

Table des matières

À propos des auteurs	xiii
Avant-propos	xiv
1. Instance	1
1.1. Concept général	1
1.2. Au niveau du système d'exploitation	1
1.3. Au niveau du système de base de données	3
1.4. Groupes d'instances	4
2. Fichiers	5
2.1. Répertoire de données principal	5
2.2. Bases de données, relations et métadonnées des relations	9
Répertoire <i>base</i>	9
Répertoire <i>global</i>	23
2.3. Tablespaces	27
2.4. Transactions	29
Répertoire des journaux de transactions	30
Répertoire d'état des transactions	35
Répertoire d'horodatages des transactions	36
Répertoire des points de retour	36
Répertoire des verrous partagés	37
Répertoire des données 2PC	37
2.5. Statistiques d'activité	38
2.6. Traces	39
2.7. Sous-systèmes	40
Système de notifications	40
Snapshots de base	41
SSI	42
Mémoire partagée dynamique	42
Réplication logique	43
Slots de réplication	43
2.8. Autres fichiers	44
2.9. Répartition du stockage	48
3. Contenu physique des fichiers	49
3.1. Méthode d'accès à une relation	49
3.2. Structure générale d'un bloc d'une relation	50
3.3. Tables	56

Fichier HEAP	56
Fichier TOAST	61
3.4. Index	64
Index B-tree	65
Index Hash	74
Index GIN	79
Index GiST	83
Index SP-GiST	84
Index BRIN	85
Extension amcheck	89
3.5. Journaux de transactions	90
4. Architecture des processus	94
4.1. Démarrage et gestion des sous-processus	96
postmaster	99
startup	108
4.2. Écriture dans les fichiers de données	115
writer	116
checkpointer	118
4.3. Écriture dans les journaux de transactions : wal writer.....	128
4.4. Gestion des statistiques d'activité : stats collector.....	130
4.5. Gestion des traces : logger.....	132
4.6. Gestion automatique des <i>VACUUM</i> et <i>ANALYZE</i>	136
autovacuum launcher	136
autovacuum worker	138
4.7. Archivage des journaux de transactions : archiver.....	143
4.8. Gestion de la réplication physique	145
wal sender	146
wal receiver	147
4.9. Gestion de la réplication logique	151
logical replication launcher	151
logical replication worker	151
4.10. Gestion des processus d'arrière-plan : background worker.....	152
4.11. Gestion des connexions : postgres.....	153
4.12. Liens entre répertoires et processus	156
5. Architecture mémoire	157
5.1. Mémoire partagée	158
Vue générale	158
Cache disque des relations	160

Cache disque des journaux de transactions et mémoire partagée du système transactionnel	165
Verrous	166
Sessions	169
Divers	171
Implémentation au niveau système	172
5.2. Mémoire par processus	173
Mémoire de travail	173
Mémoire pour le décodage logique	174
Mémoire pour les opérations de maintenance	174
Mémoire cache pour les objets temporaires	175
Quantifier la mémoire utilisée par un processus	176
5.3. Manque de mémoire et traces	178
5.4. Liens entre répertoires, processus et mémoire	179
6. Protocole de communication	181
6.1. Protocole standard	181
Connexion	182
Exécution de requêtes	186
Cas particuliers	190
Déconnexion	192
6.2. Protocole de réplication	192
Messages pour la réplication	192
Messages pour la sauvegarde des fichiers	194
6.3. Outil d'étude	196
7. Gestion des connexions	200
7.1. Aperçu du processus de connexion	200
7.2. Établissement d'une connexion	202
Via un socket de domaine Unix	202
Via un socket réseau	203
Gestion des processus	205
7.3. Authentification	206
7.4. Impact des connexions	208
8. Gestion des transactions	210
8.1. Aspects théoriques	210
Définition d'une transaction	210
Identifiants de transaction	211
Transaction implicite et transaction explicite	213
Propriétés ACID	214

Niveaux d'isolation	217
Snapshot	219
Transaction imbriquée et transaction autonome	221
Savepoint	222
Durée de vie d'une transaction	223
Two-Phase Commit (2PC)	223
Cas particulier des routines	224
8.2. Implémentation interne	226
MVCC	226
Vie et mort d'une ligne	228
Horodatage d'une ligne	231
Emplacement physique d'un enregistrement	231
Conséquences pour les index	232
Limite des identifiants de transaction	234
Commit log et hint bits	237
Accès concurrents et verrous	238
8.3. Contournement des inconvénients	241
Maintenance	241
Optimisations	243
9. Gestion des objets	248
9.1. Bases	248
9.2. Tablespace	251
9.3. Schémas	253
9.4. Tables	255
9.5. Index	261
9.6. Vues	264
9.7. Séquences	265
9.8. Langages de routines	266
9.9. Routines	267
9.10. Triggers	270
9.11. Types	271
9.12. Opérateurs	272
9.13. Recherche plein texte	273
9.14. SQL/MED	274
9.15. Méthodes d'accès	275
9.16. Extensions	275
9.17. Rôles	276
10. Planification des requêtes	278

