



## Bases de données relationnelles I32

---

- Intervenants :
  - Elisabeth Muriasco (16h cours - 14h TD)
  - Valentin Lefort et Dominique Francisci, socio professionnels (30h TP – 3 groupes)

1



## Bibliographie

---

- Serge Abiteboul, <https://abiteboul.com/teaching.html>
- C. J. Date, *Introduction aux bases de données*, Vuibert, 2001
- H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, *Database Systems: the Complete Book*, Computer Science Press, 2002
- G. Gardarin, Supports de cours Bases de données, <http://georges.gardarin.free.fr/>

2



## Deux parties

---

- Partie I (L2)
  - fonctionnalités, modèle et langage
  - Conception
- Partie II (L3)
  - Aspects plus techniques (index, optimisation, concurrence)

3



## Plan partie I

---

- Introduction
- Le modèle relationnel
- L'algèbre relationnelle
- Le langage SQL
- Le modèle entité association et le modèle relationnel
- Les vues – les déclencheurs

4



# Introduction

---

5



## Un exemple de Base de données relationnelles

---

nss	nom	prénom	ville	PERSONNE
2 83 ...	Aubert	Manon	Toulon	
1 13 ...	Coti	Quentin	Nice	

numV	marque	désignation	Date	VOITURE
47 AKA 83	Renault	Twingo	3/9/07	
234 XX 13	Citroën	C3	23/10/02	

nss	numV	dateAchat	POSSESSION
2 83 ...	47 AKA 83	2/1/8	

6

## Une BD renseigne sur

- Des faits élémentaires  
→ La personne de numéro de sécurité sociale 2 83... s'appelle *Aubert*
- Des propriétés  
→ Une personne n'a qu'un numéro de sécurité sociale, qu'un nom, qu'un prénom, elle n'habite qu'une ville. Elle peut posséder plusieurs voitures.
- Des événements  
→ Manon Aubert achète une voiture

7

## Un exemple de requête

```
SELECT nss, nom
FROM   Personne
WHERE  ville='Toulon'
```

PERSONNE

nss	nom	prénom	ville
2 83 ...	Aubert	Manon	Toulon
1 13 ...	Coti	Quentin	Nice

8

## Autre requête

```
SELECT nom
FROM   Personne, Possession
WHERE  Personne.nss= Possession.nss
```

PERSONNE

nss	nom	prénom	ville
2 83 ...	Aubert	Manon	Toulon
1 13 ...	Coti	Quentin	Nice

POSSESSION


nss	numV	dateAchat
2 83 ...	47 AKA 83	2/1/8

9

## Qu'est ce qu'une base de données (BD) ?

- Une BD est un ensemble d'informations
  - structurées représentant des objets d'une partie du « monde réel »
  - pour que s'applique le traitement des diverses applications prévues pour elles
  - satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de façon sélective en un temps opportun
- Un *système de gestion de bases de données* (SGBD) est un ensemble de logiciels spécialisés dans la gestion d'une BD et en particulier dans la manipulation des données

10



## Qu'est ce qu'une base de données (BD) ?

---

- L'étude des BD recouvre globalement 3 aspects complémentaires
  - L'architecture du SGBD et la description technique de ses composants
  - Les langages permettant d'interagir avec la BD (manipulation)
  - La modélisation : conception et mise en place d'une BD
- **Bases de données relationnelles**

11



## Exemples d'applications

---

- Gestion (personnels, stocks, . . . )
- Transactionnel (comptes, centrales d'achat, . . . )
- Réservations (avions, trains, . . . )
  
- Librairie et commerce électroniques (bibliothèques, journaux, web, . . . )
- Multimédia (textes, images, son, vidéo, . . . )
- Géographique (cartes routières, thématiques, . . . )
- Génie Logiciel (programmes, manuels, . . . )

12

## Avantages

- Partager les données entre plusieurs utilisateurs
- Eviter les redondances et les incohérences
  - par rapport à une approche où les données seraient réparties dans différents fichiers sans liens entre eux
- Proposer des langages de haut niveau pour la définition et la manipulation des données
  - Le langage de BDR le plus connu est SQL (Structured Query Language)
  - Création, interrogation (langage de requêtes), manipulation
    - *Insérer le produit de référence X34TY dont le prix est 12,45 euros*
    - *Augmenter les prix compris entre 5 et 10 euros de 10%*
    - *Chercher les produits en commande*
    - *Prix moyen des achats du mois de décembre*
  - Il peut être utilisé seul ou dans un langage hôte(C, Java, python...)

