



Bases de Données (CS443)

Cahier d'exercices (TD)

Table des matières

1 Conception : Schémas Entités/Associations et Schémas Relationnels	3
1.1 Schémas E/A	3
1.2 Traduction E/A vers modèle relationnel	3
2 Modèle relationnel : algèbre relationnelle	5
2.1 Compréhension du modèle relationnel	5
2.2 Interrogations en algèbre relationnelle	5
2.3 Un exo d'annales	6
3 Requêtes SQL simples et imbriquées	7
3.1 Interrogations simples en SQL	7
3.2 Requêtes imbriquées et ensemblistes	7
3.3 Si le temps le permet	8
4 Optimisation de requêtes – Dépendances fonctionnelles	10
4.1 Optimisation de requêtes	10
4.2 Dépendances fonctionnelles	11

TD 1

Conception : Schémas Entités/Associations et Schémas Relationnels

Ces exercices proviennent de l'équipe BD du département d'Informatique de l'Université Claude Bernard Lyon1, avec la permission de F. De Marchi.

1.1 Schémas E/A

EXERCICE #1 ► Pour l'ouper l'école - exercice préparé

A l'université, les enseignant.es (identifiés par PID) donnent des cours (CID). Un enseignant.e peut donner plusieurs cours; un cours est donné par exactement un enseignant.e. On précise le semestre (S4, S5, S6).

- Faites un premier schéma pour capturer les relations.
- Faites un deuxième schéma pour qu'un enseignant.e puisse redonner un même cours à un semestre différent.
- Faites un troisième schéma pour qu'un cours, le même semestre, ne soit affecté qu'à un seul enseignant.e. (donc des années différentes!).

EXERCICE #2 ► Ma petite entreprise - exercice préparé

Une entreprise stocke les informations sur ses employé.e.s. Ils ont un numéro de sécurité sociale qui les identifie, un salaire et un numéro de téléphone. Les départements de l'entreprise sont identifiés par leur numéro, possèdent un nom et un budget. Les employé.e.s peuvent avoir des enfants avec un nom et une date de naissance (on fera ici l'hypothèse qu'un seul parent travaille dans l'entreprise). Chaque employé.e. travaille dans des départements, chaque département est dirigé par un.e employé.e.

EXERCICE #3 ► Contraintes supplémentaires sur les schémas

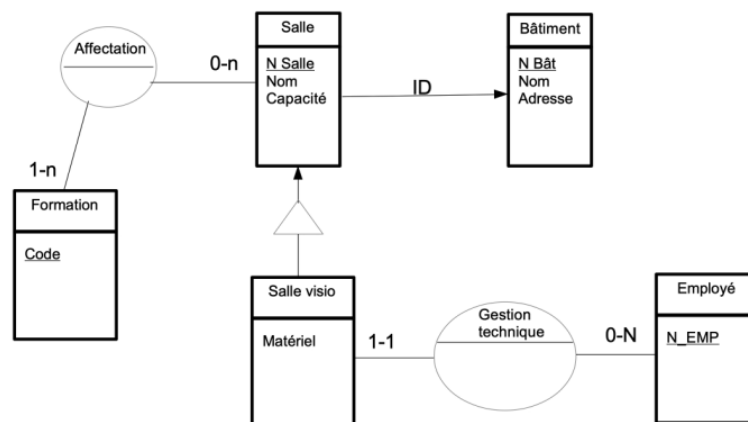
La même entreprise souhaite maintenant intégrer à la BD la gestion de ses projets. Chaque projet possède un numéro unique et une description, et est décomposé en différentes tâches numérotées. Les départements sont impliqués dans ces tâches, suivant un taux d'implication exprimé en pourcentage de la tâche (par exemple, le département X prend en charge 30% du projet Y). Chaque tâche a un chef parmi les employés, qui agit alors pour le compte d'un des départements dans lequel il est affecté. Naturellement, on souhaite que le département en question soit bien impliqué dans cette tâche.

- Modéliser en E/A. On ajoutera une notion d'inclusion d'association, non décrite dans le cours.
- On souhaite s'assurer que la somme des participations des départements à une tâche donnée n'est pas supérieure à 100%. Que faire de cette contrainte à cette étape? Par quels moyens pouvons-nous la garantir dans l'application finale?

