

Editions ENI

# **PHP 7**

## **Développez un site web dynamique et interactif**

(2<sup>e</sup> édition)

Collection  
Ressources Informatiques

Table des matières

Les éléments à télécharger sont disponibles à l'adresse suivante :  
**<http://www.editions-eni.fr>**  
Saisissez la référence ENI de l'ouvrage **RI27PHP** dans la zone de recherche et validez. Cliquez sur le titre du livre puis sur le bouton de téléchargement.

## Chapitre 1 Préambule

1. Objectif de l'ouvrage . . . . .	11
2. Bref historique de PHP . . . . .	12
3. Où se procurer PHP ? . . . . .	13
4. Conventions d'écriture . . . . .	14
5. À propos des exercices . . . . .	15

## Chapitre 2 Introduction à PHP

1. Qu'est-ce que PHP ? . . . . .	17
2. Structure de base d'une page PHP . . . . .	19
2.1 Les balises PHP . . . . .	19
2.2 La fonction echo . . . . .	20
2.3 Séparateur d'instructions . . . . .	21
2.4 Commentaires . . . . .	22
2.5 Mixer du PHP et de l'HTML . . . . .	22
2.6 Règles de nommage . . . . .	26
2.7 Exercice 1 : mon premier script PHP . . . . .	26
3. Configuration de PHP . . . . .	27
3.1 Le fichier de configuration php.ini . . . . .	27
3.2 Informations sur la configuration . . . . .	28
3.3 Jeu de caractères . . . . .	31
4. Utiliser PHP en ligne de commande . . . . .	31

5.	Les bases du langage PHP	32
5.1	Constantes	32
5.1.1	Définition	32
5.1.2	Portée	35
5.2	Variables	35
5.2.1	Initialisation et affectation	35
5.2.2	Portée et durée de vie	36
5.2.3	Variables dynamiques (ou variables variables)	37
5.3	Types de données	38
5.3.1	Types de données disponibles	38
5.3.2	Types de données scalaires	38
5.3.3	Types de données spéciaux	45
5.4	Tableaux	46
5.4.1	Définition	46
5.4.2	Création	47
5.4.3	Manipulation	52
5.4.4	Portée	57
5.5	Opérateurs	57
5.5.1	L'opérateur d'affectation par valeur	57
5.5.2	L'opérateur d'affectation par référence	59
5.5.3	Les opérateurs arithmétiques	60
5.5.4	L'opérateur de chaîne	61
5.5.5	Les opérateurs combinés	61
5.5.6	Les opérateurs de comparaison	62
5.5.7	Les opérateurs logiques	63
5.5.8	L'opérateur ternaire	63
5.5.9	L'opérateur d'union NULL	64
5.5.10	L'opérateur de comparaison combinée	65
5.5.11	Précédence des opérateurs	66
5.6	Structures de contrôle	66
5.6.1	La structure if	66
5.6.2	La structure switch	69
5.6.3	La structure while	72
5.6.4	La structure do ... while	74
5.6.5	La structure for	75
5.6.6	Les instructions continue et break	77

5.7	Inclure un fichier . . . . .	78
5.7.1	Fonctionnement . . . . .	78
5.7.2	Utilisation . . . . .	80
5.8	Interrompre le script. . . . .	82
5.9	Exercice 2 : variables et structures de contrôle . . . . .	83

## **Chapitre 3**

### **Utiliser les fonctions PHP**

1.	Préambule . . . . .	89
2.	Manipuler les constantes, les variables et les types de données . . . . .	89
2.1	Constantes . . . . .	89
2.2	Variables . . . . .	91
2.3	Types de données . . . . .	97
2.3.1	Conversions . . . . .	97
2.3.2	Fonctions utiles . . . . .	101
3.	Manipuler les tableaux . . . . .	107
4.	Manipuler les nombres . . . . .	120
5.	Manipuler les chaînes de caractères . . . . .	125
6.	Utiliser les expressions rationnelles . . . . .	142
6.1	Introduction . . . . .	142
6.2	Structure d'une expression rationnelle . . . . .	142
6.3	Fonctions. . . . .	151
7.	Manipuler les dates . . . . .	156
8.	Générer un identifiant unique . . . . .	170
9.	Manipuler les fichiers sur le serveur . . . . .	171
9.1	Fonctions utiles. . . . .	171
9.2	Exemples d'utilisation. . . . .	179
10.	Manipuler les en-têtes HTTP . . . . .	181
11.	Exercices . . . . .	183
11.1	Exercice 3 : manipuler les données . . . . .	183
11.2	Exercice 4 : écrire et lire un fichier sur le serveur . . . . .	187

