
Table des matières

ANNEXE 1 • MOTIVATION ET INTRODUCTION

ANNEXE 2 • CONCEPTS DES BASES DE DONNÉES

- 2.1 Note sur les clés étrangères
- 2.2 Exercices du chapitre 2

ANNEXE 3 • MODÈLE RELATIONNEL ET NORMALISATION

- 3.1 L'opérateur algébrique de division
- 3.2 Les dépendances multivaluées et la 4e forme normale
- 3.3 Exercices du chapitre 3

ANNEXE 4 • TECHNOLOGIE DES BASES DE DONNÉES

- 4.1 Les disques RAID : récupération d'une valeur corrompue
- 4.2 Recherche séquentielle d'éléments dans un fichier
- 4.3 Tri d'un fichier séquentiel
 - 4.3.1 Fusion de deux listes triées
 - 4.3.2 Fusion de deux listes non triées
 - 4.3.3 Tri externe d'un fichier
 - 4.3.4 Calcul du temps de tri d'un fichier
 - 4.3.5 Optimisation du tri externe
- 4.4 Organisation séquentielle indexée
 - 4.4.1 Caractéristiques et performances d'un fichier séquentiel indexé
 - 4.4.2 Les volumes
 - 4.4.3 Les temps de lecture
 - 4.4.4 Les temps de modification des données
 - 4.4.5 Synthèse des calculs
 - 4.4.6 Collecte des caractéristiques de comportement - Le simulateur ISAM
 - 4.4.7 Evolution des taux d'occupation τ_b et τ_i
 - 4.4.8 Evolution des taux de réorganisation τ_{split} , τ_{bal} et τ_{merge}
- 4.5 Organisation calculée
 - 4.5.1 Principes de l'accès calculé
 - 4.5.2 Fonction de calcul d'adresse
 - 4.5.3 Gestion des débordements
 - 4.5.4 Caractéristiques et performances d'un fichier à accès calculé
- 4.6 Les index secondaires
 - 4.6.1 Structure d'un index bitmap

- 4.7 Accès par index ou recherche séquentielle ?
- 4.8 Exercices du chapitre 4

ANNEXE 5 • LES SYSTÈMES DE GESTION DE BASES DE DONNÉES

ANNEXE 6 • LE LANGAGE SQL-DDL

- 6.1 Comment prononcer "SQL" ?
- 6.2 Utilisation de SQLfast
- 6.3 Création d'une base de données
- 6.4 Chargement d'une base de données
- 6.5 États d'une base de données en SQLfast
- 6.6 Les scripts SQLfast du chapitre 6
- 6.7 Exercices du chapitre 6

ANNEXE 7 • LE LANGAGE SQL-DML (1)

- 7.1 Le quantificateur universel en SQL
 - 7.1.1 La quantificateur pour tout en logique
 - 7.1.2 Les quantificateurs en SQL
- 7.2 Les scripts SQLfast du chapitre 7
- 7.3 Exercices du chapitre 7

ANNEXE 8 • LE LANGAGE SQL-DML (2)

- 8.1 Génération de tableaux
 - 8.1.1 Le problème
 - 8.1.2 Les données sources
 - 8.1.3 Génération des tableaux
 - 8.1.4 Limite de ces techniques
 - 8.1.5 Hypothèses des données manquantes
 - 8.1.6 Génération de générateurs de tableaux
- 8.2 Les scripts SQLfast du chapitre 8
- 8.3 Exercices du chapitre 8

ANNEXE 9 • LE LANGAGE SQL AVANCÉ

- 9.1 Les vues SQL
 - 9.1.1 Les vues comme mécanisme d'évolution de la base de données
 - 9.1.2 Les vues modifiables
 - 9.1.3 Vues modifiables et O/RM