1.2 Traduction E/A vers modèle relationnel

EXERCICE #4 ► Toujours à l'école - exercice préparé

Traduire ce schéma E/A vers un schéma relationnel.



EXERCICE #5 ► Le travail c'est la santé, ...

Traduisez le schéma final de l'entreprise en BD relationnelle. Listez les relations, soulignez les clés d'un trait plein, les clés étrangères en pointillé. Pour lever les ambiguïtés sur les clés étrangères, précisez à quelle relation fait référence chaque clé étrangère. Si des contraintes ne sont pas traduites, listez-les afin de ne pas les perdre pour la suite.

TD 2

Modèle relationnel : algèbre relationnelle

Sources Sujet en partie inspiré de Univ Lille, Univ Lyon, avec l'autorisation aimable des auteur·ice·s.

Remarque Remarquer l'orthographe de l'adjectif *relationnel* (qui prend deux 'n'). Remarquer l'accord dans "modèle relationnel" et dans "algèbre relationnelle".

2.1 Compréhension du modèle relationnel

EXERCICE #1 ► Vocabulaire

Soit le schéma de relation NOTE(N_ET, CODE, DATEEXAM, VALEUR), pour laquelle on fournit une instance :

N ET	CODE	DATEEXAM	VALEUR
3	BD	11/09/2000	12
5	PROG	11/09/2000	8
13	BD	11/09/2000	15
3	PROG	11/09/2000	8
13	BD	05/06/2000	6
5	PROG	06/06/2000	4
13	PROG	11/09/2000	9
2	BD	11/09/2000	12

- Quelle est l'arité et la cardinalité de la relation NOTE?
- Peut-on ajouter les n-uplets suivants?

5	PROG	06/06/2000	4
8	BD	06/06/2000	4
13	BD	05/06/2000	9

2.2 Interrogations en algèbre relationnelle

EXERCICE #2 ► Avec modération

Soit la base de donnée sur les schémas de relations suivants, représentée à la Figure 2.2.

- Commandes = (Num, Cnom, Pnom, Qte);
- Fournisseurs = (Fnom, Status, Ville);
- Produits = (Pnom, Fnom, Prix).

Donner une expression en algèbre relationnelle des requêtes ci-après. Par exemple, pour obtenir les villes des fournisseurs de Cornas, on peut utiliser la requête suivante : $\pi_{ville}(\text{Fournisseurs} \bowtie \sigma_{PNom='Cornas'}(\text{Produits}))$.

1. Donner toutes les commandes.
2. Donner les noms des produits commandés.
3. Donner les noms des produits commandés par Jean.
4. Donner les noms de fournisseurs de Bordeaux ou de Cornas vendus à un prix inférieur à 10e.
5. Donner les noms des produits dont le nom est le même que le nom d'un fournisseur.
6. Donner le nom, le prix et les fournisseurs potentiels des produits commandés par Jean.
7. Donner les paires de fournisseurs qui habitent dans la même ville. Idem sans doublons, c-à-d, on retourne soit $\{(Vini, BonVin)\}$ soit $\{(BonVin, Vini)\}$ mais pas les deux.
8. Donner les noms des produits qui coûtent plus de 15e ou qui sont commandés par Jean.
9. Donner les noms des produits qui n'ont pas été commandés.
10. Donner les noms des produits commandés au moins une fois en quantité supérieure à 10 et dont le prix est inférieur à 15e chez au moins un fournisseur.

commandes	Num	Cnom	Pnom	Qte	fournisseurs	Fnom	Status	Ville
	1535	Jean	Cornas	6		Vini	SARL	Dijon
	1854	Jean	Bordeaux	20		BonVin	SA	Dijon
	1254	Paul	Chablis	20		Chapoutier	SA	Valence
	1259	Paul	Chablis	25		SaV	Association	Antraïgues
	1596	Paul	Cornas	12				
			produits	Pnom		Fnom	Prix	
				Cornas		BonVin	20	
				Cornas		Chapoutier	18	
				Bordeaux		Vini	8.2	
				Boudes		Vini	4.3	
				Bordeaux		Chapoutier	18.5	
				Chapoutier		Chapoutier	5.1	
				Chablis		Chapoutier	5	

FIGURE 2.1 – BD Vins

11. Donner les noms des produits qui sont fournis par tous les fournisseurs.
12. Donner les noms des produits les plus chers.