**Chapitre 4****Écrire des fonctions et des classes PHP**

1. Fonctions . . . . .	191
1.1 Introduction . . . . .	191
1.2 Déclaration et appel . . . . .	191
1.3 Paramètres . . . . .	200
1.3.1 Syntaxe . . . . .	200
1.3.2 Valeur par défaut . . . . .	200
1.3.3 Déclaration du type de données . . . . .	202
1.3.4 Passage par référence . . . . .	204
1.3.5 Liste variable de paramètres . . . . .	206
1.4 Considérations sur les variables utilisées dans les fonctions . . . . .	209
1.4.1 Variables locales/globales . . . . .	209
1.4.2 Variables statiques . . . . .	210
1.5 Les constantes et les fonctions . . . . .	212
1.6 Récursivité . . . . .	213
1.7 Fonction anonyme . . . . .	214
1.8 Fonction générateur . . . . .	216
1.9 Exercice 5 : écrire des fonctions . . . . .	219
2. Classes . . . . .	221
2.1 Concept . . . . .	221
2.2 Définir une classe . . . . .	221
2.3 Instancier une classe . . . . .	224
2.4 Héritage . . . . .	226
2.5 Autres fonctionnalités sur les classes . . . . .	228
2.5.1 Classes ou méthodes abstraites . . . . .	228
2.5.2 Classes ou méthodes finales . . . . .	230
2.5.3 Interfaces . . . . .	231
2.5.4 Attributs ou méthodes statiques - Constantes de classes . . . . .	232
2.5.5 Traits . . . . .	235
2.5.6 Classes anonymes . . . . .	237
2.6 Exceptions . . . . .	238
2.7 Exercice 6 : écrire une classe . . . . .	241
3. Espaces de noms . . . . .	244

**Chapitre 5**  
**Gérer les erreurs dans un script PHP**

- 1. Vue d'ensemble ..... 249
- 2. Les messages d'erreur PHP..... 250
- 3. Les fonctions de gestion des erreurs ..... 253
- 4. Exercice 7 : gérer les erreurs ..... 268

**Chapitre 6**  
**Gérer les formulaires et les liens**

- 1. Vue d'ensemble ..... 271
  - 1.1 Introduction ..... 271
  - 1.2 Les liens ..... 271
  - 1.3 Les formulaires ..... 274
    - 1.3.1 Petit rappel sur les formulaires ..... 274
    - 1.3.2 Construire un formulaire dynamiquement ..... 277
    - 1.3.3 Traiter un formulaire à l'aide d'un script PHP..... 281
  - 1.4 Récupérer les données d'une URL ou d'un formulaire..... 286
- 2. Récupérer les données passées par l'URL..... 288
  - 2.1 Considérations ..... 288
    - 2.1.1 Que se passe-t-il si deux paramètres portent le même nom ? 288
    - 2.1.2 Utiliser un tableau pour passer des données dans l'URL. . . . 288
  - 2.2 Transmettre des caractères spéciaux..... 289
  - 2.3 Exercice 8 : récupérer des données passées par l'URL..... 292
- 3. Récupérer les données saisies dans le formulaire..... 295
  - 3.1 Considérations ..... 295
    - 3.1.1 Que se passe-t-il si deux zones portent le même nom ? . . . . 295
    - 3.1.2 Que se passe-t-il s'il y a deux formulaires  
dans la page HTML ?..... 295
    - 3.1.3 Utiliser un tableau pour récupérer les données saisies . . . . . 295
    - 3.1.4 Passer des informations dans une zone de formulaire cachée. 297
  - 3.2 Les différents types de zones ..... 299
    - 3.2.1 Vue d'ensemble ..... 299
    - 3.2.2 Zones contenant du texte..... 301
    - 3.2.3 Groupes de boutons radio..... 302

3.2.4	Cases à cocher . . . . .	302
3.2.5	Listes à sélection unique . . . . .	305
3.2.6	Listes à sélection multiple . . . . .	306
3.2.7	Boutons de validation . . . . .	308
3.2.8	Boutons image . . . . .	309
3.2.9	Boutons "reset" ou "button". . . . .	310
3.3	Synthèse. . . . .	310
3.4	Exercice 9 : récupérer des données saisies dans un formulaire. . . . .	312
4.	Contrôler les données récupérées . . . . .	315
4.1	Vue d'ensemble . . . . .	315
4.2	Vérifications classiques. . . . .	316
4.2.1	Nettoyage des espaces indésirables . . . . .	316
4.2.2	Données obligatoires . . . . .	316
4.2.3	Longueur maximum d'une chaîne. . . . .	316
4.2.4	Caractères autorisés pour une chaîne - Format . . . . .	317
4.2.5	Validité d'une date - Plage de valeurs . . . . .	317
4.2.6	Validité d'un nombre - Plage de valeurs . . . . .	319
4.2.7	Validité d'une adresse e-mail . . . . .	320
5.	Problèmes sur les données récupérées. . . . .	321
6.	Utilisation des filtres . . . . .	328
6.1	Principes. . . . .	328
6.2	Application aux formulaires. . . . .	337
6.3	Exercices. . . . .	339
6.3.1	Exercice 10 : contrôler des données passées par l'URL . . . . .	339
6.3.2	Exercice 11 : contrôler des données saisies dans un formulaire. . . . .	340
7.	Aller sur une autre page. . . . .	344
8.	Échanger un fichier entre le client et le serveur . . . . .	350
8.1	Vue d'ensemble . . . . .	350
8.2	Envoyer un fichier depuis le client (upload) . . . . .	350
8.3	Télécharger un fichier à partir du serveur (download) . . . . .	355