- 9.2 Les requêtes récursives
 - 9.2.1 Chemins dans un arbre (PERSONNE)
 - 9.2.2 Les graphes non acycliques
 - 9.2.3 Les graphes hiérarchiques (PRODUIT, COMPOSITION)
 - 9.2.4 Mise à jour du prix des produits composés
- 9.3 La fonction agrégative `group_concat`
 - 9.3.1 Extractions de données agrégées de la table CLIENT
 - 9.3.2 Agrégation multi-niveaux
 - 9.3.3 Génération d'objets complexes
- 9.4 les déclencheurs
 - 9.4.1 Nature du corps d'un déclencheur
 - 9.4.2 Gestion de contraintes d'intégrité
 - 9.4.3 Gestion de la redondance
 - 9.4.4 Application : gestion d'une nomenclature de produits
 - 9.4.5 Journalisation des opérations de modification
- 9.5 Le catalogue
 - 9.5.1 Le catalogue SQLfast
 - 9.5.2 Utilisation du catalogue
 - 9.5.3 Exploitation du graphe des tables
 - 9.5.4 Rétro-ingénierie d'un schéma SQL
- 9.6 L'injection de code SQL
- 9.7 Interface Python - bases de données
 - 9.7.1 Bases de données SQLite
 - 9.7.2 Création d'une base de données
 - 9.7.3 Ouverture d'une base de données
 - 9.7.4 Extraction de données
 - 9.7.5 Création des structures de données
 - 9.7.6 Modification des données
 - 9.7.7 Gestion des exceptions et transactions
 - 9.7.8 Les métadonnées
- 9.8 L'information incomplète
- 9.9 Exercices du chapitre 9

ANNEXE 10 • LES BASES DE DONNÉES NON RELATIONNELLES

- 10.1 Que signifie NoSQL ?
- 10.2 Les SGBD les plus populaires
- 10.3 La notation XML
- 10.4 La notation JSON
- 10.5 Le concept de schéma dans les nouveaux modèles de bases de données

- 10.6 Représentation de documents complexes dans une base de données relationnelle
- 10.7 Conversion de modèles
- 10.8 Le modèle de table universelle
 - 10.8.1 Structures de la table universelle
 - 10.8.2 Les index
 - 10.8.3 Migration des données standard vers une table universelle
 - 10.8.4 Expression des données sources
- 10.9 Le modèle orienté colonnes
 - 10.9.1 Migration des données standard vers des tables-colonnes
 - 10.9.2 Expression des données sources
- 10.10 Le modèle Clé-valeur agrégé
- 10.11 Le modèle Attribut-valeur - Version 1
 - 10.11.1 Migration des données standard vers des tables attribut-valeur
 - 10.11.2 Expression des données sources
- 10.12 Le modèle Attribut-valeur - Version 2
- 10.13 Le modèle Attribut-valeur - Version 3
- 10.14 Le modèle de graphe
- 10.15 Les modèles d'ontologies
- 10.16 Le modèle orienté Document simple
- 10.17 Le modèle orienté Document complexe
- 10.18 Indexation de documents complexes

ANNEXE 11 • CONSTRUCTION D'UNE BASE DE DONNÉES

ANNEXE 12 • LE MODÈLE ENTITÉ-ASSOCIATION DE BASE

- 12.1 Pourquoi exclure les cardinalités [1-N] ?
- 12.2 Type d'entités faible (weak entity type)
- 12.3 Identifiants primaire : une anecdote
- 12.4 Exercices du chapitre 12

