Couvre les versions 5.1 à 5.7 de MySQL

Christian Soutou

Programmer avec MySQL

4e édition

SQL - Transactions - PHP
Java - Optimisations

Avec 40 exercices corrigés

EYROLLES

Christian Soutou

Maître de conférences rattaché au département Réseaux et Télécoms de l'IUT de Blagnac, Christian Soutou intervient en licence et master professionnels. Il est aussi consultant indépendant chez Orsys et auteur de nombreux ouvrages aux éditions Eyrolles.

Apprendre SQL par l'exemple

Particulièrement destiné aux débutants, cet ouvrage permet de découvrir tous les aspects de la programmation SQL (création de tables, évolution, mises à jour et extractions) par le biais du système de gestion de bases de données MySQL. Les concepts du langage procédural de MySQL y sont décrits avec précision : variables, structure de contrôle, interactions avec la base, sous-programmes, curseurs, transactions, gestion des exceptions, déclencheurs, SQL dynamique... L'auteur explique en outre comment exploiter une base MySQL (connexion et transactions) en programmant avec Java (JDBC) ou PHP. Chaque notion importante du livre est introduite à l'aide d'exemples simples et chaque chapitre se clôt par une série d'exercices, avec corrigés disponibles en ligne, qui permettront au lecteur de tester ses connaissances.

Une nouvelle édition mise à jour avec MySQL 5.7

Cette quatrième édition inclut les fonctionnalités de la version de production 5.7 de MySQL : gestion du XML et JSON, signaux et événements. L'optimisation des requêtes est également détaillée, notamment le fonctionnement de l'optimiseur, l'utilisation des statistiques et les plans d'exécution.

À qui s'adresse cet ouvrage ?

- À tous ceux qui souhaitent s'initier à MySQL
- Aux développeurs Java et PHP

Au sommaire

Sur le site www.editions-eyrolles.com

- Téléchargez le code source des exemples et le corrigé des exercices
- Consultez les mises à jour et les compléments
- Dialoguez avec l'auteur

Code éditeur : G14302
ISBN : 978-2-212-14302-7

Programmer avec MySQL

DU MÊME AUTEUR

C. Soutou. – **SQL pour Oracle (7e édition).**
N°14156, 2015, 672 pages.

C. Soutou, F. Brouard, N. Souquet et D. Barbarin. – **SQL Server 2014.**
N°13592, 2015, 890 pages.

C. Soutou. – **Modélisation de bases de données (3e édition).**
N°14206, 2015, 368 pages.

AUTRES OUVRAGES

R. Bruchez. – **Les bases de données NoSQL et le Big Data (2e édition).**
N°14155, 2015, 332 pages.

C. Pierre de Geyer et G. Ponçon. – **Mémento PHP 5 et SQL (3e édition).**
N°13602, 2014, 14 pages.

R. Rimelé. – **Mémento MySQL 5 (4e édition).**
N°14039, 2014, 14 pages.

P. Borghino, O. Dasini et A. Gadal. – **Audit et optimisation MySQL 5.** ***Bonnes pratiques pour l'administrateur.***
N°12634, 2010, 266 pages.

D. Seguy et P. Gamache. – **Sécurité PHP 5 et MySQL (3e édition).**
N°13339, 2011, 278 pages.

Christian Soutou

Programmer avec MySQL

4e édition

SQL - Transactions - PHP
Java - Optimisations

EYROLLES

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

Avant-propos

Nombre d'ouvrages traitent de MySQL ; certains ressemblent à des bottins téléphoniques ou proviennent de la traduction hasardeuse de la documentation officielle. Les survivants ne sont peut-être plus vraiment à jour.

Ce livre a été rédigé avec une volonté de concision et de progression dans la 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 des différentes versions de MySQL (*MySQL 5.x Reference Manual*) représente une dizaine de mégaoctets au format HTML. Tous les concepts et commandes 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'administration, la mise en cluster ou la réplication.

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). Enfin des aspects plus avancés de SQL sont abordés comme l'optimisation des requêtes.