2.3 Un exo d'annales

On considère la BD suivante de stocks de vélos dans un magasin de réparation :

	idV	étatV	annéeService	idV	idT	dateR	duréeR
VÉLOS	(idV, étatV, annéeService)			1	123	2020/06/01	60
RÉPARER	(#idV, #idT, dateR, duréeR)			1	456	2020/07/12	30
				2	123	2020/09/15	75
				2	789	2020/09/15	20
				4	789	2020/10/21	30

Table VÉLOS

Table RÉPARER

On rappelle que les requêtes en algèbre relationnelle utilisent les opérateurs de projection (π), sélection (σ) et renommage (ρ), ainsi que (des variantes de) jointure ($\bowtie$), et enfin les opérations ensemblistes classiques.

EXERCICE #3 ► Résultat de requêtes

Décrire en français le résultat attendu des requêtes suivantes :

1. $\Pi_{\text{étatV}}(\sigma_{\text{annéeService} < 2020}(\text{VÉLOS}))$
2. $\rho_{\text{vélosOK/idV}}(\sigma_{\text{étatV} = \text{'bon'}}(\Pi_{\text{idV}}(\text{VÉLOS})))$
3. $\Pi_{\text{idV}, \text{annéeService}, \text{dateR}}(\sigma_{\text{étatV} = \text{'cassé'}}(\text{RÉPARER} \bowtie_{\text{idV}} \text{VÉLOS}))$

EXERCICE #4 ► Requêtes (construction)

Construire des requêtes pour répondre aux questions suivantes :

1. Identifiants des vélos en bon état ou mis en service après 2019
2. Dates de réparation des vélos mis en service en 2019
3. Identifiant et année des vélos qui ne sont pas en bon état ou qui ont été réparés plus de 60 min.
4. Identifiants des vélos qui n'ont jamais été réparés
5. Identifiants des vélos mis en service la même année que le vélo 2
6. Paire de vélos réparés par la même technicienne

TD 3

Requêtes SQL simples et imbriquées

Sources

Univ Lille, Univ Lyon, avec l'autorisation aimable des auteur·ice·s des sujets.

3.1 Interrogations simples en SQL

EXERCICE #1 ► Veni vidi vici

On reprend l'exercice "avec modération" du TD précédent, cette fois en SQL.

1. Réaliser les requêtes 4, 7, 9 en SQL
2. On souhaite répondre à la question : "donner le nom des fournisseurs qui fournissent des vins rouges et des vins blancs". Expliquer pourquoi la requête suivante :

```
select fnom
from catalogues
  join produits using (pnom)
where couleur in ('Rouge') AND couleur in ('Blanc');
```

ne répond pas à la question. Proposer une correction (on pourra utiliser intersect).

3.2 Requêtes imbriquées et ensemblistes

Ce jeu de données décrit les événements (incidents et accidents) liés à un site nucléaire. La relation Départements représente les départements par leur numéro et leur nom (e.g., 26 et Drôme). La relation SITESNUCLÉAIRES stocke les sites nucléaires, notamment leur nom, le nombre de réacteurs, la puissance et le numéro du département. La relation TypesEvénements représente les types d'événements (e.g., incendie, contamination, fuite d'uranium). Enfin la relation Événements définit des événements : nom du site concerné, type d'événement, date, niveau de gravité sur l'échelle INES et description. Le schéma relationnel est montré à la Figure 3.1.

DÉPARTEMENTS	(<u>numD</u> , nomD)
SITESNUCLÉAIRES	(nomS, nbRéacteurs, puissance, #numD)
TYPESEVÉNEMENTS	(idT, labelT)
ÉVÉNEMENTS	(# <u>nomS</u> , # <u>idT</u> , <u>dateE</u> , niveau, description)

FIGURE 3.1 – Schéma

EXERCICE #2 ► Comprendre le schéma relationnel

Répondre en justifiant aux questions suivantes :

1. Un site nucléaire peut-il s'étendre sur plusieurs départements?
2. Un site nucléaire peut-il subir des événements de même type?
3. Un site nucléaire peut-il subir plusieurs événements de même type pendant la même journée?

