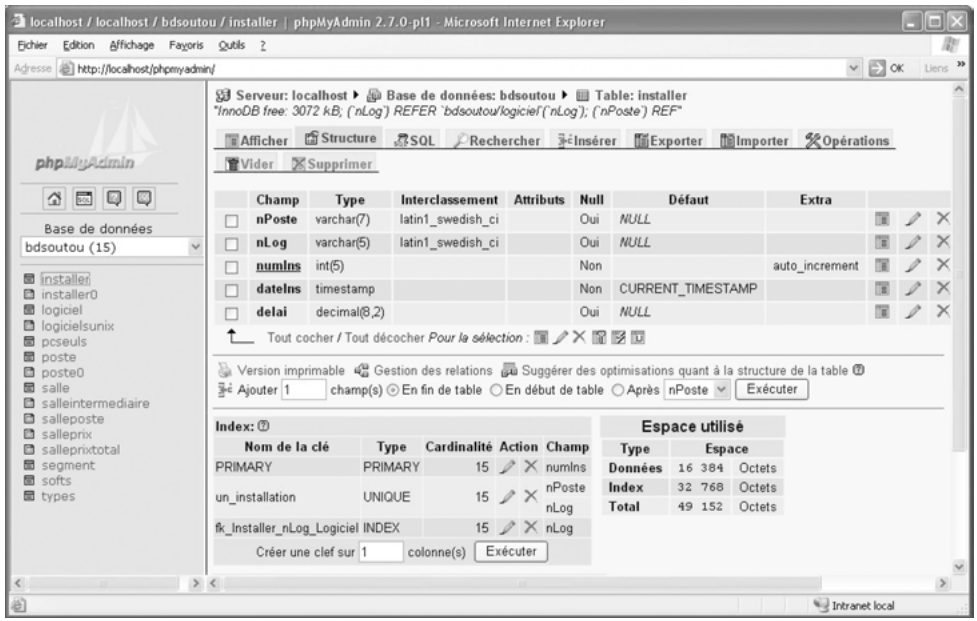
Figure 10-18 *Composition de la base*



Structure d'une table

En sélectionnant la structure d'une table (ou vue), il est possible d'ajouter, de modifier ou de supprimer une colonne ou une contrainte de clé (primaire ou étrangère).

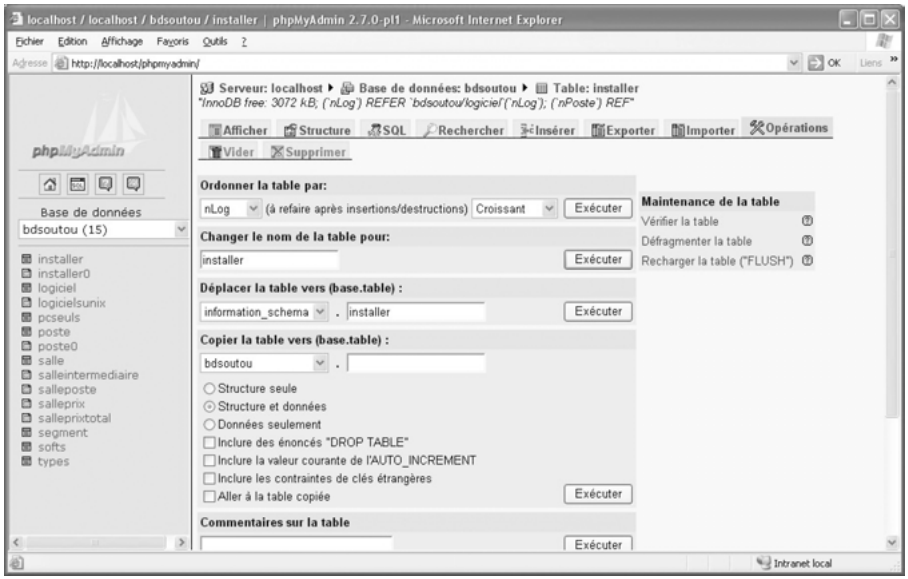
Figure 10-19 *Structure d'une table*



Administrer une table

L'onglet `Opérations` au niveau d'une table permet de modifier les caractéristiques d'une table à l'échelle de la *database*.

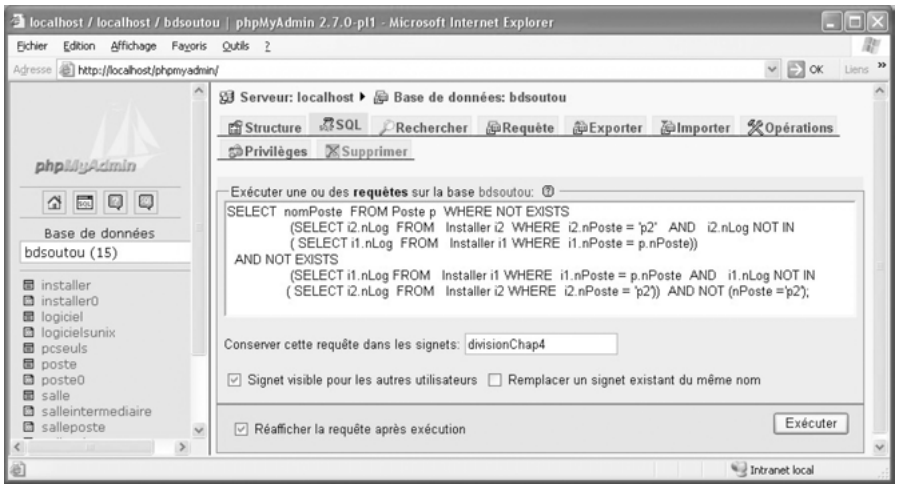
Figure 10-20 *Administrer une table*



Extractions

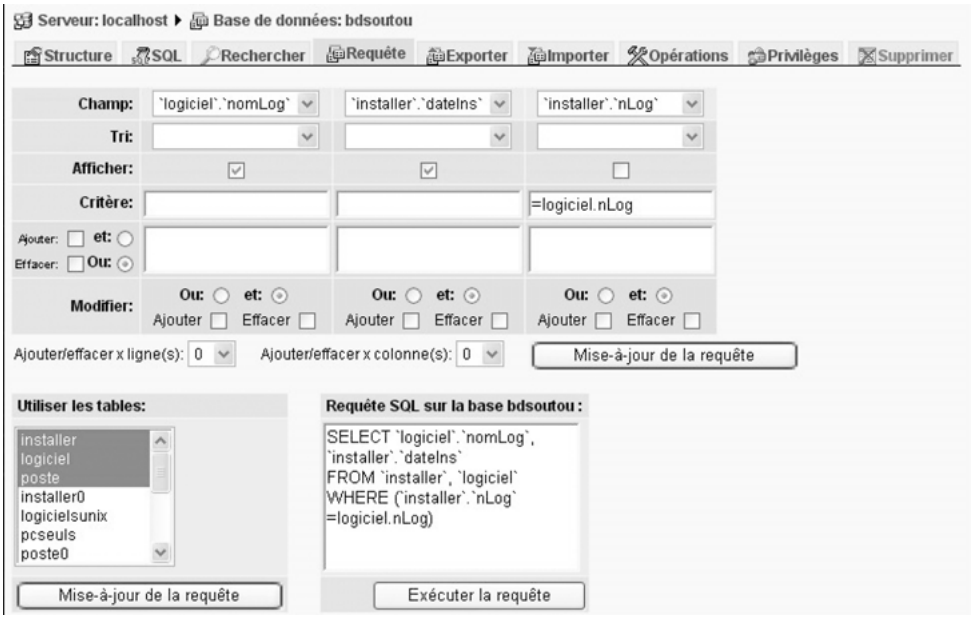
L'onglet SQL permet de saisir une instruction SQL (LDD, LMD, LID ou LCD). Ici j'ai fait un copier-coller de la requête de division de l'exercice du chapitre 4. Malheureusement j'obtiens une erreur dans cette interface, alors qu'en ligne de commande deux lignes sont retournées (postes 6 et 8) !