ANNEXE 13 • ÉLABORATION D'UN SCHÉMA CONCEPTUEL

- 13.1 Exercices du chapitre 13

ANNEXE 14 • PRODUCTION DU SCHÉMA DE LA BASE DE DONNÉES

- 14.1 Exercices du chapitre 14

ANNEXE 15 • LES DIAGRAMMES DE CLASSES UML

ANNEXE 16 • LE MODÈLE ENTITÉ-ASSOCIATION ÉTENDU

- 16.1 Attributs entité (attributs objet)
- 16.2 Types d'associations de types d'associations
- 16.3 Mutation d'une entité
- 16.4 Types d'entités et classes Java
- 16.5 Du mauvais usage des relations is-a
- 16.6 Relations is-a entre d'autres composants du modèle
- 16.7 Identifiants hybrides généralisés
- 16.8 Identifiant cyclique d'un type d'entités
- 16.9 Identifiant d'un attribut et identifiant de son type d'entités
- 16.10 Noms multiples, noms identiques et noms absents des objets d'un schéma
- 16.11 Classes d'objets génériques : les types d'entités
 - 16.11.1 Types d'entités utilitaires
 - 16.11.2 Type d'entités dimension
 - 16.11.3 Autres classes génériques
 - 16.11.4 Objets du schéma ou du métaschéma ?
- 16.12 Opérations et méthodes
- 16.13 Sémantique du modèle Entité-association
 - 16.13.1 Types d'entités et relations is-a
 - 16.13.2 Types d'associations
 - 16.13.3 Attributs
 - 16.13.4 Attributs composés et multivalués
 - 16.13.5 Attributs et rôles obligatoires
 - 16.13.6 Identifiants
 - 16.13.7 Autres contraintes
 - 16.13.8 Exemple complet
 - 16.13.9 Application de la théorie relationnelle au modèle Entité-association
 - 16.13.10 Interprétation relationnelle et traduction relationnelle
- 16.14 Exercices du chapitre 16

ANNEXE 17 • LES DIAGRAMMES DE CLASSES UML

- 17.1 Multiplicité minimale d'un rôle
- 17.2 Exercices du chapitre 17

ANNEXE 18 • ANALYSE CONCEPTUELLE DU DOMAINE D'APPLICATION

- 18.1 Processus de correction d'un schéma
 - 18.1.1 Constructions syntaxiquement incorrectes
 - 18.1.2 Constructions non satisfiables et incohérentes

- 18.2 Processus de normalisation du schéma conceptuel
 - 18.2.1 Simplification des constructions non minimales
 - 18.2.2 Explicitation des constructions insuffisamment expressives
 - 18.2.3 Réduction des sur-spécifications
 - 18.2.4 Traitement des constructions anormales
 - 18.2.5 Uniformisation des constructions irrégulières
 - 18.2.6 Élimination des redondances de contrainte
 - 18.2.7 Élimination des redondances structurelles d'instances
 - 18.2.8 Élimination des redondances internes
 - 18.2.9 Amélioration de la présentation graphique
 - 18.2.10 Mise en conformité aux standards en vigueur
- 18.3 Prototypage d'une base de données
 - 18.3.1 Le panneau de commande du gestionnaire
 - 18.3.2 Création dans une table simple sans clé étrangère : CLIENT
 - 18.3.3 Insertion dans une table comportant une clé étrangère simple : COMMANDE
 - 18.3.4 Insertion dans une table comportant une clé étrangère composite : FACTURE
 - 18.3.5 Modification de lignes d'une table
 - 18.3.6 Suppression de lignes d'une table
 - 18.3.7 Liste des lignes d'une table
 - 18.3.8 Exploration du contenu de la base de données
 - 18.3.9 Gestion des erreurs
 - 18.3.10 Le tableau de commande d'un prototype
 - 18.3.11 Générateur de prototype
 - 18.3.12 Application à la base de données ABCDE-proto.db
 - 18.3.13 Les scripts des prototypes
 - 18.3.14 Prototypage d'une base de données : conclusions
- 18.4 Intégration de schémas
 - 18.4.1 Scénarios d'intégration
 - 18.4.2 Principes de l'intégration binaire de schémas
 - 18.4.3 Recherche des correspondances
 - 18.4.4 Unification des schémas
 - 18.4.5 Fusion des schémas unifiés
 - 18.4.6 Résolution des conflits sémantiques
 - 18.4.7 Compléments
 - 18.4.8 Étude de cas
- 18.5 Exercices du chapitre 18

ANNEXE 19 • CONCEPTION LOGIQUE D'UNE BASE DE DONNÉES

- 19.1 Représentation d'un attribut objet
- 19.2 Exercices du chapitre 19

ANNEXE 20 • CONCEPTION PHYSIQUE D'UNE BASE DE DONNÉES

20.1 Exercices du chapitre 20

ANNEXE 21 • PRODUCTION DU CODE D'UNE BASE DE DONNÉES

- 21.1 Traduction des relations is-a
 - 21.1.1 Code des tables de base
 - 21.1.2 Code des vues des sous-types
 - 21.1.3 Code de la vue du surtype
 - 21.1.4 Déclencheurs des vues sous-types modifiables
 - 21.1.5 Déclencheurs de la vue surtype modifiable
- 21.2 Traduction des relations is-a
- 21.3 Exercices du chapitre 21