**Chapitre 7**  
**Accéder aux bases de données**

- 1. Introduction . . . . . 363
  - 1.1 Vue d'ensemble . . . . . 363
  - 1.2 La notion de fetch . . . . . 364
- 2. Utilisation de MySQL . . . . . 365
  - 2.1 Préambule . . . . . 365
  - 2.2 Connexion et déconnexion . . . . . 367
    - 2.2.1 Connexion . . . . . 367
    - 2.2.2 Déconnexion . . . . . 368
    - 2.2.3 Obtenir des informations sur le serveur MySQL . . . . . 368
    - 2.2.4 Obtenir des informations en cas d'erreur de connexion . . . . . 368
    - 2.2.5 Exemple . . . . . 369
  - 2.3 Sélectionner une base de données . . . . . 370
  - 2.4 Utiliser des requêtes non préparées . . . . . 371
    - 2.4.1 Vue d'ensemble . . . . . 371
    - 2.4.2 Exécuter une requête . . . . . 371
    - 2.4.3 Connaître le nombre de lignes dans le résultat d'une requête de lecture . . . . . 373
    - 2.4.4 Extraire le résultat d'une requête de lecture . . . . . 374
    - 2.4.5 Obtenir des informations sur le résultat d'une requête de mise à jour . . . . . 382
    - 2.4.6 Gérer les erreurs . . . . . 385
  - 2.5 Utiliser des requêtes préparées . . . . . 386
    - 2.5.1 Vue d'ensemble . . . . . 386
    - 2.5.2 Préparer une requête . . . . . 388
    - 2.5.3 Lier des variables PHP aux paramètres de la requête . . . . . 389
    - 2.5.4 Exécuter la requête préparée . . . . . 390
    - 2.5.5 Lier des variables PHP aux colonnes du résultat d'une requête de lecture . . . . . 391
    - 2.5.6 Extraire le résultat d'une requête de lecture . . . . . 393
    - 2.5.7 Utiliser un résultat stocké . . . . . 395
    - 2.5.8 Obtenir des informations sur le résultat d'une requête de mise à jour . . . . . 397
    - 2.5.9 Gérer les erreurs . . . . . 400
    - 2.5.10 Fermer une requête préparée . . . . . 402
  - 2.6 Gérer les transactions . . . . . 402



2.7	Appeler un programme stocké . . . . .	405
2.7.1	Procédure stockée . . . . .	405
2.7.2	Fonction stockée . . . . .	409
2.8	Migrer de l'extension MySQL à l'extension MySQLi . . . . .	411
2.9	Exercice 12 : utiliser MySQL . . . . .	413
3.	Utilisation d'Oracle . . . . .	420
3.1	Préambule . . . . .	420
3.2	Environnement NLS . . . . .	420
3.3	Connexion et déconnexion . . . . .	421
3.3.1	Connexion . . . . .	421
3.3.2	Déconnexion . . . . .	423
3.3.3	Obtenir des informations sur le serveur Oracle . . . . .	424
3.3.4	Obtenir des informations en cas d'erreur de connexion . . . . .	424
3.3.5	Exemple . . . . .	424
3.4	Exécuter une requête . . . . .	426
3.4.1	Vue d'ensemble . . . . .	426
3.4.2	Analyser une requête . . . . .	427
3.4.3	Lier des variables PHP aux paramètres de la requête . . . . .	428
3.4.4	Exécuter une requête . . . . .	431
3.4.5	Extraire le résultat de la requête de lecture . . . . .	432
3.4.6	Mettre à jour des données et gérer les transactions . . . . .	446
3.4.7	Fermer un curseur . . . . .	451
3.5	Appeler une procédure stockée . . . . .	452
3.6	Illustration des problèmes liés à l'environnement NLS . . . . .	457
3.7	Gérer les erreurs . . . . .	460
3.8	Exercice 13 : utiliser Oracle . . . . .	462
4.	Utilisation de SQLite . . . . .	470
4.1	Préambule . . . . .	470
4.2	Ouvrir et fermer une base de données . . . . .	470
4.2.1	Ouvrir une base de données . . . . .	470
4.2.2	Fermer une base de données . . . . .	471
4.3	Exécuter une requête . . . . .	472
4.3.1	Vue d'ensemble . . . . .	472
4.3.2	Préparer une requête . . . . .	473
4.3.3	Lier des variables PHP aux paramètres d'une requête préparée . . . . .	474
4.3.4	Exécuter une requête préparée . . . . .	476

- 4.3.5 Exécuter une requête non préparée . . . . . 477
- 4.3.6 Extraire le résultat d'une requête de lecture . . . . . 478
- 4.3.7 Mettre à jour des données et gérer les transactions . . . . . 483
- 4.3.8 Fermer une requête préparée . . . . . 488
- 4.4 Gérer les erreurs . . . . . 488
- 4.5 Exercice 14 : utiliser SQLite . . . . . 490
- 5. PHP Data Objects (PDO) . . . . . 497
- 6. Gestion des apostrophes dans le texte des requêtes . . . . . 500
- 7. Exemples d'intégration dans des formulaires . . . . . 505
  - 7.1 Vue d'ensemble . . . . . 505
  - 7.2 Construction d'une liste de sélection dans un formulaire . . . . . 520
  - 7.3 Affichage d'une liste . . . . . 522
  - 7.4 Formulaire de saisie en liste . . . . . 526
  - 7.5 Formulaire de recherche et de saisie . . . . . 531