Figure 10-21 *Requête SQL*



L'onglet `Requête` aide à la construction de requêtes SQL (de type *QBE*). Dans l'écran suivant, on compose une jointure entre les tables `installer` et `logiciel`. Notez que la clause de jointure doit être saisie explicitement. Ici on affiche le nom et la date d'installation des logiciels existant sur des postes de travail.

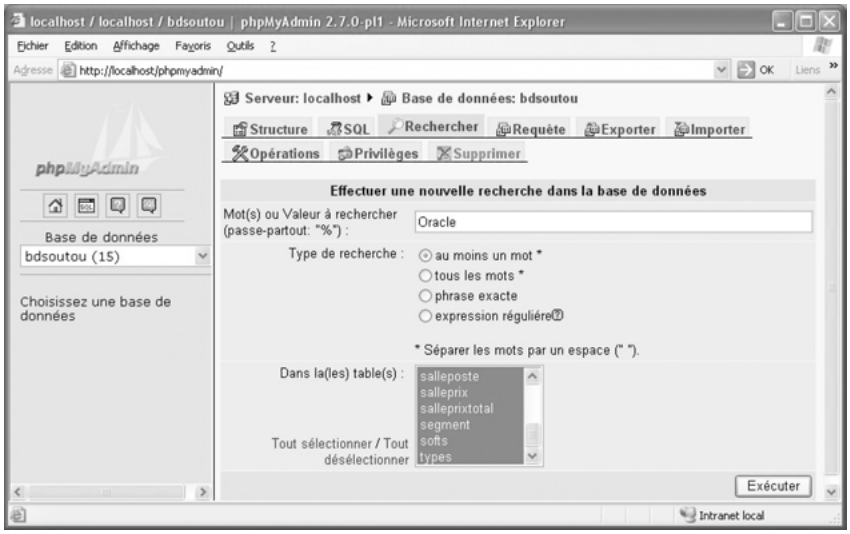
Figure 10-22 *Assistant QBE*



Rechercher

L'onglet `Rechercher` permet de rechercher des valeurs dans une ou plusieurs tables (ou vues). Ici on recherche les tables qui contiennent un enregistrement dont une colonne contient le mot « Oracle ». Il est ensuite possible d'afficher ou d'effacer chacune des occurrences vérifiant cette condition.

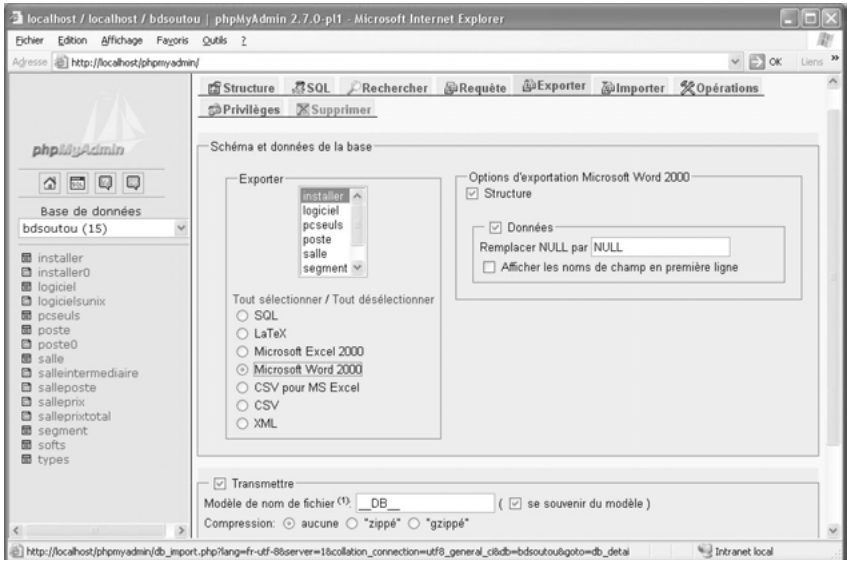
Figure 10-23 *Recherche dans plusieurs tables*



Exporter

L'onglet `Exporter` permet de transférer des données (et des structures) d'une ou de plusieurs tables sous différents formats (voir l'écran ci-après).

Figure 10-24 *Exportation au format Word*



Utilisateurs

L'onglet `Privilèges` autorise la gestion des accès utilisateur avec leur privilèges. En sélectionnant un utilisateur existant, il est aussi possible de modifier ses caractéristiques.

Figure 10-25 *Gestion des utilisateurs*

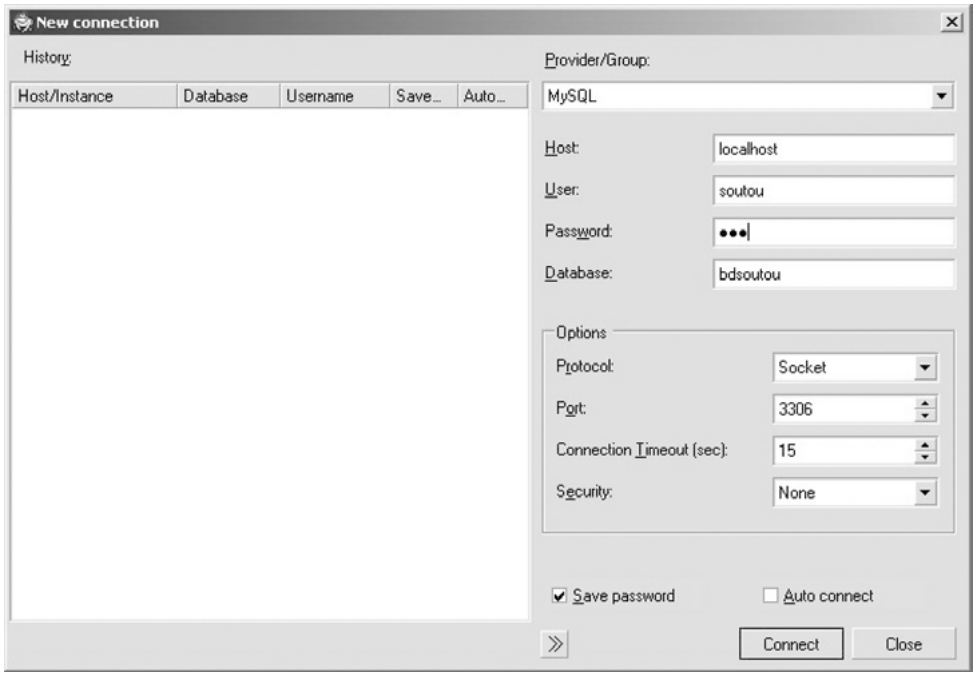
Le message en rouge, en bas de page, vous invite à modifier le mot de passe de `root`. J'ai eu des mauvaises surprises suite à plusieurs tentatives de modification. Méfiance…

TOAD for MySQL

Toad for MySQL est un outil graphique d'administration et de développement qui est disponible gratuitement dans une version *Preview Release*. Toutefois ce statut de *freeware* semble temporaire, et le produit doit être retéléchargé tous les 60 jours (http://www.toadsoft.com/toadmysql/toad_mysql.htm).