10.1. Introduction à l'optimiseur de requêtes	278
Fonctionnement de l'optimiseur	278
Plans d'exécution	280
10.2. Nœuds d'exécution d'un plan	281
Accès aux données	281
Jointures	298
Agrégats	301
Autres	305
10.3. Utilisation d'EXPLAIN	314
Informations de base	315
Options	317
10.4. Statistiques et coûts	321
Mise à jour des statistiques	321
Statistiques	322
Statistiques étendues	324
Paramétrage	325
Estimation de coûts	327
10.5. Problèmes et optimisations	331
Index inutilisés	331
Index manquants	332
Parcours séquentiels synchronisés	333
Suppression de jointures inutiles	333
Suppression d'éléments inutiles dans une clause GROUP BY	334
10.6. Outils	335
Affichage graphique d'un plan d'exécution	335
Aide à la recherche du nœud lent	337
Trace automatique des plans d'exécution	340
10.7. Exécuteur	342
11. Sauvegarde et restauration	345
11.1. Sauvegarde physique des fichiers à froid	346
11.2. Export logique	349
Fonctionnement interne	350
Format de sauvegarde	351
Sauvegarde complète	355
Sauvegarde partielle	356
Cohérence de la sauvegarde et verrous	357
Sauvegarde parallélisée	358
Sauvegarde des Large Objects	359
Compatibilité entre versions majeures	359

11.3. Export global	360
Format de sauvegarde	360
Sauvegarde complète	361
Sauvegarde partielle	361
Cohérence de la sauvegarde	361
Exemple d'utilisation de pg_dump et pg_dumpall	362
11.4. Import logique	362
Restauration d'une sauvegarde texte	363
Restauration d'une sauvegarde logique au format binaire	363
Opérations post-import	368
11.5. Sauvegarde physique des fichiers à chaud, en continu	368
Avantages et inconvénients	369
Archivage des journaux de transactions	370
Sauvegarde des fichiers	373
Restauration d'une sauvegarde PITR	375
11.6. Gestionnaires de sauvegardes	378
11.7. Remarques sur les fichiers de configuration	379
11.8. Considérations sur les sauvegardes	379
12. Réplication	380
12.1. Terminologie et vue d'ensemble	380
Cluster de réplication	380
Réplication physique	380
Réplication logique	381
Log Shipping et Streaming Replication	381
Warm Standby et Hot Standby	382
Secondaire asynchrone/synchrone	382
Réplication en cascade	385
12.2. Préparation du serveur primaire	387
Répertoire d'archivage	387
Configuration du serveur primaire	388
12.3. Mise en place d'un serveur secondaire	389
Copie des fichiers	389
Configuration	390
Configuration des différents types de serveurs secondaires	392
12.4. Utilisation d'un serveur secondaire	396
Type de serveurs	396
Type de requêtes	396
Durée d'exécution	396
Retard d'un serveur secondaire	397

Nettoyage des journaux archivés	399
Configuration d'un serveur secondaire	399
Bascule	400
Supervision	402
12.5. Réplication logique	402
Particularités des publications	405
Gestion des transactions	406
Particularités des instances	406
Limitations	406
12.6. Autres solutions	407
13. Statistiques d'activité	408
13.1. Fonctionnement pré-v15	408
Processus	408
Mémoire	409
Fichiers	409
Aperçu du fonctionnement global	409
13.2. Fonctionnement à partir de la v15	411
13.3. Âge des statistiques	412
13.4. Statistiques et calculs intéressants	413
Sessions	413
Processus	418
Bases de données	419
Tables	422
Index	424
Séquences	425
Routines	425
Requêtes	426
Journaux de transactions	427
Slots de réplication	427
13.5. Historisation et alertes	428
Analyse en direct : pgstat	428
Sondes Nagios	429
Analyse graphique en direct des requêtes : PoWA.....	430
Autres outils	430
14. Traces	432
14.1. Configuration	432
Format des traces	432
Destination	432

Préfixe, fuseau horaire et langue utilisés	436
Niveau des traces	437
Activités tracées	437
Requêtes	440
14.2. Exploitation	441
Outils d'analyse en direct	442
Outils de rétro-analyse	442
15. Maintenance	444
15.1. Opérations de maintenance	444
Lutter contre la fragmentation des tables	444
Mettre à jour les statistiques sur les données	454
Lutter contre la fragmentation des index	456
Réorganiser les données d'une table	457
15.2. Fréquence et automatisation	457
Automatisation de <i>VACUUM</i> et <i>ANALYZE</i>	457
Automatisation de <i>REINDEX</i>	458
Automatisation de <i>CLUSTER</i>	459
16. Sécurité	460
16.1. Au niveau du système d'exploitation	460
Utilisateur postgres	460
Accès aux fichiers	461
Accès aux données	462
Espionnage de la communication	464
Pare-feu	465
Injection SQL	466
SELinux	466
16.2. Au niveau de la base	466
Rôle	467
Mot de passe	469
Droits par défaut d'un rôle	470
Attributs	471
Corruption du catalogue système	472
Droits sur la définition des objets	473
Droits sur l'interaction avec les objets	474
Droits sur les objets à créer	475
Droits sur les lignes d'une table	475
Options de sécurité des objets	476
Suppression d'un rôle	476

Labels de sécurité	477
Lexique	478
Index	484