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 mise en œuvre d'exceptions, de déclencheurs et l'utilisation du SQL dynamique. La gestion des documents XML et JSON est également décrite.

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 qui permet de manipuler une base MySQL 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 avec une base MySQL.

Le chapitre 10 est enfin consacré à l'optimisation des requêtes et des schémas. Plusieurs aspects sont étudiés : le fonctionnement de l'optimiseur, l'utilisation de statistiques et les plans d'exécution. Enfin, différents mécanismes permettant d'optimiser les traitements sont présentés : contraintes, index, tables temporaires, partitionnement et dénormalisation.

Annexes

Les annexes contiennent une bibliographie, des adresses Web et un index complet.

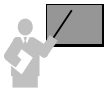
Convention d'écriture

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|FULL-TEXT|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 à partir de quelle version du serveur MySQL la fonctionnalité (commande SQL ou mécanisme de programmation) est opérationnelle. Les versions couvertes vont de 5.1 à 5.7.

Ce sigle signale une astuce ou un conseil personnel.

Contact avec l'auteur

Si vous avez des remarques à formuler sur le contenu de cet ouvrage, n'hésitez pas à m'écrire à l'adresse christian.soutou@gmail.com, mais seules les remarques relatives à l'ouvrage devraient trouver une réponse.

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

Table des matières

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.

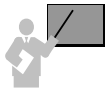
La syntaxe SQL simplifiée est la suivante :

```
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 créer 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). Le moteur MyISAM est très utilisé du fait de sa robustesse, mais il ne supporte ni les transactions ni 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

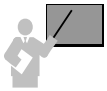
En mode ligne de commande, il est possible (par la directive delimiter) de choisir le symbole qui terminera chaque instruction. Dans l'exemple suivant on choisit le dollar ; au cours de l'ouvrage nous resterons avec le symbole par défaut de MySQL à savoir « ; ».

```
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 si tel est le cas 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));`

Cet ouvrage utilise 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`.

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 *bdutil* (l'absence du préfixe « `bdutil.` » conduirait au même résultat si *bdutil* 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 bdutil.Compagnie`
`(comp CHAR(4),`
`nrue INTEGER(3),`
`rue VARCHAR(20),`
`ville VARCHAR(15)`
`**DEFAULT** 'Paris'`
`**COMMENT** 'Par defaut : Paris',`
`nomComp VARCHAR(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 à une colonne ou une condition (exemples : `CHECK (note BETWEEN 0 AND 20)`, `CHECK (grade='Copilote' OR grade='Commandant')`). Il est permis de déclarer des contraintes `CHECK` lors de la création d'une table mais le mécanisme de vérification des valeurs n'est toujours pas implémenté.

MySQL 5.1 à 5.7

Dans le manuel de référence (http://dev.mysql.com/doc/refman/x.y/en/alter-table.html), il est dit que la clause `CHECK` est comprise par MySQL mais non interprétée par tous les moteurs de stockage pour des raisons de compatibilité de portage de code vers un autre SGBD.

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 (*Modélisation de bases de données,* Eyrolles 2015). Nous reviendrons sur ces principes à la section « Intégrité référentielle » du prochain chapitre.

Figure 1-2 *Deux tables reliées à créer*

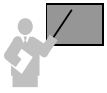
Tableau 1-3 Contraintes en ligne et nommées

Tables	Contraintes

`CREATE TABLE bdutil.Compagnie`
`(comp CHAR(4), nrue INTEGER(3),`
`rue VARCHAR(20), ville VARCHAR(15)`
`DEFAULT 'Paris' COMMENT 'Par defaut : Paris',`
`nomComp VARCHAR(15) NOT NULL,`
`CONSTRAINT pk_Compagnie PRIMARY KEY(comp));`
	Deux contraintes en ligne et une contrainte nommée de clé primaire.

`CREATE TABLE bdutil.Pilote`
`(brevet VARCHAR(6), nom VARCHAR(30) NOT NULL,`
`pseudo VARCHAR(8), 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 bdutil.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.