EXERCICE #3 ► Écrire des requêtes en SQL

Traduire les requêtes suivantes en SQL :

1. Le nom des sites qui ont subi un événement il y a moins de 1 an et au moins un événement dont la description contient le terme déchets (voir les fonctions `curdate` et `datediff`)
2. Avec une sous-requête scalaire : les informations sur les sites qui ont une puissance supérieure à celle du site Tricastou.
3. Avec une sous-requête `in` : les informations sur les sites qui ont subi un événement de niveau 4 ou plus
4. Le nom des sites qui ont 6 réacteurs ou dont l'un des événements contient le terme 'Fukushima' dans leur description
5. Avec une sous-requête `any` : les sites dont le nombre de réacteurs est supérieur à celui d'au moins un site de l'Ain
6. Avec une sous-requête `all` : les types d'événements dont le niveau de gravité est inférieur à tous ceux de type fusion d'uranium
7. Avec une sous-requête `not in` : les départements qui n'ont pas d'événement en 2022
8. Avec une sous-requête `not exists` : les départements qui n'ont pas d'événement en 2022
9. Avec un opérateur ensembliste : les départements qui n'ont pas d'événement en 2022

3.3 Si le temps le permet

EXERCICE #4 ► Vidéo Club

On fournit en annexe une construction de base de données `sql` du siècle dernier. Comprendre la construction de la base puis écrire des/les requêtes SQL permettant d'obtenir les résultats suivants :

1. Tuples de la table 'film'
2. Nom et Prénom des abonnés. On affiche le résultat sur 1 colonne contenant le nom et le prénom. Pour cela, on a besoin de la concaténation sur les chaînes `||`. On affichera tout en majuscule (opérateur `upper`). Trouver un libellé correct pour la colonne.
3. Titres des film antérieures à 2005.
4. Titres des film parus entre 2005 et 2010, triés par ordre alphabétique.
5. Film dont le titre commence par 'p'.
6. Film dont le titre contient 'se'.
7. Libellé des catégories dont font partie les films présents dans la base. (Eviter les doublons)
8. Nombre de catégories différentes dont font partie les films présents dans la base. On donnera un libellé correct au résultat.
9. Nombre de films par catégorie.
10. Nombre moyen d'emprunts par abonné (2 requêtes).
11. Titres des films classés dans la catégorie 'Drame'.
12. Titres et années des films de Tim Burton.
13. Nombre de films réalisés par Clint Eastwood.
14. Numéro des films de Woody Allen avec pour chaque film, le nombre de dvds correspondant.
15. Numéro des films dont on possède plusieurs dvd dans la base.
16. Numéro des films avec le nombre de dvd correspondant qu'on possède.
17. Noms et prénoms des abonnés ayant emprunté 'Pulp Fiction'.
18. Liste des films des catégories 'Drame' et 'Action'.
19. Liste des films empruntés par Marie Dupont.
20. Liste des films n'ayant jamais été empruntés.
21. Titre des films de Woody Allen de la categorie 'Drame'.