ANNEXE 22 • RÉTRO-INGÉNIERIE D'UNE BASE DE DONNÉES

- 22.1 Recherche des identifiants d'une table par analyse des données
- 22.2 Recherche des dépendances fonctionnelles d'une table par analyse des données
- 22.3 Analyse des valeurs d'une colonne
- 22.4 Recherche des clés étrangères d'une table par analyse des données

ANNEXE 23 • ÉTUDES DE CAS - SAISON 2

- 23.1 Introduction
- 23.2 Le porte-feuille d'études de cas
- 23.3 Voyages aériens
 - 23.3.1 Énoncé
 - 23.3.2 Construction du schéma conceptuel (version de base)
 - 23.3.3 Construction du schéma conceptuel (version étendue)
 - 23.3.4 Production du schéma de tables
- 23.4 Circuits intégrés
 - 23.4.1 Énoncé
 - 23.4.2 Construction du schéma conceptuel
 - 23.4.3 Schéma de tables et contenu
- 23.5 Intégration de schémas pour un établissement scolaire
 - 23.5.1 Normalisation des sous-schémas
 - 23.5.2 Intégration des sous-schémas S1 et S2
 - 23.5.3 Intégration des sous-schémas S12 et S3
 - 23.5.4 Intégration des sous-schémas S123 et S4
 - 23.5.5 Normalisation du schéma intégré
- 23.6 Tournées de distribution de colis

- 23.7 Représentation des graphes
 - 23.7.1 Rappel des principales notions
 - 23.7.2 Représentation des graphes orientés
 - 23.7.3 Représentation des graphes non orientés
 - 23.7.4 Représentation des arbres et des forêts
 - 23.7.5 Représentation des graphes linéaires
 - 23.7.6 Représentation des graphes hiérarchiques
 - 23.7.7 Représentation des graphes bipartis
 - 23.7.8 Représentation des graphes attribués
 - 23.7.9 Représentation des multigraphes
 - 23.7.10 Quelques applications
- 23.8 Rétro-ingénierie d'une base de données relationnelle
 - 23.8.1 Extraction du schéma physique
 - 23.8.2 Extraction du schéma logique
 - 23.8.3 Conceptualisation
- 23.9 Gestion de clés
- 23.10 Migration de fichiers
 - 23.10.1 Démarche de rétro-ingénierie
 - 23.10.2 Description du projet
 - 23.10.3 Préparation du projet
 - 23.10.4 Extraction du schéma physique
 - 23.10.5 Reconstruction du schéma logique
 - 23.10.6 Conceptualisation des structures de données
 - 23.10.7 Production du schéma relationnel
 - 23.10.8 Complément - Le code source du programme COBOL
 - 23.10.9 Complément - Le code SQL-DDL de la base de données relationnelle
- 23.11 Dictionnaire de données
 - 23.11.1 Remarques préliminaires
 - 23.11.2 Méthodologie
 - 23.11.3 Extraction physique
 - 23.11.4 Reconstruction du schéma logique
 - 23.11.5 Conceptualisation des structures de données
- 23.12 Analyse d'un stack Hypercard
 - 23.12.1 Présentation
 - 23.12.2 Extraction du schéma physique brut
 - 23.12.3 Affinement du schéma physique
 - 23.12.4 Première conceptualisation (clés étrangères, attributs composés)
 - 23.12.5 Factorisation des attributs
- 23.13 SQL et les ontologies
 - 23.13.1 Les tables sources

- 23.13.2 Tables non structurées
- 23.13.3 Table unique de quadruplets
- 23.13.4 Table unique de triplets
- 23.13.5 Extensions