13

## Avantages

- Contrôler l'intégrité, la sécurité et la confidentialité des données
  - Les contraintes d'intégrité concernant les données de la BD doivent être vérifiées tout au long de la vie de la BD
  - Lors d'une panne logicielle ou matérielle, la BD doit être restaurée dans un état cohérent
  - La confidentialité concerne les droits d'accès des utilisateurs
- Accès concurrents
  - Plusieurs utilisateurs doivent pouvoir accéder en même temps aux mêmes données
  - Gestion des conflits
  - Notion de transaction (unité de traitement)
- Efficacité des accès aux données
- Assurer l'indépendance entre les données et les traitements

14

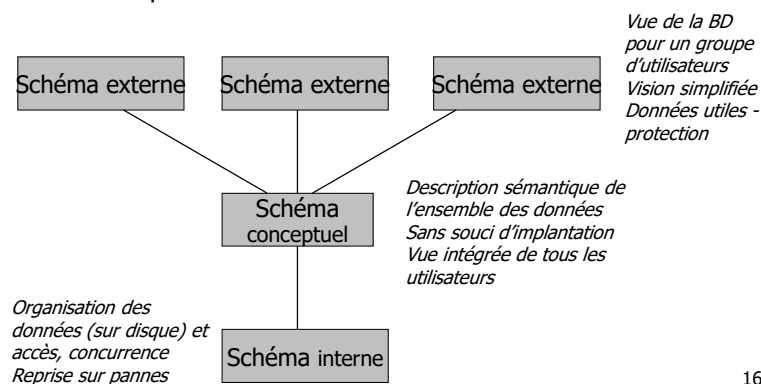
## Traitement d'une requête

- Analyse syntaxique
- Optimisation
  - Génération d'une requête/d'un programme optimisé(e)
  - à partir de la connaissance de la structure des données, de l'existence d'index, de statistiques sur les données
- Contrôles / Exécution
  - Sécurité, confidentialité, concurrence, intégrité
- Réponse

15

## Modèle ANSI-SPARC (1975)

- Trois niveaux d'abstraction
  - Assurer l'indépendance entre les données et les traitements



16



# Modèle conceptuel : un exemple en relationnel

PERSONNE (nss: texte, nom: texte, prénom: texte, ville: texte)  
VOITURE (numV: texte, marque: texte, désignation: texte, année: Date)  
POSSESSION (#nss: texte, #numV: texte, DateAchat: Date)

PERSONNE			
nss	nom	prénom	ville
2 83 ...	Aubert	Manon	Toulon
1 13 ...	Coti	Quentin	Nice

POSSESSION		
nss	numV	dateAchat
2 83 ...	47 AKA 83	2/1/8

VOITURE			
numV	marque	désignation	Date
47 AKA 83	Renault	Twingo	3/9/2007
234 XX 13	Citroën	C3	23/10/2002

17

# Historique – modèles conceptuels

- < 60 S.G.F. (e.g. COBOL)
- 1<sup>ère</sup> génération
  - hiérarchique (IMS IBM) et réseau (CODASYL)
- 2<sup>ème</sup> génération – Années 70
  - Relationnel et entité association
- 3<sup>ème</sup> génération – Années 80 et 90
  - Orienté objet puis Objet-relationnel et UML
- 4<sup>ème</sup> génération – Années 2000
  - XML
- Et maintenant NoSQL ?

Ensemble de concepts et de moyens pour agencer ces concepts pour représenter des objets du monde réel

18

## Architecture d'un SGBD

- **Architecture centralisée**
  - Des BD → le SGBD → applications → utilisateurs
- **Architecture client serveur**
  - Des BD → le SGBD (partie serveur)
  - Un réseau
  - Le SGBD (partie client) → applications → utilisateurs
- **Architecture trois tiers**
  - Clients de présentation
  - Serveur d'application
  - Serveur de données (BD → SGBD)

19

## Qui intervient sur une BD et pourquoi ?

- **Administrateur**
  - Définition du schéma conceptuel et de son évolution
  - Gestion des droits d'accès, de la sécurité
  - Optimisation des performances
- **Les programmeurs d'application**
  - Définition des schémas externes et des programmes d'application
- **Les utilisateurs finaux**
  - Exploitation de la BD via les programmes d'applications ou un langage de requêtes

20



## Le modèle relationnel

---

21



## Généralités

---

- Proposé par E. F. Codd d'IBM à la fin des années soixante
- Succès
  - Simplicité
  - Ses fondements – Théorie des ensembles
- Des produits commerciaux
  - DB2 IBM, Oracle, Sybase, Access ou SQL-Server de Microsoft, PostgreSQL

22

## Définition

- Une BD relationnelle est constituée
  - d'un ensemble de domaines
  - d'un ensemble de relations
  - d'un ensemble de contraintes d'intégrité

