

SYSTEMES D'INFORMATION ET BASES DE DONNÉES RELATIONNELLES

L3 MIASHS-IDS

Fadila Bentayeb

Organisation du cours

- 21 H CM et 17,5 H TD
- Evaluation
 - Epreuve écrite ou orale
 - Projet
- Contenu
 - Systèmes d'information
 - Bases de données relationnelles
 - Langage SQL
 - SGBD ACCESS

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Systèmes d'information

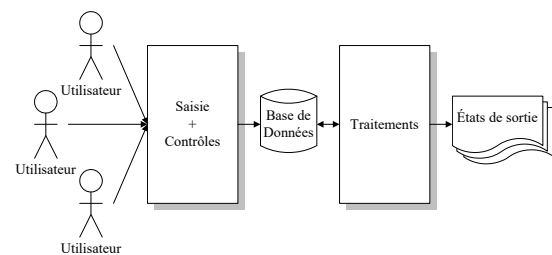
- Introduction
- Modèle Entité / Association
- Exemple

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Organisation d'une base de données



Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Avantages de l'organisation en BD

- **Uniformisation de la saisie** et standardisation des traitements (ex. tous les résultats de consultation sous forme de listes et de tableaux)
- **Contrôle immédiat** de la validité des données
- **Partage de données** entre plusieurs traitements
⇒ limitation de la redondance des données

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Base de données

- **Base de données (BD)** : Collection de données cohérentes et structurées
- **Système de Gestion de Bases de Données (SGBD)** : Logiciel(s) assurant structuration, stockage, maintenance, mise à jour et consultation des données d'une BD

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

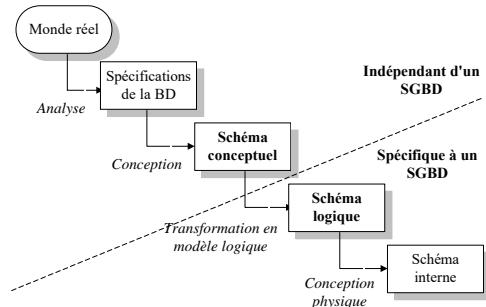
SI & BDR

Propriétés de l'organisation BD

- Usage multiple des données
- Accès facile, rapide, protégé, souple, puissant
- Coût réduit de stockage, de mise à jour et de saisie
- Disponibilité, exactitude, cohérence et protection des données ; non redondance
- Évolution aisée et protection de l'investissement de programmation
- Indépendance des données et des programmes
- **Conception a priori**

Fadila Bentayeb L3 MIASHS-IDS SI & BDR

Processus de conception d'une base de données



Fadila Bentayeb L3 MIASHS-IDS SI & BDR

Modèle Entité / Association (E/A)

- Méthodes de conception de SI
 - E/A
 - UML
- Méthode E/A
 - Ensemble de formalismes graphiques pour la modélisation des données (analyse)
 - Mise en œuvre d'une BD : transformation d'un modèle conceptuel de données (MCD) E/A en schéma logique

Fadila Bentayeb L3 MIASHS-IDS SI & BDR

Entité et propriétés

- **Entité** : C'est un objet de gestion, un individu, un objet concret ou abstrait, ayant une existence propre et utilisé en tant que tel dans le SI. L'objet possède un identifiant et des propriétés. (Conforme aux choix de gestion de l'entreprise) (ex. CLIENT)
- **Propriété ou attribut** : Est une donnée élémentaire (conforme au choix de gestion de l'entreprise). Elle décrit les objets et les relations. Une propriété (ou rubrique ou attribut) est une information élémentaire prise sur une entité (ex. Nom et Prénom du client)

- **Exemple :**

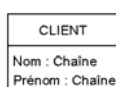


Fadila Bentayeb L3 MIASHS-IDS SI & BDR

Domaine, nature d'un attribut

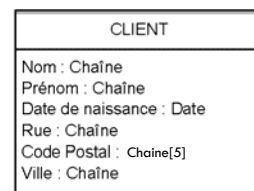
- **Domaine** : Ensemble de valeurs d'un attribut, indépendamment de l'entité à laquelle il appartient.
- **Nature** : Selon sa nature, un domaine peut être booléen, numérique, caractère, chaîne de caractères, ...
 - Nombre entier
 - Nombre réel
 - Chaîne de caractères
 - Date
 - ...