ANNEXE 24 • SQL, LES ENSEMBLES ET LA LOGIQUE

- 24.1 SQL et les mathématiques
- 24.2 Ensemble, c'est tout
 - 24.2.1 Ensemble
 - 24.2.2 Appartenance à un ensemble
 - 24.2.3 Inclusion d'un ensemble dans un autre
 - 24.2.4 Taille ou cardinal d'un ensemble
 - 24.2.5 Égalité de deux ensembles
 - 24.2.6 Union de deux ensembles
 - 24.2.7 Intersection de deux ensembles
 - 24.2.8 Différence entre deux ensembles
 - 24.2.9 Puissance d'un ensemble
 - 24.2.10 Partition d'un ensemble
 - 24.2.11 Propriétés des opérateurs ensemblistes
- 24.3 Les multi-ensembles
 - 24.3.1 Notion de multi-ensemble
 - 24.3.2 Appartenance à un multi-ensemble
 - 24.3.3 Inclusion d'un multi-ensemble dans un autre
 - 24.3.4 Union de deux multi-ensembles
 - 24.3.5 Intersection de deux multi-ensembles
 - 24.3.6 Différence entre deux multi-ensembles
 - 24.3.7 Synthèses des opérateurs SQL
 - 24.3.8 Opérateurs algébriques sur les multi-ensembles
- 24.4 Un peu de logique 10
 - 24.4.1 Propositions, prédicats et conditions
 - 24.4.2 Expressions composées : opérateurs logiques et, ou, non
 - 24.4.3 Opérateurs logiques additionnels
 - 24.4.4 Tables de vérité binaires
 - 24.4.5 Les équivalences remarquables
 - 24.4.6 Quantificateurs existentiel et universel
 - 24.4.7 Applications pratiques en SQL
 - 24.4.8 La logique ternaire de SQL
- 24.5 Que retenir ?
- 24.6 Pour en savoir plus
- 24.7 Exercices

ANNEXE 25 • TRANSFORMATIONS DE SCHÉMAS

- 25.1 Introduction
- 25.2 Caractéristiques générales des transformations
 - 25.2.1 Anatomie d'une transformation
 - 25.2.2 Description d'une transformation
- 25.3 Préservation de la sémantique
- 25.4 Catalogue de transformations
- 25.5 Transformations de mutation
- 25.6 Transformation d'attributs d'un type d'entités
 - 25.6.1 Transformation d'un attribut atomique monovalué
 - 25.6.2 Transformation d'un attribut atomique multivalué
 - 25.6.3 Transformation d'un attribut composé monovalué
 - 25.6.4 Transformation d'un attribut multivalué composé (complexe)
 - 25.6.5 Transformation d'un attribut monovalué facultatif
 - 25.6.6 Transformation d'un groupe d'attributs
 - 25.6.7 Transformation d'attributs en TA
 - 25.6.8 Transformation d'un attribut objet en TA
 - 25.6.9 Conversion d'un attribut multivalué non-ensembliste
 - 25.6.10 Matérialisation d'un domaine utilisateur (TDU)
- 25.7 Transformation d'attributs d'un type d'associations
 - 25.7.1 Transformation d'un attribut monovalué obligatoire en TE
 - 25.7.2 Transformation d'un attribut objet monovalué obligatoire en rôle
 - 25.7.3 Transformation d'une clé étrangère en rôle
 - 25.7.4 Transformation des autres catégories d'attributs
- 25.8 Transformations de types d'entités
 - 25.8.1 Transformation d'un TE en TA
 - 25.8.2 Transformation d'un TE en attribut
 - 25.8.3 Décomposition d'un TE
 - 25.8.4 Fusion de types d'entités
 - 25.8.5 Factorisation de composants de TE
 - 25.8.6 Assignation d'un identifiant technique à un TE
- 25.9 Transformation de relations is-a
 - 25.9.1 Transformation par matérialisation en TA
 - 25.9.2 Transformation par héritage descendant
 - 25.9.3 Transformation par héritage ascendant
 - 25.9.4 Traduction des autres aspects
 - 25.9.5 Disjonction de sous-types
 - 25.9.6 Couverture d'un surtype
 - 25.9.7 Partitionnement d'un surtype
 - 25.9.8 Transformation d'une répartition multiple