**Chapitre 8**  
**Gérer les sessions**

- 1. Description du problème . . . . . 535
- 2. Authentification . . . . . 536
  - 2.1 Vue d'ensemble . . . . . 536
  - 2.2 Saisie de l'identification . . . . . 536
    - 2.2.1 Identification par formulaire . . . . . 536
    - 2.2.2 Identification par authentification HTTP . . . . . 539
  - 2.3 Vérifier l'identification saisie . . . . . 542
- 3. Utiliser des cookies . . . . . 543
  - 3.1 Principe . . . . . 543
  - 3.2 Application à la gestion des sessions . . . . . 549
- 4. Utiliser la gestion des sessions de PHP . . . . . 549
  - 4.1 Principes . . . . . 549
  - 4.2 Mise en œuvre . . . . . 550
  - 4.3 Gérer soi-même la transmission de l'identifiant de session . . . . . 564
    - 4.3.1 Description du problème . . . . . 564
    - 4.3.2 Solution . . . . . 568
  - 4.4 Quelques directives de configuration supplémentaires . . . . . 570

4.5	Exemples d'application . . . . .	571
4.5.1	Principes . . . . .	571
4.5.2	Avec authentification des utilisateurs . . . . .	574
4.6	Remarques et conclusion . . . . .	577
4.7	Exercice 15 : gérer les sessions . . . . .	581
5.	Conserver des informations d'une visite à une autre . . . . .	585
6.	Petite synthèse sur les variables Get/Post/Cookie/Session . . . . .	591

## Chapitre 9

### Envoyer un courrier électronique

1.	Vue d'ensemble . . . . .	595
2.	Envoyer un message texte sans pièce jointe . . . . .	595
3.	Envoyer un message au format MIME . . . . .	599
3.1	Préambule . . . . .	599
3.2	Message au format HTML . . . . .	599
3.3	Message avec pièce jointe . . . . .	602
4.	Exercice 16 : envoyer un courrier électronique . . . . .	605

## Annexe

1.	Variables PHP prédéfinies . . . . .	609
2.	Constantes PHP prédéfinies . . . . .	611
3.	Exemples complémentaires . . . . .	612
3.1	Introduction . . . . .	612
3.2	Lire un document XML . . . . .	613
3.3	Générer un document PDF . . . . .	617
3.4	Générer une image . . . . .	622
	Index . . . . .	629

Editions ENI

# **MySQL 8**

## **Administration et optimisation**

Collection  
Ressources Informatiques

Table des matières

Les éléments à télécharger sont disponibles à l'adresse suivante :  
**<http://www.editions-eni.fr>**  
Saisissez la référence ENI de l'ouvrage **RI8MYSA** dans la zone de recherche et validez. Cliquez sur le titre du livre puis sur le bouton de téléchargement.

## Avant-propos

1. MySQL en quelques mots .....	17
2. Objectifs du livre .....	18
3. Description .....	18

## Chapitre 1 Généralités sur MySQL

1. Introduction .....	21
2. Architecture .....	22
2.1 Le serveur et les clients .....	22
2.2 Les protocoles de communication .....	24
3. Utilisation des ressources matérielles .....	25
3.1 Utilisation du disque .....	25
3.2 Utilisation de la mémoire .....	27
3.3 Utilisation du processeur .....	28
3.4 Utilisation du réseau .....	29
4. Variantes de MySQL .....	29
4.1 MariaDB .....	29
4.2 Percona Server .....	30
4.3 Amazon RDS/Aurora .....	31
4.4 Galera .....	32
5. Les moteurs de stockage .....	33
5.1 InnoDB .....	35
5.1.1 Fonctionnement résumé .....	35
5.1.2 Fonctionnalités principales .....	39

5.2	MyISAM	41
5.3	Memory	42
5.4	Archive	44
5.5	XtraDB	44
5.6	TokuDB	45
5.7	RocksDB	45
5.8	Autres moteurs	46
6.	Verrous et transactions	47
6.1	Verrous implicites	48
6.1.1	Généralités	48
6.1.2	Spécificités InnoDB	48
6.2	Verrous explicites	49
6.2.1	Verrous de tables	49
6.2.2	Spécificités InnoDB	51
6.2.3	Modificateurs SKIP LOCKED et NOWAIT	53
6.3	Verrous coopératifs	55
6.4	Transactions	56
6.4.1	Généralités	56
6.4.2	InnoDB et les transactions	57
6.4.3	Mêler moteur transactionnel et moteur non transactionnel	57
6.4.4	Interblocages (deadlocks)	59

## Chapitre 2

### Installation du serveur

1.	Généralités	61
1.1	Stabilité des versions	61
1.2	Version communautaire et version Enterprise	62
1.3	Cycle de développement	62
1.4	Choix du type d'installation	63