Sous Windows, il se présente sous la forme d'une archive d'un installeur (fichier à extension `msi`) dont l'exécution ne pose aucun problème. Quand la grenouille coasse, *TOAD* est prêt pour vous. Au premier démarrage, des choix de mode d'affichage vous seront demandés. Par la suite, vous devrez vous connecter en donnant tous les paramètres nécessaires.

Figure 10-26 *Connexion via TOAD*



Une fois connecté arrive une interface à partir de laquelle, par le menu `Tools` et `Views`, des onglets se composent dans la fenêtre principale. L'affichage de ces onglets, qui sont constitués de boutons, listes déroulantes, choix, etc., est contrôlé par le menu `Window`.

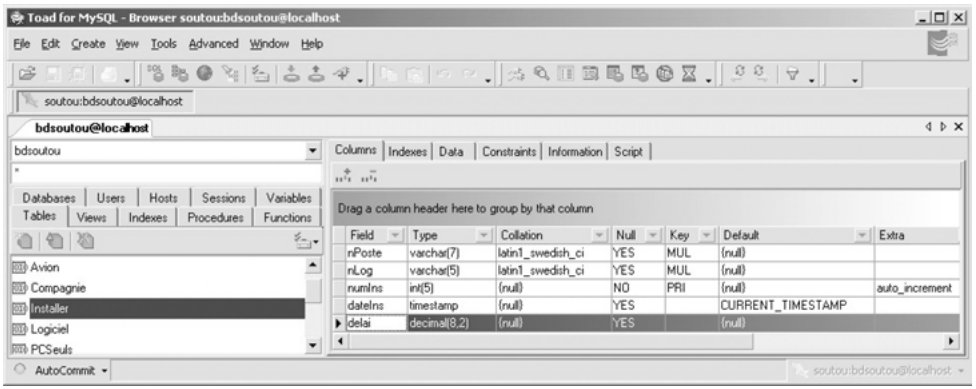
Administration

Le choix `Tools`/`Database Browser`, en sélectionnant une base de données, renseigne les tables, index, vues, procédures cataloguées, privilèges des utilisateurs, etc. Tout objet relatif à la base se retrouve ici.

L'écran suivant présente les onglets disponibles pour la base `bdsoutou`. On s'intéresse ici à la composition de la table `Installer`. Toute modification de cette table au niveau de la structure est possible (sous réserve de maintenir l'intégrité des données via d'éventuelles contraintes référentielles).

L'onglet `Data` extrait les lignes d'une table. L'onglet `Indexes` décrit les index présents dans la table. L'onglet `Constraints` liste les contraintes référentielles. L'onglet `Information` énumère les caractéristiques physiques de la table. L'onglet `Script` restitue le script SQL de création que vous pouvez sauvegarder sous la forme d'un fichier texte.

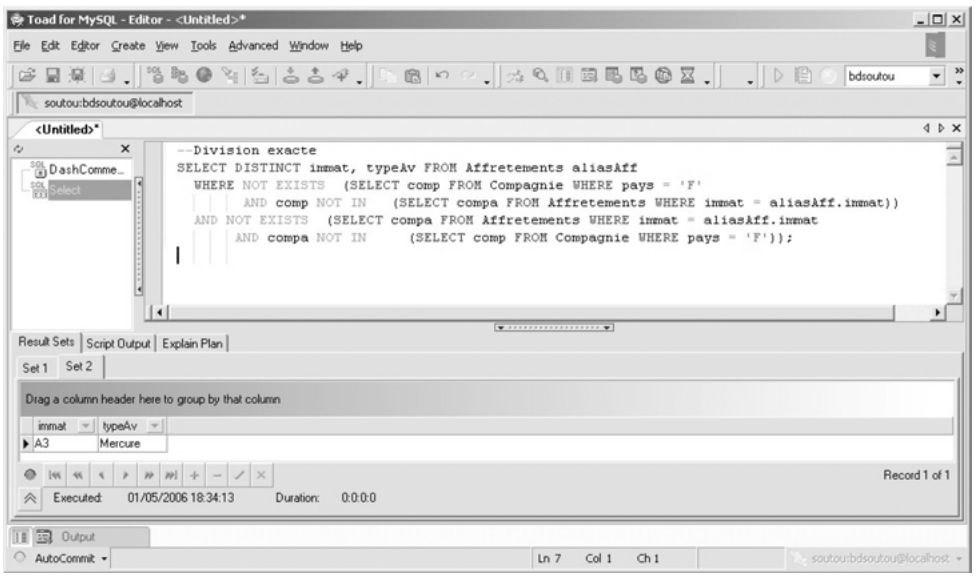
Figure 10-27 *Composition d'une base*



Instructions en ligne

Le choix `Tools`/`Editor` de la fenêtre principale ouvre plusieurs fenêtres dont la plus importante est une zone de texte contenant une instruction SQL. L'écran suivant présente une requête qui réalise une division (voir chapitre 4). L'onglet `Result Sets` contient le(s) résultat(s) de l'extraction. L'onglet `Explain Plan` permet de visualiser le plan d'exécution.

Figure 10-28 *Extraction de données*

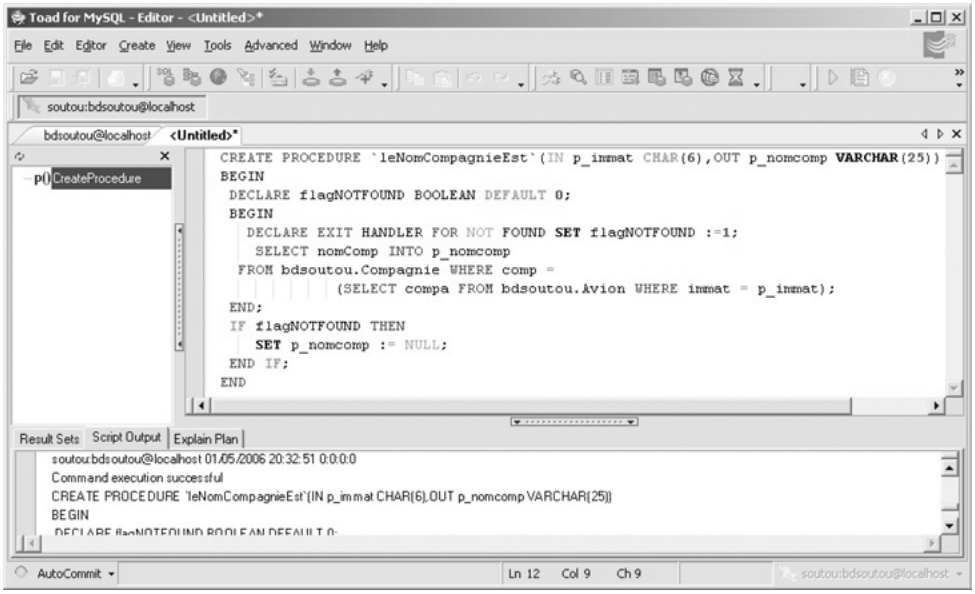


Toute autre instruction SQL (LMD, LDD et LCD) peut être exécutée dans ce mode. Le menu `Create` génère automatiquement le début de la syntaxe SQL adéquate (création d'une base, table, vue, index ou procédure cataloguée).

Développement

Le choix `Tools`/`Database Browser`, ensuite l'onglet `Procedure` en sélectionnant une procédure (clic droit puis `Alter Procedure`), permet de modifier puis de recompiler (`Editor`/`Execute SQL Statement`) une procédure existante. Pour en créer une nouvelle, vous avez le choix entre le clic droit puis `Create Procedure`, ou passer par le menu général `Create`/`Procedure`.