- **Exemple**



Fadila Bentayeb L3 MIASHS-IDS SI & BDR

Exemple d'entité avec ses attributs



Fadila Bentayeb L3 MIASHS-IDS SI & BDR

Instances

- Entité : ex. CLIENT
- Instances (exemples) de l'entité CLIENT : les clients
 - Albert Dupont
 - James West
 - Marie Martin
 - Gaston Durand
 - ...

Fadila Bentayeb L3 MIASHS-IDS SI & BDR

Identifiant

- Liste des clients

Nom	Prénom	Date de Naissance	Etc.
Dupont	Albert	01/06/70	...
West	James	03/09/63	...
Martin	Marie	05/06/78	...
Durand	Gaston	15/11/80	...
Tessier	Justine	28/02/75	...
Dupont	Noémie	18/09/57	...
Dupont	Albert	23/05/33	...

- Problème : Comment distinguer les Dupont ?

Fadila Bentayeb L3 MIASHS-IDS SI & BDR

Identifiant

- Solution : Ajouter un attribut Numéro de client !

Numéro	Nom	Prénom	Date de Naissance
1110	Dupont	Albert	01/06/70
2002	West	James	03/09/63
3333	Martin	Marie	05/06/78
4042	Durand	Gaston	05/11/80
5552	Tessier	Justine	28/02/75
6789	Dupont	Noémie	18/09/57
7000	Dupont	Albert	23/05/33

Fadila Bentayeb L3 MIASHS-IDS SI & BDR

Identifiant

- Le numéro de client est un attribut **identifiant**. Un identifiant caractérise de façon unique les instances d'une entité

CLIENT

Numéro : Entier

- Convention graphique : les identifiants sont soulignés
- Il existe plusieurs types d'identifiants :
 - code non significatif : attribution d'un numéro qui est chronologique parfois sémantiquement indépendant de l'entité, uniquement pour l'identifier
 - code significatif : dépendant des propriétés de l'entité qu'il identifie

Fadila Bentayeb L3 MIASHS-IDS SI & BDR

Association

- Définition : liaison perçue entre des entités
ex. Les clients commandent des produits

```

    graph LR
      CLIENT[CLIENT] --- COMMANDE((COMMANDE)) --- PRODUIT[PRODUIT]
    
```

- Les entités CLIENT et PRODUIT peuvent être qualifiées de participantes à l'association COMMANDE
- Degré ou arité d'une association : nombre d'entités participantes. En général : associations binaires (de degré 2)

Fadila Bentayeb L3 MIASHS-IDS SI & BDR

Association récursive

- Association récursive : une même instance d'entité peut jouer plusieurs rôles dans la même association (ex. employés et supérieurs hiérarchiques).

```

    graph LR
      EMPLOYE[EMPLOYE] --- HIERARCHIE((HIERARCHIE)) --- EMPLOYE
      EMPLOYE -- "+EST SUPERIEUR" --- HIERARCHIE
      EMPLOYE -- "+EST SUBALTERNE" --- HIERARCHIE
    
```

Fadila Bentayeb L3 MIASHS-IDS SI & BDR

Cardinalité

- **Définition** : Indicateur qui montre combien d'instances de l'entité considérée peuvent être liées à une instance de l'autre entité participant à l'association
- Participations minimale et maximale des entités à une association.
 - 1,1 Un et un seul
 - 0,1 Zéro ou un
 - 0,N Zéro ou plus
 - 1,N Un ou plus
 - M,N De M à N (M, N entiers)

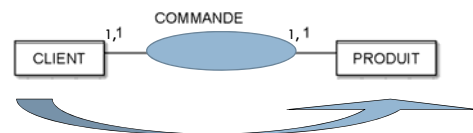
Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Association « 1-1 »

- Exemple
 - Un client donné ne commande qu'un seul produit. Un produit donné n'est commandé que par un seul client.
 - Lire "Un client commande un et un seul produit".



Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Association « 1- N »

- Exemple : Un client donné commande plusieurs produits. Un produit donné n'est commandé que par un seul client.



- NB : La cardinalité un à plusieurs (1,N) peut aussi être zéro à plusieurs (0,N).

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Associations « 0 ou 1-N »

- Exemple : Un client donné commande plusieurs produits. Un produit donné est commandé au maximum par un client, mais peut ne pas être commandé.



- NB : La multiplicité un à plusieurs (1,N) peut aussi être zéro à plusieurs (0,N).