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`.

Tableau 1-4 Types de données caractères

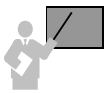
Type	Description	Commentaire pour une colonne
`CHAR(n) [BINARY | ASCII | UNICODE]`	Chaîne fixe de *n* octets ou caractères.	Taille fixe (maximum de 255 caractères).
`VARCHAR(n) [BINARY]`	Chaîne variable de *n* caractères ou octets.	Taille variable (maximum de 65 535 caractères).
`BINARY(n)`	Chaîne fixe 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).

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.
- 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).

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 (sur 4 octets) à virgule fixe, *p* désigne la précision (nombre de chiffres après la virgule, maximum 30). Par défaut *n* vaut 10, *p* vaut 0. Nombre maximal de chiffres pour un décimal : 65.

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.

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 1-6 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 (autorisé jusqu'en version 5.5) : 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.

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.

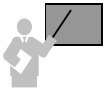
```
DESCRIBE [nomBase.] nomTableouVue [colonne];
```

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 bdutil.Pilote;`
`+--------+--------------+------+-----+---------+-------+`
`| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |`
`+--------+--------------+------+-----+---------+-------+`
`| brevet | varchar(6) | NO | PRI | NULL | |`
`| nom | varchar(30) | NO | UNI | NULL | |`
`| pseudo | varchar(8) | YES | | NULL | |`
`| nbHVol | decimal(7,2) | YES | | NULL | |`
`| compa | char(4) | YES | MUL | NULL | |`
`+--------+--------------+------+-----+---------+-------+`
`mysql> DESCRIBE bdutil Compagnie;`
`+---------+-------------+------+-----+---------+-------+`
`| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |`
`+---------+-------------+------+-----+---------+-------+`
`| comp | char(4) | NO | PRI | | |`
`| nrue | int(3) | YES | | NULL | |`
`| rue | varchar(20) | YES | | NULL | |`
`| ville | varchar(15) | YES | | Paris | |`
`| nomComp | varchar(15) | NO | | | |`
`+---------+-------------+------+-----+---------+-------+`
	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).



La commande SHOW CREATE TABLE [*nom_base.*]*nom_table*; (voir le chapitre 5) restitue l'instruction complète qui a permis la création de la table en question. La commande SHOW FULL COLUMNS FROM [*nom_base.*]*nom_table*; est plus complète que l'instruction DESCRIBE.

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, tous les enregistrements de tous les blocs qui constituent la table seront systématiquement parcourus, et ce quelque soit la requête écrite (même celle qui doit retrouver une seule ligne de la table). Avec un index, quelques parcours de blocs peuvent suffire et ce nombre d'accès sera décorrélé de la montée en charge des enregistrements. En effet, si une table grossit d'un facteur 10000, le temps de traitement sera proportionnel sans index, alors qu'il n'augmentera éventuellement que d'un point de vue logarithmique (ici, schématiquement 4 blocs de plus parcourus au lieu de 10000 fois plus d'accès). Le parcours d'un index est dichotomique et le moyen le plus efficace de rechercher une valeur parmi un ensemble.

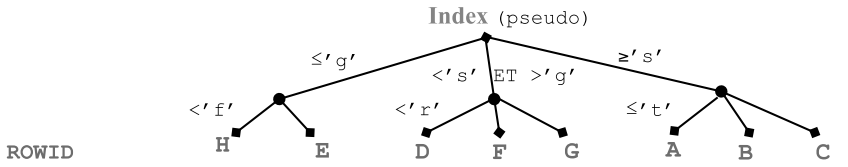
Arbres balancés

La figure suivante illustre un index unique sous la forme d'un arbre. Cet index est basé sur la colonne `pseudo` de la table `Pilote`. Dans cet exemple, trois accès à l'index seront nécessaires pour adresser directement un pilote via son pseudo, au lieu d'en analyser huit au plus. Plus il y aura de lignes dans la tables, plus l'index sera utile.

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*).