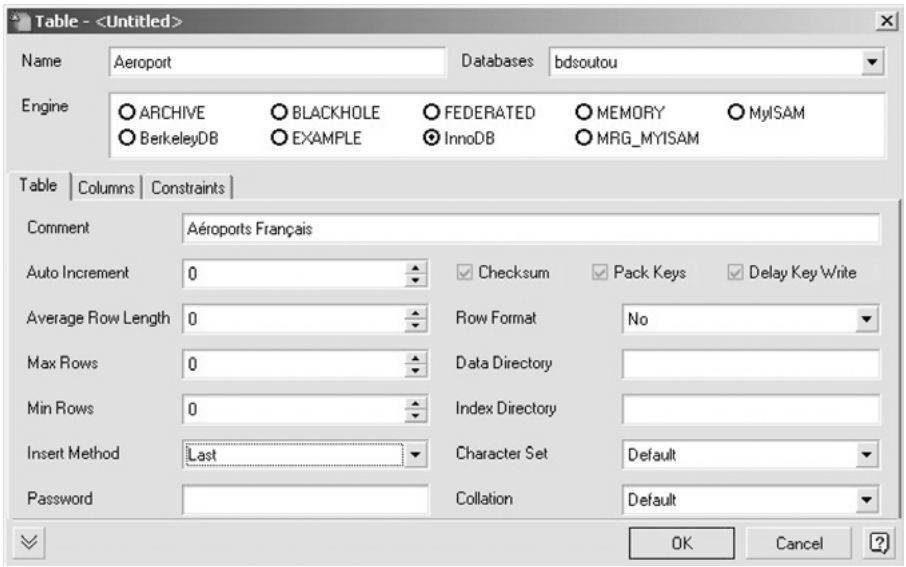
Figure 10-29 *Modification d'un sous-programme*



Création d'objets

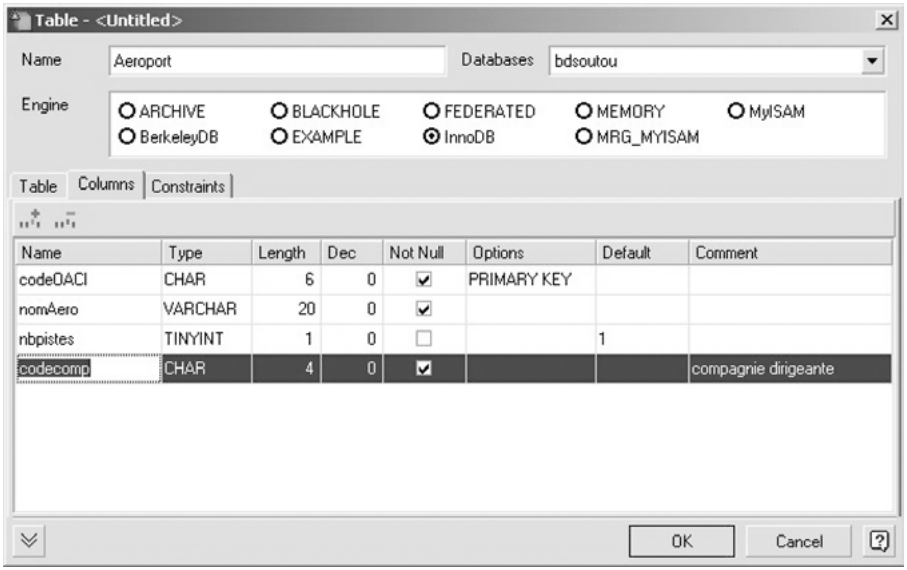
Le menu général `Create` permet de créer des tables, bases, vues, index et fonctions ou procédures cataloguées. En sélectionnant le choix `Table`, une fenêtre s'ouvre découvrant trois onglets pour caractériser la table. Le premier onglet permet entre autres de définir le moteur de stockage, le nom, la base et d'autres informations que l'écran suivant illustre.

Figure 10-30 *Création d'une table (onglet Table)*



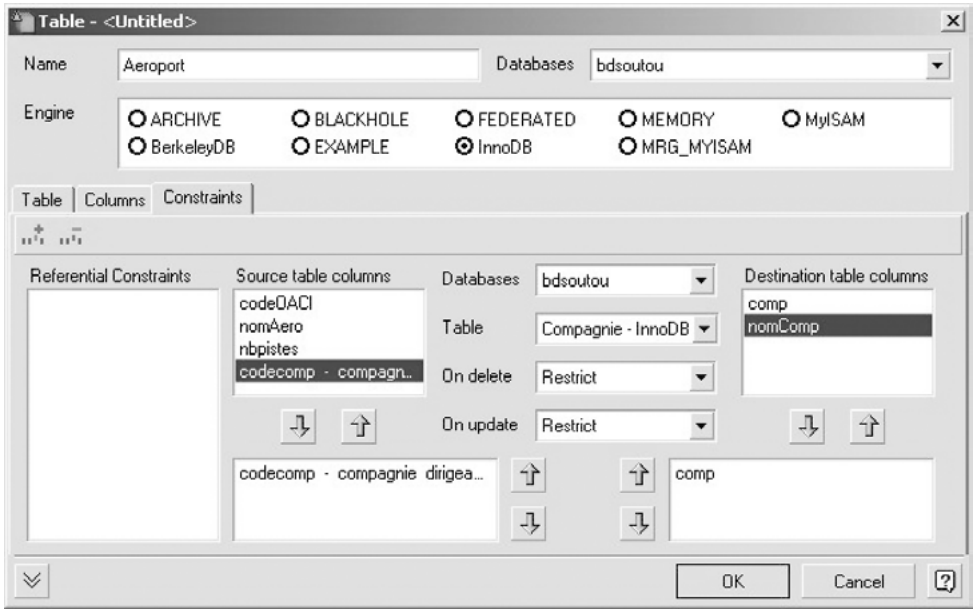
Le second onglet donne la possibilité de structurer la table (description de chaque colonne et des contraintes en ligne).

Figure 10-31 *Création d'une table (onglet Columns)*



Le dernier onglet permet de définir les éventuelles clés étrangères de la table. J'avoue avoir eu des problèmes pour en créer une qui soit implémentée dans la base… Vous essayerez vous-même.

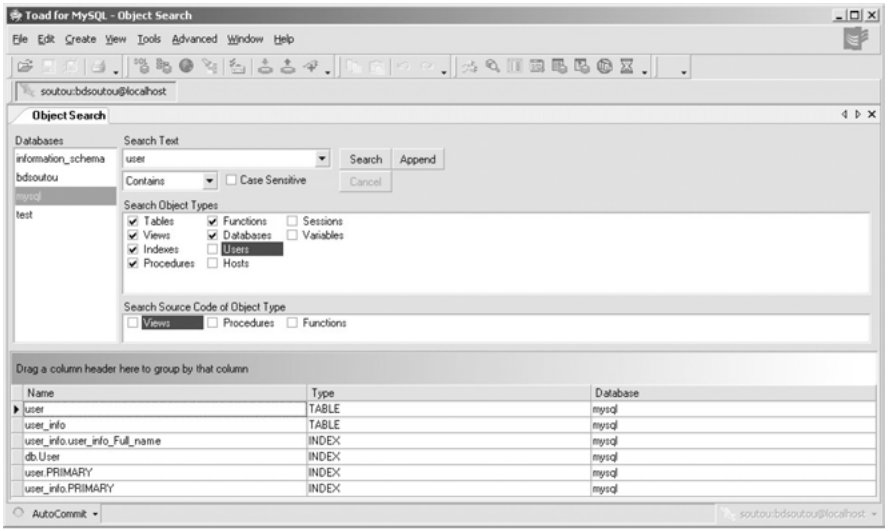
Figure 10-32 *Création d'une table (onglet Constraints)*



Recherche d'objets

Une fonctionnalité intéressante concerne la recherche d'objets (choix `Tools/Object Search`). Dans l'exemple suivant, on extrait tous les objets de la base de données `mysql` dont le nom contient la chaîne « `user` ». Notez aussi la possibilité de chercher un identifiant (par exemple le nom d'une table) au sein du corps de procédures, fonctions ou vues (les déclencheurs ne sont pas ici pris en compte visiblement).