- 2. Installation sous Linux/UNIX . . . . . 63
  - 2.1 Installation par gestionnaire de paquets . . . . . 63
  - 2.2 Installation avec les binaires précompilés . . . . . 66
  - 2.3 Démarrage du serveur . . . . . 68
    - 2.3.1 Script mysql.server . . . . . 68
    - 2.3.2 Script mysqld\_safe . . . . . 68
    - 2.3.3 Invocation directe de mysqld . . . . . 69
  - 2.4 Arrêt du serveur . . . . . 69
    - 2.4.1 systemd . . . . . 69
    - 2.4.2 Script mysql.server . . . . . 70
    - 2.4.3 mysqladmin . . . . . 70
    - 2.4.4 Commande kill . . . . . 70
  - 2.5 Résolution de problèmes d'installation courants . . . . . 71
    - 2.5.1 Erreurs InnoDB . . . . . 71
    - 2.5.2 Fichier errmsg.sys introuvable . . . . . 72
  - 2.6 Sécurisation de l'installation . . . . . 72
  - 2.7 Installation de plusieurs instances . . . . . 73
    - 2.7.1 Précautions à prendre . . . . . 73
    - 2.7.2 Installation de versions différentes . . . . . 74
    - 2.7.3 Utilisation du même binaire qu'une autre instance . . . . . 74
    - 2.7.4 Démarrage et arrêt des instances avec mysqld\_multi . . . . . 75
- 3. Installation sous Windows . . . . . 78
  - 3.1 Utilisation de l'installateur . . . . . 78
  - 3.2 Installation avec les binaires . . . . . 81
  - 3.3 Démarrage du serveur . . . . . 82
    - 3.3.1 Service . . . . . 82
    - 3.3.2 Invocation directe de mysqld . . . . . 83
  - 3.4 Arrêt du serveur . . . . . 83
    - 3.4.1 Service . . . . . 83
    - 3.4.2 mysqladmin . . . . . 83
    - 3.4.3 Gestionnaire des tâches . . . . . 84

3.5	Résolution des problèmes d'installation . . . . .	84
3.5.1	Droits insuffisants . . . . .	84
3.5.2	Conflit avec une installation existante . . . . .	84
3.5.3	Problèmes dans les chemins . . . . .	84
3.6	Sécurisation de l'installation . . . . .	85
3.7	Installation de plusieurs instances . . . . .	85
3.7.1	Précautions à prendre . . . . .	85
3.7.2	Versions différentes . . . . .	85
3.7.3	Utilisation du même binaire. . . . .	86
4.	Installations de test avec Docker. . . . .	86
4.1	Introduction . . . . .	86
4.2	Installation . . . . .	87
4.3	Utilisation . . . . .	88
5.	Mise à jour de MySQL . . . . .	89
5.1	Précautions à prendre avant la mise à jour . . . . .	89
5.1.1	Sauts de version. . . . .	89
5.1.2	Changements apportés par une version . . . . .	90
5.1.3	Sauvegarde des données . . . . .	90
5.2	Processus de mise à jour . . . . .	91
5.2.1	Stratégies possibles . . . . .	91
5.2.2	Mise à jour des binaires . . . . .	92
5.2.3	Vérification des tables. . . . .	92
5.3	Vérifications après la mise à jour. . . . .	92
6.	Installation des outils utilisés dans l'ouvrage. . . . .	93
6.1	Installation de la base world . . . . .	93
6.2	Installation de la base sakila . . . . .	94
7.	Installation du Percona Toolkit . . . . .	95



**Chapitre 3**  
**Configuration du serveur**

- 1. Introduction ..... 97
- 2. Généralités ..... 98
  - 2.1 Fichier de configuration ..... 98
  - 2.2 Structure du fichier de configuration ..... 99
  - 2.3 Paramétrage dynamique du serveur ..... 101
    - 2.3.1 Changement pour la session ..... 101
    - 2.3.2 Changement global ..... 103
- 3. Visualisation de la configuration ..... 105
- 4. Configuration d’InnoDB ..... 107
  - 4.1 Paramètres essentiels ..... 107
  - 4.2 Isolation et durabilité ..... 110
    - 4.2.1 Réglage de l’isolation ..... 110
    - 4.2.2 Réglage de la durabilité ..... 112
  - 4.3 Autres paramètres ..... 113
- 5. La journalisation ..... 115
  - 5.1 Le journal binaire ..... 115
  - 5.2 Le journal des requêtes lentes ..... 122
  - 5.3 Le journal des erreurs ..... 126
  - 5.4 Le journal général ..... 128
  - 5.5 Rotation des journaux ..... 129
  - 5.6 Bonnes pratiques ..... 129
    - 5.6.1 Configuration ..... 129
    - 5.6.2 Surveiller l’utilisation du disque ..... 130
    - 5.6.3 Impact sur les performances ..... 130
- 6. Le mode SQL ..... 130
  - 6.1 Les modes usuels ..... 131
  - 6.2 Les combinaisons de modes ..... 135
  - 6.3 Mode SQL par défaut ..... 135

- 7. Autres paramètres à configurer . . . . . 137
  - 7.1 Autres variables . . . . . 137
    - 7.1.1 Nombre de connexions simultanées . . . . . 137
    - 7.1.2 Caches de table . . . . . 137
    - 7.1.3 Cache de threads . . . . . 138
    - 7.1.4 Paramètres MyISAM . . . . . 139
  - 7.2 Paramètres à ne pas modifier . . . . . 140