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Associations « M-N »

- Exemple : Un client donné commande plusieurs produits. Un produit donné est commandé par plusieurs clients



- NB : Les cardinalités un à plusieurs (1,N) peuvent aussi être zéro à plusieurs (0,N)

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Associations porteuses de propriétés

- Dans une association M-N, il est possible de caractériser l'association par des attributs.

Exemple : Une commande est passée à une Date donnée et concerne une Quantité de produit fixée.



Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Marche à suivre pour produire un modèle E/A

□ Marche à suivre pour produire un modèle E/A :

1. Identifier les données élémentaires (attributs)
2. Identifier les entités
3. Identifier les attributs de chaque entité
4. Identifier les règles de gestion
5. Identifier les associations entre les entités
6. Identifier les attributs de chaque association
7. Évaluer la cardinalité des associations

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Objectifs des SGBD relationnels

- **Indépendance physique** : un remaniement de l'organisation physique des données n'entraîne pas de modification dans les programmes d'application (traitements)
- **Indépendance logique** : un remaniement de l'organisation logique des fichiers (ex. nouvelle rubrique) n'entraîne pas de modification dans les programmes d'application non concernés

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Objectifs des SGBD relationnels

- **Manipulation facile des données** : un utilisateur non-informaticien doit pouvoir manipuler simplement les données (interrogation et mise à jour)
- **Administration facile des données** : un SGBD doit fournir des outils pour décrire les données, permettre le suivi de ces structures et autoriser leur évolution (tâche de **l'administrateur de BD**)

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Objectifs des SGBD relationnels

- **Efficacité des accès aux données** : garantie d'un bon débit (nombre de transactions exécutées par seconde) et d'un bon **temps de réponse** (temps d'attente moyen pour une transaction)
- **Redondance contrôlée des données** : diminution du volume de stockage, pas de mise à jour multiple ni d'incohérence

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Objectifs des SGBD relationnels

- **Cohérence des données** : ex. L'âge d'une personne doit être un nombre entier positif. Le SGBD doit veiller à ce que les applications respectent cette règle (**contrainte d'intégrité**).
- **Partage des données** : utilisation simultanée des données par différentes applications
- **Sécurité des données** : les données doivent être protégées contre les accès non autorisés ou en cas de panne

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Fonctions des SGBD

- Description des données : **Langage de Définition de Données (LDD)**
 - Recherche des données
 - Mise à jour des données
 - Transformation des données
 - Contrôle de l'intégrité des données
 - Gestion de transactions et sécurité
- } **Langage de Manipulation de Données (LMD)**

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Classification des SGBD relationnels

- Niveau 1 : Systèmes non relationnels
 - Supportent uniquement la structure tabulaire
- Niveau 2 : Systèmes relationnellement minimaux
 - Permettent les opérations de sélection, projection et jointure
- Niveau 3 : Systèmes relationnellement complets
 - Toutes les opérations de l'algèbre relationnelle
- Niveau 4 : Systèmes relationnellement pleins
 - Permettent la définition des contraintes d'intégrité

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Modèle relationnel

- Le modèle relationnel est un modèle logique associé aux SGBD relationnels (ex. Oracle, SQL Server, DB2, MySQL, Access...).
- Objectifs du modèle relationnel :
 - Indépendance physique
 - Traitement du problème de redondance des données
 - LMD non procéduraux (faciles à utiliser)
 - Devenir un standard

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Modèles relationnel

- Caractéristiques des systèmes relationnels
 - Langages d'interrogation puissants et déclaratifs
 - Accès orienté valeur
 - Grande simplicité, absence de considérations physiques
 - Description du schéma très réduite
 - LDD intégré au LMD
 - Grande dynamique de structure
 - Optimisation de requêtes
 - Utilisation interactive ou à partir d'un langage hôte

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Base de données relationnelles Relations et attributs

- Une base de données relationnelle est un ensemble de relations R
- Une relation R est un ensemble d'attributs $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$
 - ex. La relation EPREUVE est l'ensemble des attributs $\{\text{CodeEpreuve}, \text{Date}, \text{Lieu}\}$
- Chaque attribut A_i prend ses valeurs dans un domaine $\text{dom}(A_i)$.
 - ex. Note $\in [0, 20]$
Lieu $\in \{\text{'Amphi 136'}, \text{'Amphi 236'}, \text{'Salle 201'}, \text{'Salle 301'}, \dots\}$