Figure 10-33 *Recherche d'objets*



Exportations

Le choix `Tools/Export Wizard` lance un assistant (un peu semblable à celui d'*Access*) sélectionnant une (ou plusieurs) table(s) ou une (ou plusieurs) base(s) de données afin d'exporter les données sous différents formats. Sont permis, notamment, les fichiers texte (avec séparateurs entre colonnes), fichiers XML ou html, insertion `INSERT` préécrites.

La partie de code suivante présente les deux premières lignes du fichier `Installer.xml` généré suite à l'exportation, dans ce format, de la table de même nom.

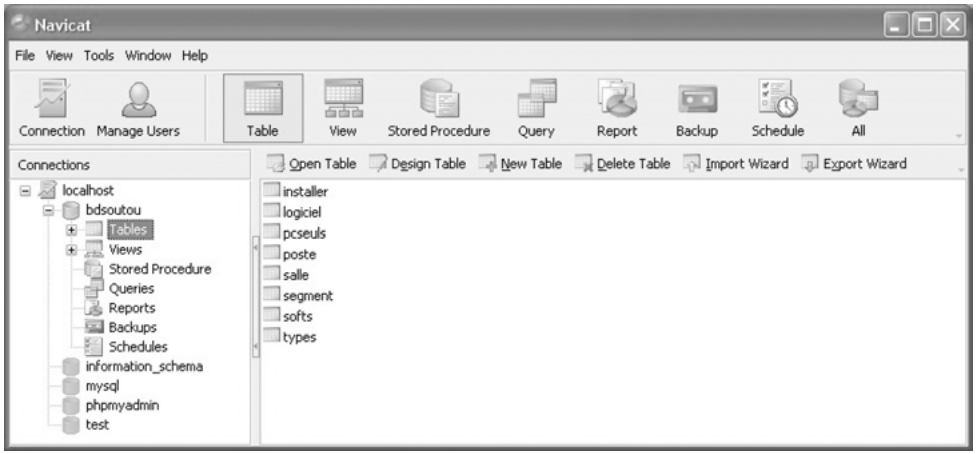
```
<Installer><NPOSTE>p2</NPOSTE><NLOG>log1</NLOG><NUMINS>1</NUMINS>
<DATEINS>15/05/2003 00:00:00</DATEINS><DELAI>2924,00</DELAI>
</Installer>
<Installer><NPOSTE>p2</NPOSTE><NLOG>log2</NLOG><NUMINS>2</NUMINS>
<DATEINS>17/09/2003 00:00:00</DATEINS><DELAI>1463,00</DELAI>
</Installer>
…
```

Navicat

Navicat est un outil assez simple et intuitif. Il ravira ceux qui apprécient concevoir des requêtes graphiquement. Ici le QBE est bien supérieur à celui de *phpMyAdmin*. La documentation officielle se trouve à http://support.navicat.com.

Sous Windows, il se présente sous la forme d'un exécutable dont l'installation ne pose aucun problème. Au premier démarrage, vous devez vous connecter en donnant tous les paramètres nécessaires. La fenêtre principale s'affiche.

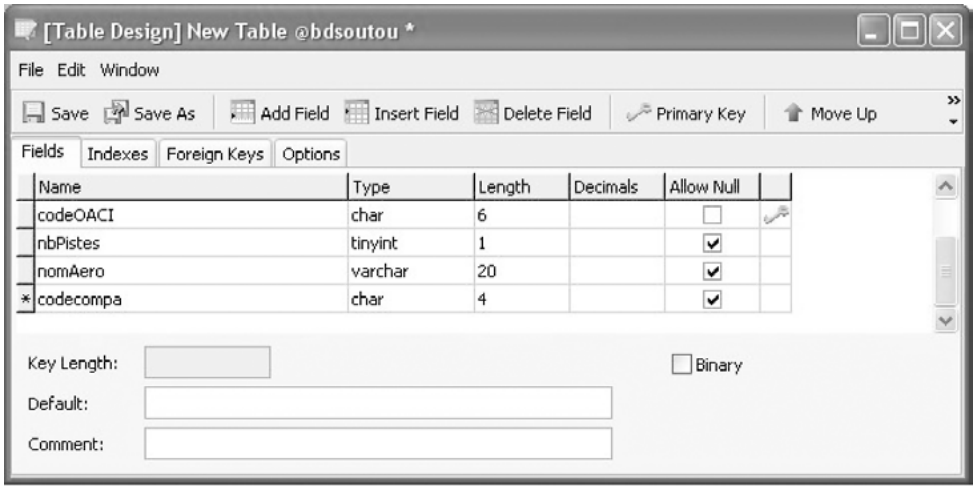
Figure 10-34 *Accueil de Navicat*



Création d'une table

Après avoir opté pour le choix `Design Table`, l'onglet `Fields` permet de définir facilement, par listes déroulantes, les différentes colonnes de la nouvelle table.

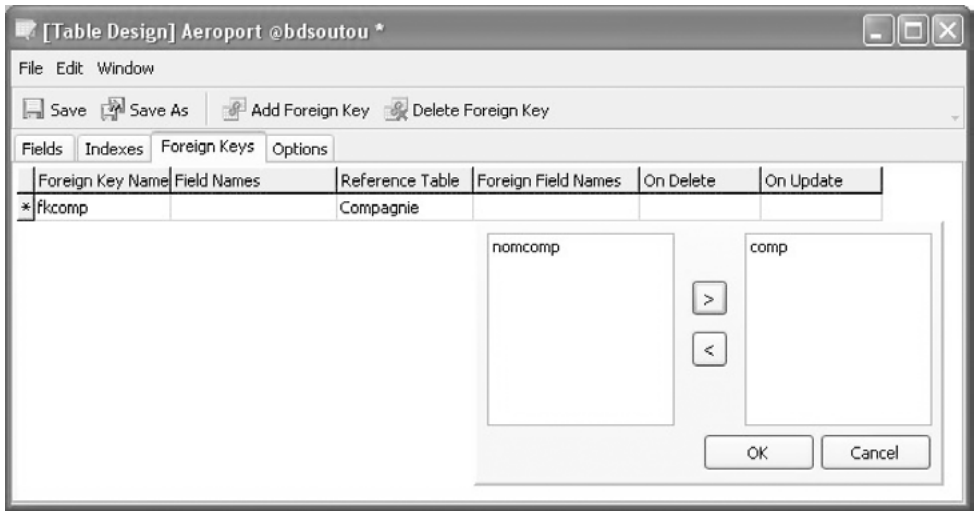
Figure 10-35 *Création des colonnes*



Définition d'une contrainte

L'onglet `Foreign Key` permet de créer aisément, par listes déroulantes, les clés étrangères (une fois que les colonnes sont créées).