## Chapitre 4 Sécurité et gestion des utilisateurs

- 1. Introduction . . . . . 141
- 2. Sécurisation du serveur . . . . . 142
  - 2.1 Sécurisation de l'installation . . . . . 142
    - 2.1.1 Contrôler les droits . . . . . 142
    - 2.1.2 Ajouter un mot de passe au compte utilisateur root . . 143
    - 2.1.3 Supprimer les comptes anonymes . . . . . 144
    - 2.1.4 Supprimer le schéma test . . . . . 145
    - 2.1.5 Sécuriser votre installation  
avec l'outil `mysql_secure_installation`. . . . . 145
  - 2.2 Chiffrement des données . . . . . 146
  - 2.3 Utilisation de SSL/TLS . . . . . 149
  - 2.4 Options liées à la sécurité . . . . . 150
    - 2.4.1 `skip-networking` . . . . . 150
    - 2.4.2 `bind-address`. . . . . 151
    - 2.4.3 `skip-name-resolve` . . . . . 152
    - 2.4.4 `skip-show-database`. . . . . 153
    - 2.4.5 `secure-file-priv`. . . . . 154
- 3. Gestion des comptes utilisateurs . . . . . 154
  - 3.1 Introduction . . . . . 154
  - 3.2 Comptes utilisateurs . . . . . 156
    - 3.2.1 Créer un compte . . . . . 156
    - 3.2.2 Modifier le mot de passe. . . . . 158

- 3.2.3 Utilitaire de configuration des mots de passe . . . . . 158
- 3.2.4 Récupérer le mot de passe administrateur. . . . . 160
- 3.3 Rôles . . . . . 161
- 3.4 Attribution des droits. . . . . 164
  - 3.4.1 Les droits d’administration. . . . . 165
  - 3.4.2 Les droits au niveau des schémas. . . . . 166
  - 3.4.3 Les droits au niveau des tables . . . . . 167
  - 3.4.4 Les droits au niveau des colonnes . . . . . 168
  - 3.4.5 Les droits pour les routines stockées . . . . . 169
  - 3.4.6 Limitation de l’utilisation des ressources . . . . . 170
  - 3.4.7 Visualisation des droits. . . . . 171
  - 3.4.8 Prise d’effet des droits. . . . . 171
  - 3.4.9 Suppression des droits . . . . . 173
  - 3.4.10 Bonnes pratiques de la gestion des droits . . . . . 175
  - 3.4.11 Sécurisation des vues et des routines stockées . . . . . 176
- 4. Plugins de sécurité avancée . . . . . 177
  - 4.1 Validation des mots de passe. . . . . 177
  - 4.2 Expiration du mot de passe . . . . . 180
  - 4.3 Contrôle des connexions . . . . . 182

**Chapitre 5**  
**Sauvegarde et restauration**

- 1. Généralités . . . . . 183
  - 1.1 Introduction . . . . . 183
  - 1.2 Différents types de sauvegarde . . . . . 185
    - 1.2.1 Sauvegarde logique . . . . . 185
    - 1.2.2 Sauvegarde physique. . . . . 186
    - 1.2.3 Sauvegarde complète/incrémentale. . . . . 187
  - 1.3 Autres facteurs influençant la sauvegarde . . . . . 189
    - 1.3.1 Réplication. . . . . 189
    - 1.3.2 Moteurs de stockage. . . . . 191
    - 1.3.3 Utilisation combinée de MyISAM et InnoDB . . . . . 192

1.4	Restauration	193
2.	En pratique	194
2.1	Import/export manuel	194
2.2	mysqldump	198
2.3	Percona XtraBackup	204
2.4	Autres solutions	206
2.4.1	mysqlpump	206
2.4.2	mydumper	206
2.4.3	Snapshots (clichés)	207

## Chapitre 6

### Optimisation

1.	Matériel et système d'exploitation	209
1.1	Processeur	209
1.2	Mémoire vive	211
1.3	Disque dur	213
1.3.1	Éléments de choix	213
1.3.2	RAID	213
1.3.3	SSD	215
1.4	Système d'exploitation	216
2.	Optimisation du schéma	216
2.1	Types de données	216
2.1.1	Principes généraux	216
2.1.2	Nombres	217
2.1.3	Chaînes de caractères	218
2.1.4	Données binaires	222
2.1.5	Dates et heures	222
2.1.6	ENUM et SET	223
2.1.7	JSON	224

2.2	Normalisation . . . . .	225
2.2.1	Rôle de la normalisation . . . . .	225
2.2.2	Première forme normale . . . . .	225
2.2.3	Deuxième forme normale . . . . .	227
2.2.4	Troisième forme normale . . . . .	229
2.2.5	Résumé des avantages de la normalisation . . . . .	232
2.2.6	Inconvénients de la normalisation . . . . .	232
2.3	Dénormalisation . . . . .	233
2.4	Modification du schéma en production . . . . .	234
3.	Indexation . . . . .	237
3.1	Généralités sur les index . . . . .	237
3.1.1	Rôle d'un index . . . . .	237
3.1.2	Clés et index . . . . .	238
3.1.3	Colonnes pouvant bénéficier d'un index . . . . .	238
3.1.4	Création/suppression d'un index . . . . .	239
3.1.5	Quelles colonnes indexer ? . . . . .	240
3.2	Types d'index . . . . .	241
3.2.1	Index uniques . . . . .	241
3.2.2	Clés primaires . . . . .	242
3.2.3	Index non uniques . . . . .	243
3.2.4	Index sur plusieurs colonnes . . . . .	243
3.2.5	Index sur un préfixe de colonne . . . . .	244
3.2.6	Index redondants . . . . .	245
3.2.7	Clés étrangères . . . . .	249
3.2.8	Index invisibles . . . . .	251
3.3	Notions avancées . . . . .	252
3.3.1	Index B-Tree . . . . .	252
3.3.2	Index hash . . . . .	258
3.3.3	Autres algorithmes d'indexation . . . . .	260
3.3.4	Sélectivité et distribution des valeurs . . . . .	260
3.3.5	Index cluster InnoDB . . . . .	264
3.3.6	Index couvrant . . . . .	267