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Relations, n-uplets

- Une relation est un ensemble de n-uplets
- Un n-uplet t est un ensemble de valeurs t tel que
 - $t = \langle V_1, V_2, \dots, V_n \rangle$ où $V_i \in \text{dom}(A_i)$ ou V_i est la valeur nulle (NULL)
 - ex. $\langle \text{'InfoS2'}, \text{'30-06-2006'}, \text{'Amphi 136'} \rangle$ est un n-uplet de la relation EPREUVE.
- Notation : $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
 - ex. EPREUVE (CodeEpreuve, Date, Lieu)

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Contraintes d'intégrité

- Clé primaire : Ensemble d'attributs dont les valeurs permettent de distinguer les n-uplets les uns des autres (notion d'identifiant)
 - ex. CodeEpreuve est clé primaire de la relation EPREUVE
- Clé étrangère : Attribut qui est clé primaire d'une autre relation.
 - ex. Connaître la matière dont relève chaque épreuve
⇒ ajout de l'attribut CodeMat à la relation EPREUVE

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Contraintes d'intégrité

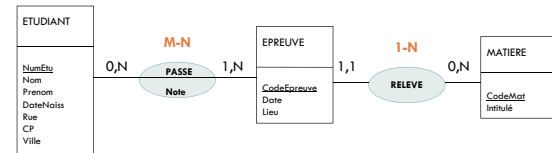
- **Notations** : Clés primaires **soulignées**, clés étrangères préfixées par le caractère **#**
 - ex. EPREUVE (CodeEpreuve, Date, Lieu, #CodeMat)
- **Contraintes de domaine** : Les attributs doivent respecter une condition logique
 - ex. Note ≥ 0 ET Note ≤ 20

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Traduction E/A-relationnel : Exemple



Modèle E/A

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Traduction E/A-relationnel : règle 1

- Chaque **entité** devient une **relation**. Les **attributs** de l'entité deviennent **attributs** de la relation. L'**identifiant** de l'entité devient **clé primaire** de la relation.
 - ex. ETUDIANT (NumEtu, Nom, Prénom, DateNaiss, Rue, CP, Ville)

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Traduction E/A-relationnel : règle 2

- Chaque **association 1-1** est prise en compte en incluant la **clé primaire** d'une des relations comme clé étrangère dans l'autre relation.
 - ex. Si un étudiant peut posséder une (et une seule) carte CUMUL, on aura :
 CARTE (NumCarte, Crédit, ...)
 ETUDIANT (NumEtu, Nom, Prénom, DateNaiss, Rue, CP, Ville, NumCarte#)

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Traduction E/A-relationnel : règle 3

- Chaque **association 1-N** est prise en compte en incluant la **clé primaire** de la relation dont la cardinalité maximale est **N** comme **clé étrangère** dans l'autre relation
 - ex.
 EPREUVE (CodeEpreuve, Date, Lieu, #CodeMat)
 MATIERE (CodeMat, Intitulé)

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Traduction E/A-relationnel : règle 4

- Chaque **association M-N** est prise en compte en créant **une nouvelle relation** dont la **clé primaire** est la **concaténation des clés primaires** des relations participantes. Les attributs de l'association sont insérés dans cette nouvelle relation si nécessaire
 - ex. PASSE (#NumEtu, #CodeEpreuve, Note)

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Traduction E/A-relationnel : Exemple

□ Schéma relationnel complet de l'exemple

ETUDIANT (**NumEtu**, Nom, Prénom, DateNaiss,
Rue, CP, Ville)

EPREUVE (**CodeEpreuve**, Date, Lieu, #CodeMat)

MATIERE (**CodeMat**, Intitulé)

PASSE (#NumEtu, #CodeEpreuve, Note)

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Intérêt du modèle relationnel

- En dehors des clés étrangères
 - ex. Soit la relation COMMANDE_PRODUIT

NumProd	Quantité	NumFour	Adresse
101	300	901	Quai des brumes
104	1000	902	Quai Claude Bernard
112	78	904	Quai des Marans
103	250	901	Quai des brumes

Cette relation présente différentes anomalies

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Anomalies liées à la redondance

- **Anomalies de modification** : Si l'on souhaite mettre à jour l'adresse d'un fournisseur, il faut le faire pour tous les n-uplets concernés.
- **Anomalies d'insertion** : Pour ajouter un fournisseur nouveau, il faut obligatoirement fournir des valeurs pour NumProd et Quantité.
- **Anomalies de suppression** :
 - Ex. La suppression du produit 104 fait perdre toutes les informations concernant le fournisseur 902.