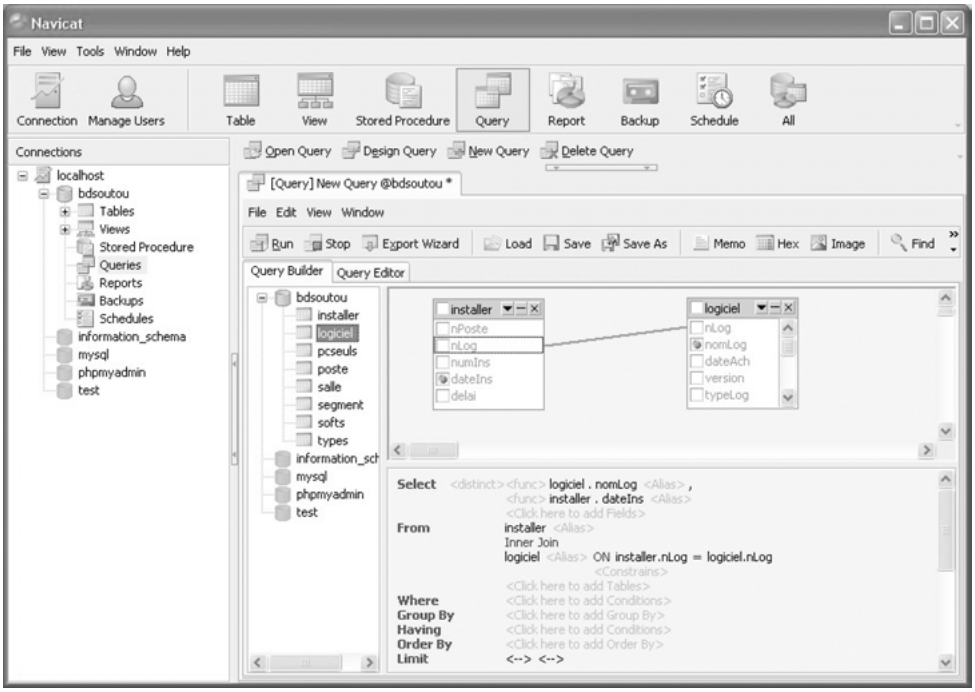
Figure 10-36 *Définition d'une clé étrangère*



Création d'une requête

Là, je dis « bravo ! ». Vous allez vous régaler à composer vos jointures en sélectionnant une colonne, puis en la glissant au niveau de la clé de la table associée. Vous verrez votre requête s'écrire au fur et à mesure que vous agirez sur le diagramme. Vous pourrez également agir au niveau de la requête en cliquant aux différents endroits indiqués.

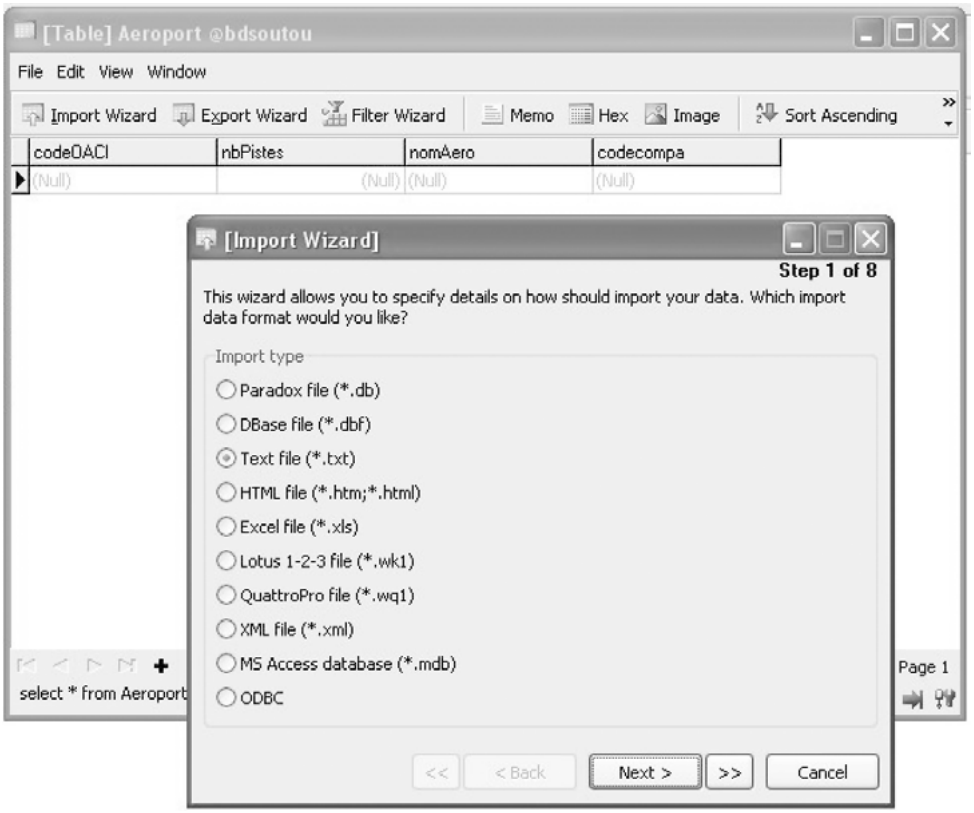
Figure 10-37 *Création d'une requête*



Importation

Au niveau d'une table d'une base de données, l'onglet `Import Wizard` lance un assistant qui comporte huit étapes et permet de charger la table en enregistrements pouvant provenir de dix formats différents.

Figure 10-38 *Importation de données*

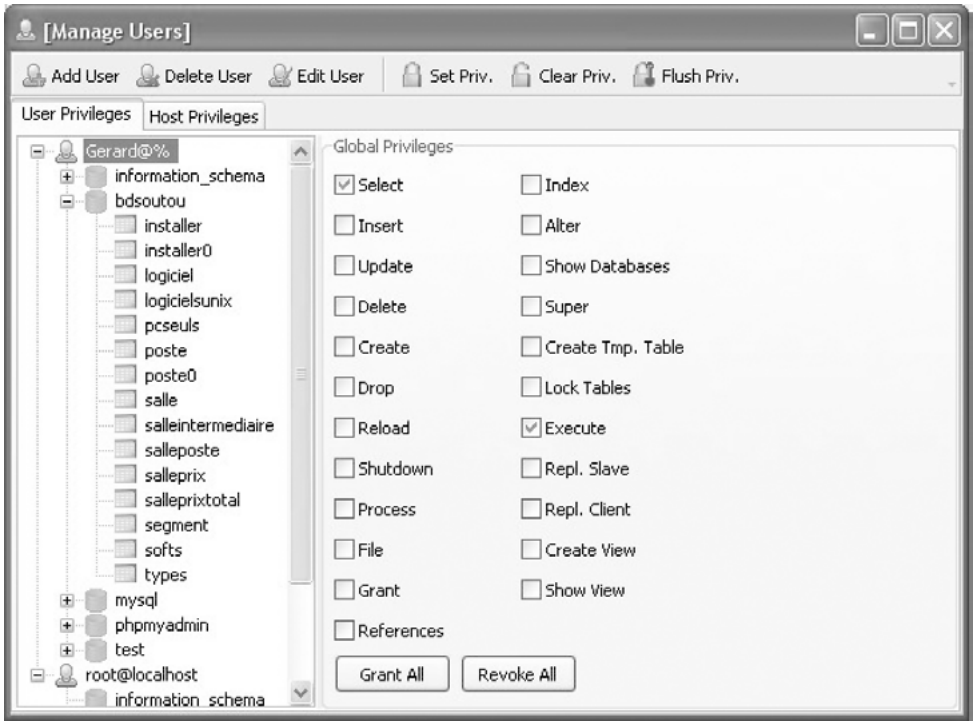


L'assistant d'exportation comporte cinq étapes et reconnaît une vingtaine de formats de données cibles.