4.	La commande EXPLAIN.....	269
4.1	Rôle.....	269
4.2	Accès aux données.....	270
4.2.1	Accès séquentiel ou aléatoire.....	270
4.2.2	Accès en mémoire ou sur disque.....	270
4.2.3	En résumé.....	271
4.3	Lire le plan d'exécution.....	272
4.3.1	Exemple simple.....	272
4.3.2	Jointures.....	273
4.3.3	Unions.....	273
4.3.4	Sous-requêtes.....	274
4.4	Colonnes principales.....	278
4.4.1	Types d'accès aux données.....	278
4.4.2	Index examinés.....	281
4.4.3	Nombre de lignes parcourues.....	282
4.4.4	La colonne filtered.....	284
4.4.5	La colonne Extra.....	285
4.5	EXPLAIN EXTENDED.....	286
5.	Optimisation des requêtes.....	287
5.1	Isolation des colonnes.....	287
5.2	Jointures.....	288
5.3	Filtrages.....	292
5.4	Tris.....	293
5.5	Agrégations.....	294
5.6	Réécriture de requêtes.....	295
5.7	Utilisation de plusieurs index.....	295
5.8	Autres techniques.....	296
6.	Autres optimisations.....	297
6.1	Index Condition Pushdown.....	297
6.2	Multi Range Read.....	299

- 7. Maintenance des tables ..... 300
  - 7.1 Mise à jour des statistiques d'index. .... 300
  - 7.2 Défragmentation des tables ..... 301
  - 7.3 Autres commandes ..... 302

**Chapitre 7**  
**Réplication**

- 1. Généralités sur la réplication ..... 303
  - 1.1 Utilité de la réplication. .... 304
  - 1.2 Fonctionnement de la réplication ..... 305
  - 1.3 Formats de réplication ..... 306
- 2. Mise en place de la réplication ..... 309
  - 2.1 Réplication maître-esclave(s) ..... 309
    - 2.1.1 Configuration ..... 309
    - 2.1.2 Forces et faiblesses de cette configuration. .... 312
  - 2.2 Réplication maître-maître ..... 312
    - 2.2.1 Configuration ..... 313
    - 2.2.2 Forces et faiblesses de cette configuration. .... 314
  - 2.3 Réplication sur plusieurs niveaux ..... 317
    - 2.3.1 Configuration ..... 318
    - 2.3.2 Forces et faiblesses de cette configuration. .... 318
  - 2.4 Principales variables ..... 319
- 3. Résolution des problèmes opérationnels courants ..... 321
  - 3.1 Empêcher la réplication de certaines requêtes ..... 321
  - 3.2 Non-réplication d'une requête. .... 323
  - 3.3 Éviter le retard de réplication. .... 324
  - 3.4 Corriger une erreur de réplication ..... 325
  - 3.5 Récupérer l'espace disque des journaux binaires ..... 327
  - 3.6 Supprimer la configuration de réplication ..... 328
  - 3.7 Vérifier la cohérence des données entre maître et esclaves ... 329

3.8	Quelques commandes utiles . . . . .	330
3.8.1	SHOW SLAVE STATUS . . . . .	330
3.8.2	START/STOP SLAVE {IO_THREAD SQL_THREAD} . . . . .	332
3.8.3	RESET MASTER . . . . .	334
4.	Réplication et scalabilité . . . . .	335
4.1	Scalabilité en lecture . . . . .	335
4.2	Scalabilité en écriture . . . . .	336
5.	Fonctionnalités avancées . . . . .	337
5.1	Identifiants de transaction . . . . .	337
5.2	Réplication parallèle . . . . .	339
5.3	Réplication multisource . . . . .	340
5.3.1	Introduction . . . . .	340
5.3.2	Mise en place . . . . .	341
5.4	Réplication semi-synchrone . . . . .	342
5.4.1	Introduction . . . . .	342
5.4.2	Mise en place . . . . .	343
5.4.3	Améliorations à partir de MySQL 5.7 . . . . .	346
5.5	Réplication retardée . . . . .	347

## Chapitre 8

### Haute disponibilité

1.	Introduction . . . . .	349
2.	Utilisation de la réplication classique . . . . .	350
2.1	Mécanisme de promotion d'un esclave . . . . .	350
2.2	Automatisation de la promotion . . . . .	356
3.	Réplication de groupe et InnoDB Cluster . . . . .	357
3.1	Introduction . . . . .	357
3.2	Bénéfices/limitations . . . . .	358
3.3	Réplication virtuellement synchrone . . . . .	359
3.4	Écritures sur plusieurs nœuds . . . . .	361