Figure 1-3 *Index sur la colonne* `nom`



Pilote

ROWID	**brevet**	nom	pseudo	nbHVol	compa
A	PL-1	Ferrage	shark	4500	AF
B	PL-2	Sayag	vanier	9000	AF
C	PL-3	Giaconne	vip	1000	SING
D	PL-4	Aubrun	picsou	8500	ALIB
E	PL-5	Alquie	footy	5000	SING
F	PL-6	Benech	roma	2500	SING
G	PL-7	Roux	rox	6000	ALIB
H	PL-8	Mansalier	chips	4000	AF

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 une base, la table à indexer doit appartenir à la base en question. 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 [nomBase.]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.

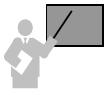
Tableau 1-10 Créations d'index

Instruction SQL	Commentaires

`USE bdutil;`
`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 (par défaut) permet de vérifier qu'aucun autre élément n'utilise la table (autre table via une clé étrangère, vue, déclencheur, etc.).

- CASCADE, option qui n'est pas encore opérationnelle, doit répercuter la destruction à toutes les autres tables référencées par des clés étrangères.

MySQL 5.1 à 5.7

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 le schéma contenant les tables Pilote et Compagnie et deux index. La première écriture ne se soucie pas de l'ordre des tables (il faut alors supprimer les clés étrangères, les index, puis les tables dans un ordre cohérent). La seconde écriture suit l'ordre des tables enfants, puis parents.

Tableau 1-11 Scripts de destruction

Sans ordre des tables	En respectant l'ordre des tables
`DROP INDEX idx_Pilote_nom3 ON bdutil.Pilote;`	
`ALTER TABLE bdutil.Pilote`	`DROP TABLE bdutil.Pilote;`
`DROP FOREIGN KEY fk_Pil_compa_Comp;`	`DROP TABLE bdutil.Compagnie;`
`DROP INDEX idx_Pilote_compa`	
`ON bdutil.Pilote;`	
`DROP TABLE bdutil.Compagnie;`	
`DROP TABLE bdutil.Pilote;`	

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

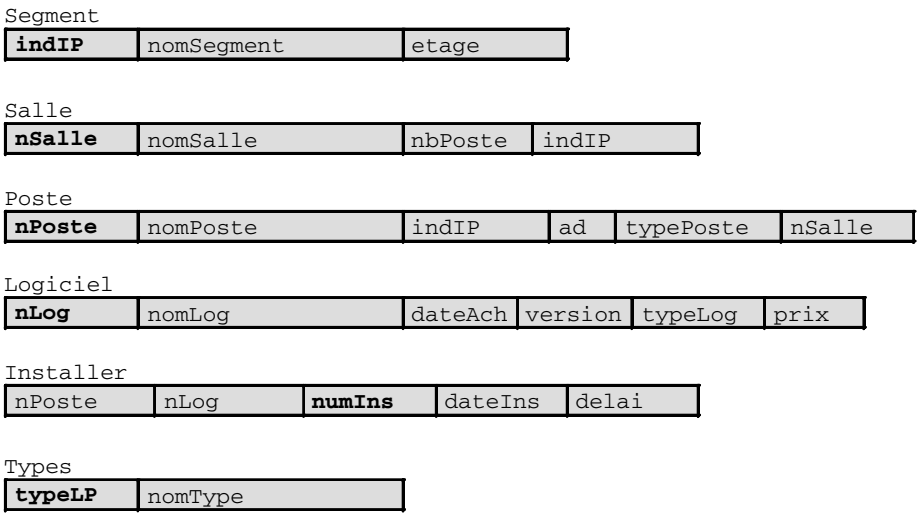
Colonne	Commentaire	Type
indIP	trois premiers groupes IP (exemple : 130.120.80)	VARCHAR(11)
nomSegment	nom du segment	VARCHAR(20)
etage	étage du segment	TINYINT(1)
nSalle	numéro de la salle	VARCHAR(7)
nomSalle	nom de la salle	VARCHAR(20)
nbPoste	nombre de postes de travail dans la salle	TINYINT(2)
nPoste	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*



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.