Gestion des utilisateurs

Le choix `Manage Users` offre une manière simple et efficace pour créer, modifier, supprimer des accès utilisateurs et les privilèges associés à tous les niveaux (*global*, *database*, *table*, *column* et *procedure*).

Figure 10-39 *Gestion des accès et des privilèges*



Enfin, il est aussi possible d'écrire des procédures cataloguées, de composer des rapports d'impression et de programmer des tâches d'administration.

MySQL Manager

MySQL Manager (société EMS) est un outil payant, puissant, intuitif et possédant de nombreuses fonctionnalités. Il ravira ceux qui apprécient le QBE qui est ici aussi bien supérieur à celui de *phpMyAdmin*. La documentation officielle se trouve à http://www.sqlmanager.net/fr/products/mysql/manager/documentation.

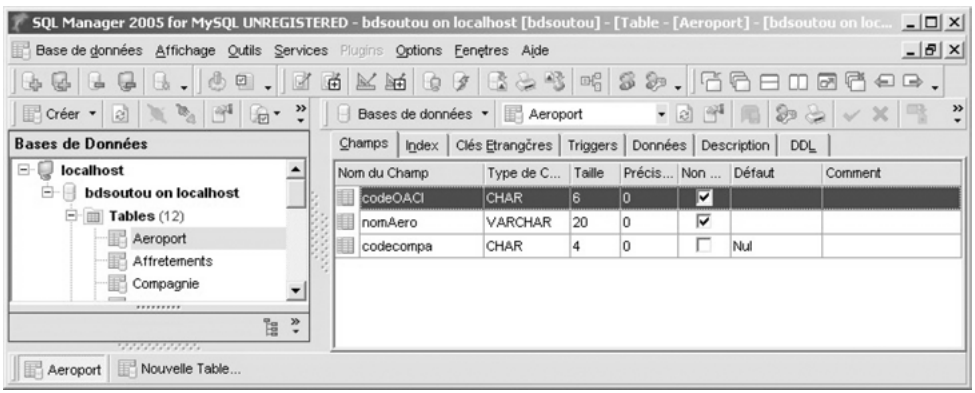
Sous Windows, il se présente sous la forme d'une archive contenant un exécutable dont l'installation ne pose aucun problème. Au premier démarrage, des choix de modes d'affichage vous seront demandés. Par la suite, vous devrez vous connecter en donnant tous les paramètres nécessaires. La fenêtre principale apparaît.

Figure 10-40 *Accueil de SQL Manager*

Création d'une table

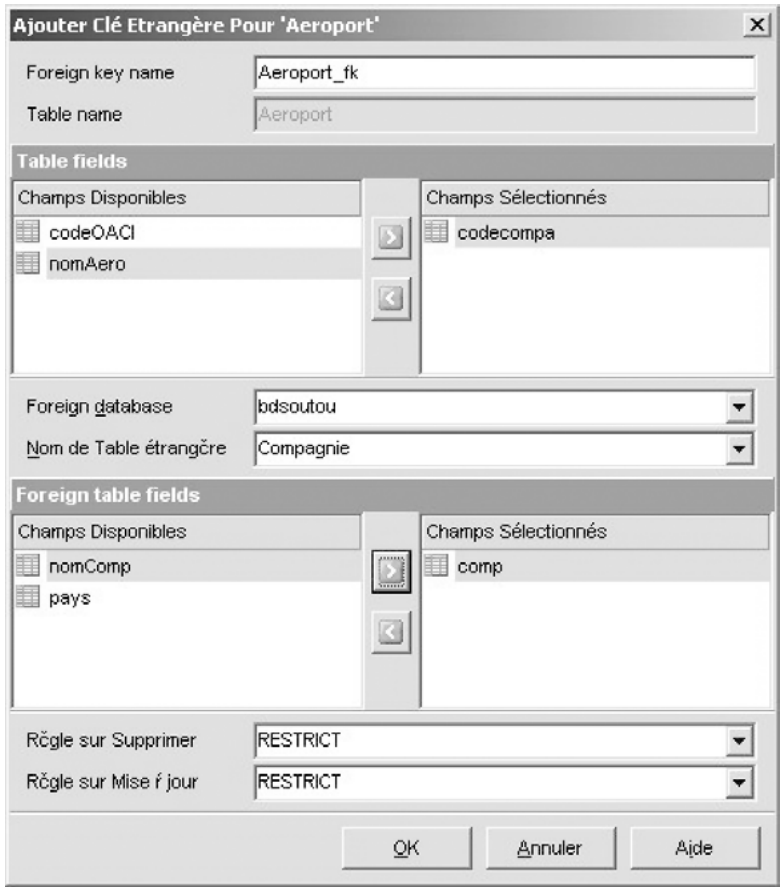
Plusieurs chemins existent pour lancer l'assistant de création d'une table, qui ressemble à ceux déjà étudiés pour les précédents outils. On retrouvera les différents onglets permettant de modifier les colonnes, index, clés étrangères et données. L'onglet `DDL` contient l'instruction SQL générée.

Figure 10-41 *Création d'une table*



Les clés étrangères se rajoutent après création de la structure totale de la table.

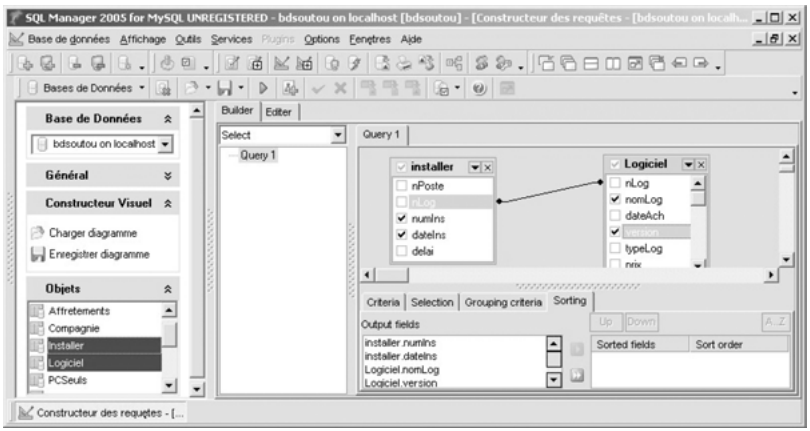
Figure 10-42 *Ajout d'une clé étrangère*



Création d'une requête

Comme pour *Navicat*, « bravo ! » également. Vous trouverez un outil efficace (plus encore que celui de *Navicat*) pour écrire vos requêtes. L'écran suivant illustre une jointure (générée comme pour *Navicat* sous la forme d'une écriture SQL2 avec `INNER JOIN`) affichant quatre champs.