BD videoclub

```
CREATE TABLE abonne (
  nab integer NOT NULL,
  nomab varchar(40) NOT NULL default '',
  prenomab varchar(40) NOT NULL default '',
  PRIMARY KEY (nab)
);

--Contenu de la table abonne
INSERT INTO abonne VALUES (1, 'Dupont', 'Marie');
--cut cut

--Structure de la table categorie
create table categorie (
  ncat integer NOT NULL,
  libelle varchar(15) not null,
  PRIMARY KEY (ncat)
);

--Contenu de la table categorie
INSERT INTO categorie VALUES (1, 'Dessin_Anime');
INSERT INTO categorie VALUES (2, 'Action');
--cutcut

--Structure de la table film
CREATE TABLE film (
  nfilm integer NOT NULL,
  titre varchar(70) NOT NULL default '',
  anneeProduction integer,
  realiseur varchar(70),
  ncat integer constraint ncat references categorie(ncat),
  PRIMARY KEY (nfilm)
);

--Contenu de la table film
INSERT INTO film VALUES (1, 'Good_Morning_England', 2009, 'Richard_Curtis', 3);
INSERT INTO film VALUES (2, 'La-Haut', 2009, 'Pete_Docter', 1);

--Structure de la table dvd
CREATE TABLE dvd (
  ndvd integer NOT NULL,
  anneeAchat integer,
  moisAchat integer,
  nfilm integer constraint nfilm references film(nfilm),
  PRIMARY KEY (ndvd)
);
INSERT INTO dvd VALUES (1, 2009, 3, 1);
INSERT INTO dvd VALUES (2, 2009, 3, 1);

--
CREATE TABLE emprunt (
  nab integer NOT NULL constraint nab references abonne(nab),
  ndvd integer NOT NULL constraint ndvd references dvd(ndvd),
  datedeb date NOT NULL,
  datefin date,
  PRIMARY KEY (nab,ndvd,datedeb)
);

--Contenu de la table emprunt
INSERT INTO emprunt VALUES (1, 1, '2009-04-01', '2009-04-04');
INSERT INTO emprunt VALUES (6, 3, '2009-08-22', '2009-08-24');
```

TD 4

Optimisation de requêtes – Dépendances fonctionnelles

Sources d'après des ressources de TD d'IUT2.

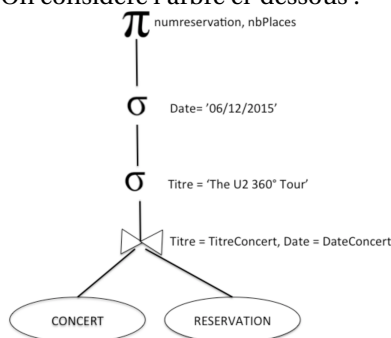
4.1 Optimisation de requêtes

Le schéma relationnel suivant permet de gérer les concerts, les salles de concert et la vente de billets :

- *Concert* (Titre, Date, Chanteur, SalleID) Un concert est caractérisé par son titre, la date à laquelle il est programmé, le nom du chanteur, ainsi que l'identifiant de la salle correspondante.
- *Salle* (SalleID, Nom, Adresse, Capacité) Une salle est caractérisée par son identifiant, son nom, son adresse ainsi que sa capacité maximale.
- *Billet* (BilletID, NumPlace, Prix, numreservation) Un billet est caractérisé par son identifiant, le numéro de la place réservée par ce billet, son prix, ainsi que le numéro de réservation associée.
- *Reservation* (numreservation, dateReservation, nom, prenom, titreconcert, dateconcert, nbpers) Une réservation comporte un numéro de réservation, une date de réservation, est effectuée par une personne dont on conserve le nom et le prénom, concerne un concert identifié par son titre et sa date. Finalement, une réservation concerne un certain nombre de personnes.
- *Client*(nomClient, prenomClient, telephone, adresse) On conserve le nom, prénom, numéro de téléphone et adresse de chaque client. Le nom et le prénom permettent d'identifier un client.

EXERCICE #1 ► Analyse d'un arbre algébrique

On considère l'arbre ci-dessous :



- À quelle requête correspond cet arbre? Vous donnerez la requête en langue naturelle et en SQL.
- Proposez un arbre "optimisé".
- Expliquer avec vos propres mots, quelles sont les règles à suivre pour optimiser un arbre algébrique.

EXERCICE #2 ► Optimisons

- Donnez un arbre algébrique optimisé pour la requête suivante :

```
SELECT nom, adresse FROM salle S, concert C
WHERE S.salleID = C.SalleID AND date = '15/06/2016'
AND Titre = 'Maitre Gims en tournée' AND adresse LIKE '%Grenoble%';
```
- Donnez un arbre algébrique optimisé pour la requête suivante : "Nom et prénom des clients qui ont réservé une place pour un concert qui a lieu le jour même, et date, titre et chanteur du concert concerné"
- Donnez un arbre algébrique optimisé pour la requête suivante : "Nom, prénom, téléphone, adresse, numéro de place et prix des places réservées par le client Paul Durant"

4.2 Dépendances fonctionnelles

La notion de dépendance fonctionnelle (DF) permet de caractériser, détecter, capturer la redondance d'une base de données.