- 3.5 Le flow control ..... 362
- 3.6 Choix du nombre de nœuds..... 364
- 3.7 Nœuds géographiquement éloignés ..... 366
- 3.8 Mise en place..... 366
- 3.9 InnoDB Cluster..... 370

**Chapitre 9**  
**Support JSON et Document Store**

- 1. Colonnes générées ..... 373
  - 1.1 Introduction ..... 373
  - 1.2 Colonnes virtuelles..... 374
  - 1.3 Colonnes persistantes..... 375
- 2. Support JSON..... 376
  - 2.1 Le type de données JSON..... 376
- 3. Exemple d'opérations sur des colonnes JSON ..... 378
  - 3.1 Indexation..... 379
- 4. Document Store ..... 379
  - 4.1 SQL et NoSQL ..... 379
  - 4.2 Installation et vocabulaire associé..... 382
    - 4.2.1 Installation du Document Store ..... 382
    - 4.2.2 Installation du MySQL Shell ..... 383
    - 4.2.3 Collections et documents..... 384
    - 4.2.4 La base exemple world\_x ..... 385
  - 4.3 Exemple d'utilisation ..... 385

**Chapitre 10**  
**Autres fonctionnalités**

1. Partitionnement . . . . .	391
1.1 Intérêt et limitations . . . . .	391
1.1.1 Gestion des gros volumes . . . . .	391
1.1.2 Partition pruning. . . . .	392
1.1.3 Suppression rapide d'un gros volume de données. . . . .	392
1.1.4 Limitations . . . . .	394
1.2 Types de partitionnement . . . . .	396
1.2.1 Le partitionnement de type RANGE . . . . .	397
1.2.2 Le partitionnement de type RANGE COLUMNS . . . . .	400
1.2.3 Le partitionnement de type LIST. . . . .	401
1.2.4 Le partitionnement de type LIST COLUMNS . . . . .	403
1.2.5 Le partitionnement de type HASH . . . . .	405
1.2.6 Le partitionnement de type KEY . . . . .	409
1.2.7 Les variantes LINEAR HASH/KEY . . . . .	411
1.2.8 Choix explicite d'une partition . . . . .	414
1.2.9 Sous-partitionnement. . . . .	415
1.2.10 Fonctions du partitionnement . . . . .	419
1.2.11 Import et export d'une partition dans une table . . . . .	421
1.3 Gestion du partitionnement . . . . .	425
1.4 Maintenance . . . . .	429
2. Routines stockées . . . . .	430
2.1 Rôle . . . . .	430
2.2 Syntaxe . . . . .	432
2.2.1 Procédures stockées. . . . .	432
2.2.2 Fonctions stockées . . . . .	438
2.3 Utilisation . . . . .	440
2.4 Métadonnées. . . . .	443
2.5 Restrictions . . . . .	446

- 3. Déclencheurs (triggers)..... 447
  - 3.1 Rôle ..... 447
  - 3.2 Syntaxe ..... 447
  - 3.3 Restrictions..... 450
- 4. Événements..... 451
  - 4.1 Rôle ..... 451
  - 4.2 Syntaxe ..... 452
  - 4.3 Restrictions..... 456
- 5. Vues..... 456
  - 5.1 Rôle ..... 456
  - 5.2 Syntaxe ..... 458
- 6. Nouvelles fonctionnalités de MySQL 8.0 ..... 464
  - 6.1 Fonctions de fenêtrage ..... 464
  - 6.2 Requêtes avec WITH (Common Table Expressions)..... 467

**Chapitre 11**  
**Outils de surveillance**

- 1. Introduction ..... 471
- 2. Accès aux métadonnées ..... 472
  - 2.1 Commandes spécifiques MySQL..... 472
    - 2.1.1 Commandes SHOW..... 472
    - 2.1.2 Commande DESCRIBE..... 474
  - 2.2 Base information\_schema ..... 475
- 3. Outils de base pour la surveillance ..... 477
  - 3.1 SHOW PROCESSLIST..... 477
  - 3.2 SHOW GLOBAL STATUS..... 478
  - 3.3 SHOW ENGINE INNODB STATUS ..... 482
    - 3.3.1 SEMAPHORES ..... 483
    - 3.3.2 LAST FOREIGN KEY ERROR..... 483
    - 3.3.3 LAST DETECTED DEADLOCK ..... 483
    - 3.3.4 TRANSACTIONS..... 483

3.3.5	FILE I/O	484
3.3.6	INSERT BUFFER AND ADAPTATIVE HASH INDEX	484
3.3.7	LOG	484
3.3.8	BUFFER POOL AND MEMORY	484
3.3.9	ROW OPERATIONS	484
4.	Performance Schema	485
4.1	Rôle	485
4.2	Configuration	486
4.3	Schéma sys	487
5.	Identification des problèmes de requêtes	489
5.1	Requêtes lentes	489
5.2	Deadlocks	492
6.	Outils de surveillance du système	495
6.1	Cacti	495
6.2	Grafana	495
6.3	Nagios	496
6.4	Identification des problèmes système sous Linux	496
6.4.1	vmstat	496
6.4.2	iostat	498
6.4.3	mpstat	499
	Index	501