Figure 10-43 *Construction graphique d'une requête*

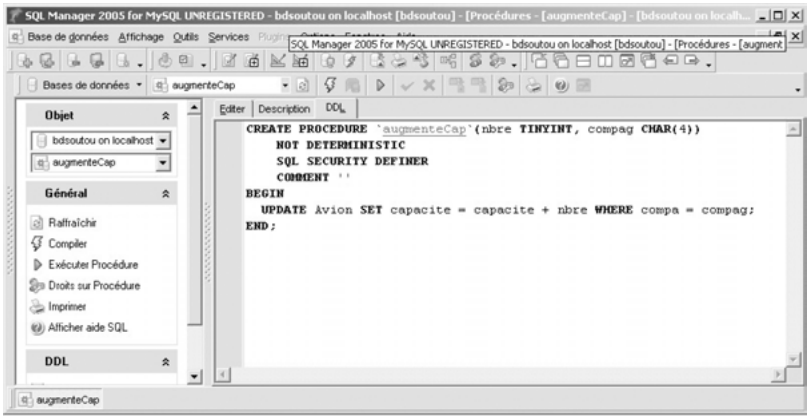


Le résultat peut s'exploiter de manière très efficace (en tant que grille ou sous forme imprimable).

Procédures cataloguées

Un bon point pour cet outil pour pouvoir gérer les procédures en modification ou création, et pour pouvoir les recompiler et affecter des privilèges d'exécution.

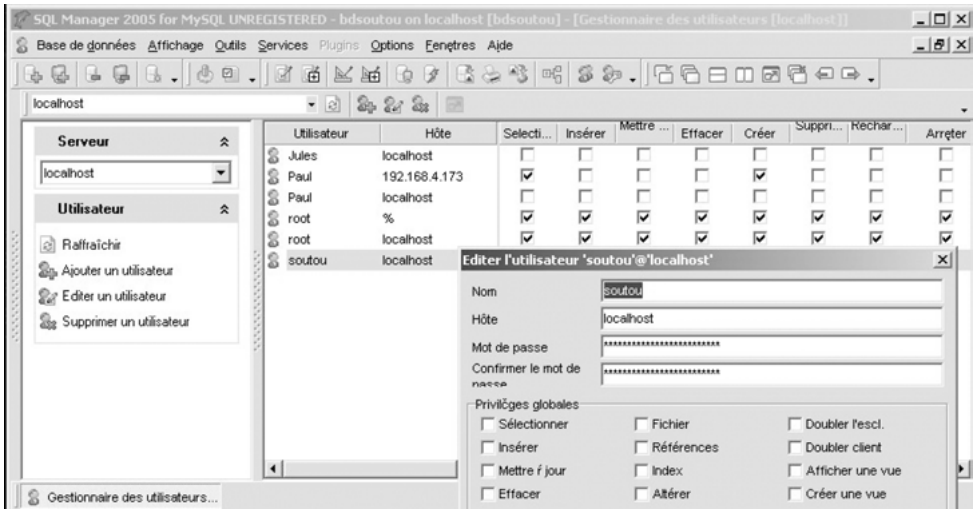
Figure 10-44 *Procédure cataloguée*



Gestion des utilisateurs

L'assistant graphique est très clair :

Figure 10-45 *Gestion des utilisateurs*

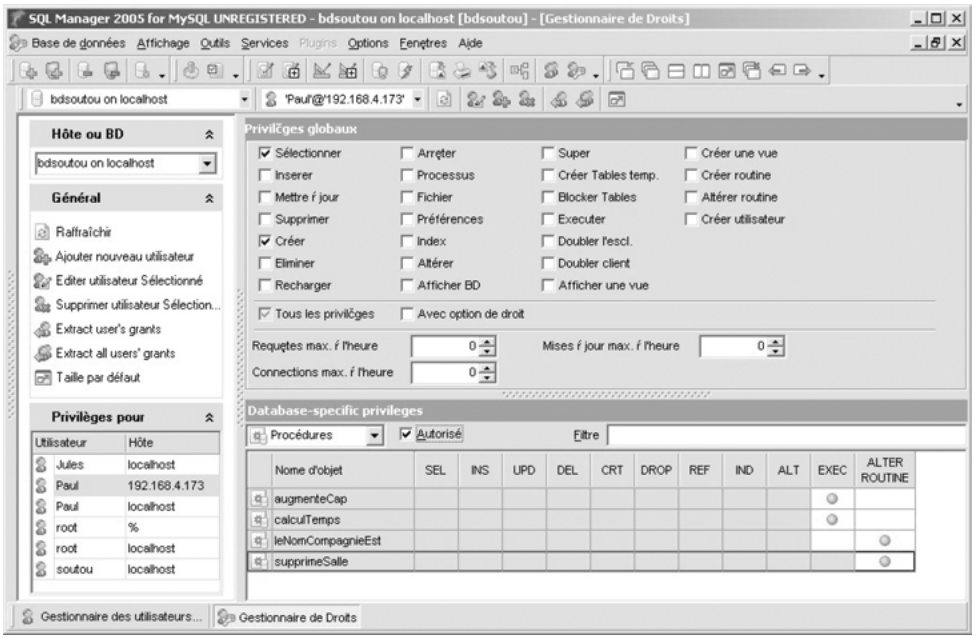


Gestion des privilèges

L'onglet `Gestionnaire de droits` permet d'attribuer des privilèges à tous les niveaux. L'écran suivant illustre l'autorisation d'exécution de deux procédures, et l'autorisation de modification de deux autres à l'accès utilisateur `Paul`, à partir de la machine 192.168.4.173.

Cet outil offre également d'autres fonctionnalités comme la gestion des variables système, assistants d'exportation, etc.

Figure 10-46 *Privilèges au niveau routine*



Bilan

Les avantages des outils dédiés et professionnels (comme *Navicat*, *TOAD* et *EMS MySQL Manager*) résident dans le fait qu'ils sont fiables et permettent de garder une configuration de travail. De plus ils peuvent être facilement installés sur une autre machine que le serveur MySQL.

Pour les débutants, je leur conseille de commencer à travailler avec les deux outils de MySQL, à savoir *MySQL Administrator* et *MySQL Query Browser* qui sont sûrs et simples d'utilisation. *PhpMyAdmin* sera préféré par les connaisseurs et plutôt réservé aux configurations de type application PHP hébergées, car il est le plus répandu. Néanmoins, les nombreuses configurations possibles entre les différentes versions des acteurs concernés (*Apache*, *PHP*, *MySQL* et *phpMyAdmin*) font que des mauvaises surprises peuvent facilement arriver…

Annexe

Bibliographie et webographie

Magazines papiers et en ligne

Programmez ! (www.programmez.com)
Database Journal (www.databasejournal.com)

Livres

F. BROUARD, C. SOUTOU, *SQL*, Pearson Education, 2005.
E. DASPET, C.P. DE GEYER, *PHP 5 avancé*, Eyrolles, 2005.
P. DELMAL, *SQL2-SQL3, Applications à Oracle*, De Boeck Université, 2000.
M. KOFLER, *MySQL 5*, Eyrolles, 2005.
C. SOUTOU, *De UML à SQL*, Eyrolles, 2002.

Sites Web

Eyrolles

Éditeur : www.editions-eyrolles.com
Compléments en ligne : sur la fiche de l'ouvrage sur www.editions-eyrolles.com ou http://icare.iut-blagnac.fr/soutou/perso/SQLpourMySQL/Complements.html

MySQL

http://www.mysql.com/
http://mysql.developpez.com/
http://dev.mysql.com/tech-resources/faq.html

PHP

http://fr.php.net/manual/fr/index.php
http://www.nexen.net/docs/

SQL et bases de données

http://sqlpro.developpez.com/
http://fadace.developpez.com/

Outils

MySQL Administrator, MySQL Query Browser :
http://www.mysql.com/products/tools/
phpMyAdmin :
http://www.phpmyadmin.net/home_page/index.php
Navicat :
http://www.navicat.com/
TOAD :
http://www.toadsoft.com/toadmysql/toad_mysql.htm
EMS SQL Manager :
http://www.sqlmanager.net/

Index

Symboles

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z