23

## Exemple Vision relationnelle

Gestion du placement de vacanciers dans un camping ainsi que la location de sports

```
Emplacement(numE, surface, nbPersMax, typeEmpl)
Sport(nomS, UniteLocation, TarifUnite)
Sejour(num, nomClient, DebSejour, FinSejour nbPers, #numE)
Location(#num, #nomS, date, nbreUnites)
```

- La relation **Emplacement** décrit les caractéristiques des emplacements  
Chaque emplacement est identifié par un numéro, a une surface, n'accepte qu'un nombre maximum de personnes et est d'un certain type
- La relation **Sport** décrit les sports proposés aux vacanciers  
Chaque sport est proposé à un certain tarif à l'unité de location
- La relation **Sejour** décrit les clients.  
A chaque groupe accueilli au camping, on associe un numéro, on note le nom d'un des clients du groupe, les dates de début et de fin de séjour, le nombre de personnes concernées et le numéro d'emplacement où ce groupe a été installé.
- La relation **Location** décrit les sports choisis par les vacanciers

24

# Exemple Vision tabulaire

EMPLACEMENT			
numE	Surface	nbrePersMax	TypeEmpl
1	12	4	tente
2	12	4	tente
3	15	6	tente
4	20	8	tente
15	14	4	caravane
16	16	6	caravane
17	19	6	caravane
33	16	4	caravane
34	16	4	camping-car
58	30	4	camping-car
59	36	4	bungalow
60	50	5	bungalow
61	60	6	bungalow

SPORT		
nomS	UniteLoc	TarifUnite
tennis	1 heure	6
VTT	1/2 journée	7,5
planche-voile	1 journée	11,5
canoë	2 heures	3,75
pétanques	2 heures	2

SEJOUR					
num	nomClient	DebSejour	FinSejour	nbPers	NumE
1	Merle	01/07/2003	15/07/2003	3	4
2	Poussin	01/07/2003	10/07/2003	4	2
3	Rosignol	01/07/2003	10/07/2003	5	17
4	Canaris	02/07/2003	09/07/2003	2	34
5	Plaf	02/07/2003	21/07/2003	2	1
6	Rose	05/01/2003	20/07/2003	6	60

LOCATION			
num	nomS	Date	nbreUnites
3	tennis	03/07/2003	1
5	canoë	03/07/2003	2
5	tennis	04/07/2003	1
3	VTT	05/07/2003	2
1	tennis	11/07/2003	2

25

## Domaines

- Un *domaine* est un ensemble de valeurs atomiques
- Domaines prédéfinis :
  - l'ensemble des chaînes de caractères (texte),
  - l'ensemble des nombres entiers (entier),
  - l'ensemble des booléens {vrai, faux}
  - l'ensemble des dates

26

## Relation

- Une relation  $R$  est un sous-ensemble du produit cartésien de  $n$  domaines  $D_1, \dots, D_n$ 
  - $D_1 = \{\text{BLEU, BLANC, ROUGE}\}$
  - $D_2 = \{\text{faux, vrai}\}$

$D_1 \times D_2$	
COULEUR	BOOLEEN
BLEU	vrai
BLEU	faux
BLANC	vrai
BLANC	faux
ROUGE	vrai
ROUGE	faux



$CIEL$	
COULEUR	BOOLEEN
BLEU	vrai
BLANC	vrai
ROUGE	faux

- ✓  $R$  est représentée sous forme d'une **table**
- ✓ L'ordre des colonnes ou des lignes n'a pas d'importance
- ✓ Les colonnes sont distinguées par les noms d'attributs
- ✓ Chaque ligne représente un élément de l'ensemble  $R$  (un nuplet)
- ✓ Un attribut peut apparaître dans plusieurs relations.

27

## Relation (définition en intention)

- Le schéma d'une relation  $R$  est défini par
  - le nom de la relation
  - la liste de ses attributs avec pour chaque attribut son domaine
    - $R(A_1 : D_1, \dots, A_n : D_n)$

$CIEL(Couleur:D_1, Booleen: D_2)$

$CIEL(Couleur, Booleen)$

- $R$  nom
- $A_i$  attribut
  - il prend ses valeurs dans le domaine  $D_i$
  - permet d'interpréter une colonne
  - plusieurs attributs peuvent avoir le même domaine
  - dans un même schéma de relation, les noms d'attributs doivent être différents

28

# Relations (extension)

- L'extension d'une relation de schéma  
 $R(A_1 : D_1, \dots, A_n : D_n)$   
est un ensemble de n-uplets  
 $(v_1, \dots, v_n)$   
(dans un ordre quelconque), tel  
que chaque  $v_i$  appartient à  $D_i$
- L'extension d'une relation est  
variable au cours de la vie d'une  
BD
- Il ne peut y avoir deux n-uplets  
identiques dans une extension