Définitions

- (DF) On dit qu'une relation r satisfait $X \rightarrow Y$, noté $r \models X \rightarrow Y$ ssi pour toute valeur de X dans r , on trouve une seule valeur de Y .
- La 3ième forme normale (3FN) accepte certaines dépendances $X \rightarrow A$ avec X qui n'est pas une clé, uniquement si A est un attribut d'une clé minimale.

EXERCICE #3 ► Encore des cours

On considère le schéma relationnel R défini sur les attributs suivants : C : cours, P : professeur-e, H : heure, S : salle, E : étudiant-e, N : note.

$R(c, p, h, s, e, n)$ a pour signification que le cours c est fait par le-a professeur-e p à l'heure h dans la salle s et est suivi par l'étudiant-e e qui a reçu la note n . Une analyse de la situation nous fournit un ensemble initial F de dépendances fonctionnelles :

$$C \rightarrow P \quad H, S \rightarrow C \quad H, P \rightarrow S \quad C, E \rightarrow N \quad H, E \rightarrow S$$

1. Justifier que H, E est l'unique clé.
2. R est-elle en troisième forme normale?
3. On décompose la relation R en quatre relations : $R_1(C, E, N)$ $R_2(C, P)$ $R_3(C, H, S)$ $R_4(C, H, E)$ Pour chacune de ces relations, donner sa clé et sa forme normale. Quel est l'inconvénient de cette décomposition?

EXERCICE #4 ► Animation

Un centre aéré souhaite créer sa base de données afin de gérer ses activités et ses animateurs. Pour cela, on crée la relation :

$$R(\text{NoE}, \text{NomE}, \text{PreE}, \text{NoG}, \text{NomG}, \text{NomA}, \text{Jour}, \text{NoAc}, \text{TypeAc})$$

Un n -uplet (noe , nome , pree , nog , nomg , noma , jour , noac , typeac) signifie que l'enfant de numéro noe , de nom nome et de prénom pree , appartient au groupe de numéro nog , de nom nomg encadré par l'animateur-ice de nom noma . Ce groupe participe le jour jour à l'activité de numéro noac qui est de type typeac (football, danse, bricolage, ...).

Une analyse de la situation nous fournit un ensemble initial F de dépendances fonctionnelles :

$$\begin{array}{lll} \text{NoE} \rightarrow \text{NomE} & \text{NoE} \rightarrow \text{NomA} & \text{NoG}, \text{Jour} \rightarrow \text{NoAc} \\ \text{NoE} \rightarrow \text{PreE} & \text{NoG} \rightarrow \text{NomG} & \text{NoE}, \text{Jour} \rightarrow \text{NomG} \\ \text{NoE} \rightarrow \text{NoG} & \text{NoG} \rightarrow \text{NomA} & \text{NoAc} \rightarrow \text{TypeAc} \\ \text{NoAc}, \text{NomA} \rightarrow \text{TypeAc} \end{array}$$

1. Dessiner le graphe de ces DF initiales.
2. En vous aidant du graphe obtenu en question 1, trouver les dépendances fonctionnelles non élémentaires.
3. En vous aidant du graphe obtenu en question 1, trouver une couverture minimale F' de F (conseil : cela revient à éliminer les DF redondantes).
4. Dessiner le graphe des dépendances fonctionnelles de F' .
5. Trouver la ou les clés de R . Donner la forme normale de R .
6. Soit la décomposition suivante : $R_1(\text{NoAc}, \text{TypeAc})$; $R_2(\text{NoG}, \text{Jour}, \text{NoAc})$; $R_3(\text{NoE}, \text{NomE}, \text{PreE}, \text{NoG}, \text{NomG}, \text{NomA})$
Que pensez-vous de cette décomposition? Y-a-t-il perte d'informations? Y-a-t-il perte de dépendance fonctionnelle? Quelle est la forme normale de chaque relation? Justifier.
7. Proposer une décomposition de R en troisième forme normale, qui préserve l'information et les dépendances fonctionnelles.