- 25.9.9 Transformation d'une hiérarchie à surtypes multiples
- 25.9.10 Autres transformations
- 25.10 Transformation de types d'associations
 - 25.10.1 Transformation d'un TA binaire en clé étrangère
 - 25.10.2 Transformation d'un TA en TE
 - 25.10.3 Transformation de TA 1:1 en relations is-a
 - 25.10.4 Remarque sur la transformation de TA 1:1
 - 25.10.5 Transformation d'un rôle multitypes
 - 25.10.6 Transformation d'un TA binaire en attribut objet 5
 - 25.10.7 Transformation d'un rôle en attribut objet
 - 25.10.8 Transformation d'un rôle en clé étrangère
 - 25.10.9 Réduction du degré d'un TA n-aire
 - 25.10.10 Décomposition d'un TA n-aire
- 25.11 Transformations relatives aux contraintes
 - 25.11.1 Contrainte de coexistence
 - 25.11.2 Contrainte d'implication
- 25.12 Pour en savoir plus
- 25.13 Références et bibliographie

ANNEXE 26 • CONCEPTION LOGIQUE D'UNE BASE DE DONNÉES RELATIONNELLE OBJET

- 26.1 Introduction
- 26.2 Le modèle logique relationnel objet
- 26.3 Types d'entités et identifiants
 - 26.3.1 Types d'entités
 - 26.3.2 Identifiants primaires
- 26.4 Représentation des attributs complexes
- 26.5 Représentation des types d'associations binaires
 - 26.5.1 Types d'associations un-à-plusieurs (1:N)
 - 26.5.2 Types d'associations un-à-un (1:1)
 - 26.5.3 Types d'associations plusieurs-à-plusieurs (N:N)
- 26.6 Représentation des types d'associations complexes
- 26.7 Représentation des relations is-a
 - 26.7.1 Les sous-types non disjoints
 - 26.7.2 Les hiérarchies multiples
 - 26.7.3 Les trois techniques de base
- 26.8 Compléments 17
- 26.9 Transformation d'un schéma conceptuel
 - 26.9.1 Choix des transformations privilégiées
 - 26.9.2 Construction du plan de transformation

- 26.10 Conception logique : un exemple
- 26.11 Que retenir ?
- 26.12 Pour en savoir plus
- 26.13 Exercices

ANNEXE 27 • APPLICATIONS AVANCÉES DES BASES DE DONNÉES

- 27.1 Introduction
- 27.2 Les structures ordonnées
- 27.3 Les bases de données actives
 - 27.3.1 Les contraintes d'intégrité statiques
 - 27.3.2 Les contraintes d'intégrité dynamiques
 - 27.3.3 Contrôle de la redondance
 - 27.3.4 Les alerteurs
 - 27.3.5 Personnalisation des comportements standard
 - 27.3.6 Intégration d'une règle de gestion dans la base de données
- 27.4 Les données temporelles
 - 27.4.1 Représentation des données temporelles
 - 27.4.2 Interrogation de données temporelles
 - 27.4.3 La projection temporelle 1
 - 27.4.4 La jointure temporelle
 - 27.4.5 Gestion des données historiques
- 27.5 La génération de code
 - 27.5.1 Migration de données
 - 27.5.2 Génération de migrateurs de données
 - 27.5.3 Génération de définitions de bases de données
 - 27.5.4 Génération de pages HTML
 - 27.5.5 Génération de documents XML
 - 27.5.6 Génération de générateurs de pages HTML ou de documents XML
- 27.6 Exercices
 - 27.6.1 Les structures ordonnées
 - 27.6.2 Les bases de données actives
 - 27.6.3 Les données temporelles
 - 27.6.4 La génération de code

ANNEXE 28 • INTRODUCTION À SQLFAST (ANNEXE SUPPRIMÉE)

- 28.1 L'environnement SQLfast
- 28.2 L'interface graphique SQLfast
 - 28.2.1 L'interface SQLfast
 - 28.2.2 Le support de sortie

28.2.3 3. La fenêtre de schéma

28.2.4 4. Les fenêtres de données

28.3 Installer SQLfast

28.4 Rédiger et exécuter un script SQLfast

28.5 Introduction au langage SQLfast

ANNEXE 29 • CONVENTIONS GRAPHIQUES DES MODÈLES

29.1 Introduction

29.2 Le modèle Entité-Association de base

29.3 Le modèle Entité-Association étendu

29.4 Le modèle logique relationnel

29.5 Le modèle logique relationnel objet

29.6 Le modèle physique relationnel