CIEL	
COULEUR	BOOLEEN
BLEU	vrai
BLANC	vrai
ROUGE	faux

29

# Notion de clé (1)

- Une relation est un ensemble
  - Un ensemble ne contient jamais deux éléments identiques
  - Une relation ne peut contenir deux nuplets identiques
- Notion de clé
  - Ensemble minimal d'attributs tels que leurs valeurs assurent l'unicité d'un nuplet dans la relation (on parle de contrainte d'unicité)
  - Aucun attribut de la clé ne peut être supprimé sans détruire la propriété précédente

30

## Notion de clé (2)

- Une relation peut avoir plusieurs clés candidates, l'une est choisie comme clé primaire

Sejour(num, nomClient, DebSejour, FinSejour, nbPers, numE)

Emplacement(numE, surface, nbPersMax, typeEmpl)

Sport(nomS, UniteLocation, TarifUnite)

Location(num, nomS, date, nbreUnites)

31

## Contrainte référentielle

- Expression de liens obligatoires entre relations
  - Notion de clé étrangère
  - Essentielle pour les mises à jour
- Contrainte d'intégrité
  - sur une relation R1
  - Impose que la valeur d'un groupe d'attributs apparaisse comme valeur de clé dans une autre relation R2

Sejour(num, nomClient, DebSejour, FinSejour, nbPers, **#numE**)

Emplacement(numE, surface, nbPersMax, typeEmpl)

→ Un séjour (num) ne peut avoir lieu que sur un numéro d'emplacement (numE)

→ R1 Sejour, R2 Emplacement, le groupe d'attribut réduit à un seul attribut est numE

32





## Valeur nulle

---

- Un attribut peut avoir une valeur inconnue
  - Valeur conventionnelle introduite dans une relation pour représenter une information inconnue
- Une clé ne peut jamais être la valeur nulle (intégrité d'entité)

33



## Contrainte de domaine

---

- Contrainte d'intégrité imposant que les valeurs d'un attribut dans une relation vérifie une assertion logique
  - Appartenance à une plage de valeurs ou à une liste de valeurs

34

## Contraintes d'intégrité

- Contrainte d'unicité (de la clé de chaque relation)
- L'intégrité d'entité (valeur nulle)
- L'intégrité référentielle
- Les contraintes de domaines

35

## Résumé : le camping

```
Sejour(num, nomClient, DebSejour, FinSejour, nbPers, #numE)
Emplacement(numE, surface, nbPersMax, typeEmpl)
Sport(nomS, UniteLocation, TarifUnite)
Location(#num, #nomS, date, nbreUnites)
```

### → Exemple de domaine et de schéma de relation

```
Types={tente, caravane, camping-car, bungalow}
Emplacement(numE : entier, surface : entier,
             nbPersMax : entier, typeEmpl: Types)
```

### → Exemple de clés

```
Location(#num, #nomS, date, nbreUnites)
```

- Un séjour ne peut louer qu'un des sports proposés par le camping
- Un sport ne peut être loué que par des clients du camping
- Un même client peut faire le même sport tous les jours

### → Exemple de valeur nulle : la surface d'un emplacement

### → Exemple de contrainte de domaine $1 \leq \text{NbPersMax} \leq 10$

36



# Vision tabulaire

EMPLACEMENT			
numE	Surface	nbrePersMax	TypeEmpl
1	12	4	tente
2	12	4	tente
3	15	6	tente
4	20	8	tente
15	14	4	caravane
16	16	6	caravane
17	19	6	caravane
33	16	4	caravane
34	16	4	camping-car
58	30	4	camping-car
59	36	4	bungalow
60	50	5	bungalow
61	60	6	bungalow

SPORT		
nomS	UniteLoc	TarifUnite
tennis	1 heure	6
VTT	1/2 journée	7,5
planche-voile	1 journée	11,5
canoë	2 heures	3,75
pétanques	2 heures	2

SEJOUR					
num	nomClient	DebSejour	FinSejour	nbPers	NumE
1	Merle	01/07/2003	15/07/2003	3	4
2	Poussin	01/07/2003	10/07/2003	4	2
3	Rossignol	01/07/2003	10/07/2003	5	17
4	Canaris	02/07/2003	09/07/2003	2	34
5	Plaf	02/07/2003	21/07/2003	2	1
6	Rose	05/01/2003	20/07/2003	6	60

LOCATION			
num	nomS	Date	nbreUnites
3	tennis	03/07/2003	1
5	canoë	03/07/2003	2
5	tennis	04/07/2003	1
3	VTT	05/07/2003	2
1	tennis	11/07/2003	2