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Normalisation

Objectifs :

- Suppression des problèmes de mise à jour
- Minimisation de l'espace de stockage (élimination des redondances)

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Dépendances fonctionnelles

- Soit R (X, Y, Z) une relation où X, Y, et Z sont des ensembles d'attributs. Z peut être vide.
- **Définition** : Y dépend fonctionnellement de X ($X \rightarrow Y$) si c'est toujours la même valeur de Y qui est associée à X dans la relation R.
 - ex. PRODUIT (NumProd, Dési, Prix)
 - DF possibles : NumProd \rightarrow Dési
Dési \rightarrow Prix

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Propriétés des DF

- Règles d'inférence d'Armstrong
 - **Réflexivité** :
Si $Y \subseteq X$ alors $X \rightarrow Y$.
 - **Augmentation** :
Si $W \subseteq Z$ et $X \rightarrow Y$ alors $X, Z \rightarrow Y, W$.
 - **Transitivité** :
Si $X \rightarrow Y$ et $Y \rightarrow Z$ alors $X \rightarrow Z$
 - **Pseudo-transitivité** :
Si $X \rightarrow Y$ et $Y, Z \rightarrow T$ alors $X, Z \rightarrow T$
 - **Union** :
Si $X \rightarrow Y$ et $X \rightarrow Z$ alors $X \rightarrow Y, Z$
 - **Décomposition** :
Si $Z \subseteq Y$ et $X \rightarrow Y$ alors $X \rightarrow Z$
- **NB** : La notation X, Y signifie $X \cup Y$

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Première forme normale

- Une relation est en 1FN si tout attribut n'est pas décomposable.
- ex. Les relations PERSONNE (Nom, Prénoms, Age) et DEPARTEMENT (Nom, Adresse, Tel) ne sont pas en 1FN si les attributs Prénoms et Adresse peuvent être du type [Jean, Paul] ou [Rue de Marseille, Lyon].

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Deuxième forme normale

- Une relation est en 2FN si :
 - elle est en 1FN ;
 - tout attribut non clé primaire est dépendant de la clé primaire entière.
 - ex. La relation CLIENT (NumCli, Nom, Prénom, DateNaiss, Rue, CP, Ville) est en 2FN.
- ex. La relation COMMANDE_PRODUIT (NumProd, Quantité, NumFour, Ville) n'est pas en 2FN car on a NumProd, NumFour → Qté et NumFour → Ville.
 - La décomposition suivante donne deux relations en 2FN :
COMMANDE (NumProd, NumFour, Quantité)
FOURNISSEUR (NumFour, Ville).

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Troisième forme normale

- Une relation est en 3FN si :
 - elle est en 2FN ;
 - il n'existe aucune DF entre deux attributs non clé primaire.
- ex. La relation MUSIQUE (NoChanson, NoChanteur, Nom) avec les DF suivantes :
 - NoChanson → NoChanteur
 - NoChanteur → Nom
 - NoChanson → Nom
 est en 2FN, mais pas en 3FN.

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Troisième forme normale

- Anomalies de mise à jour sur la relation MUSIQUE :
 - il n'est pas possible d'introduire un nouveau chanteur sans préciser la chanson correspondante.
- Solution :
 - La décomposition suivante donne deux relations en 3FN qui permettent de retrouver (par transitivité) toutes les DF :
 - R1 (NoChanson, NoChanteur)
 - R2 (NoChanteur, Nom).

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Algèbre relationnelle

- Ensemble d'opérateurs qui s'appliquent aux relations
- Résultat : nouvelle relation qui peut à son tour être manipulée
- ⇒ L'algèbre relationnelle permet d'effectuer des recherches dans les relations.

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Opérateurs ensemblistes

- Union : $T = R \cup S$ ou $T = \text{UNION}(R, S)$
R et S doivent avoir même schéma.
 - ex. R et S sont les relations PRODUIT de deux sociétés qui fusionnent et veulent unifier leur catalogue.
- Intersection : $T = R \cap S$ ou $T = \text{INTERSECT}(R, S)$
R et S doivent avoir même schéma.
 - ex. Permet de trouver les produits communs aux catalogues de deux sociétés.
- Différence : $T = R - S$ ou $T = \text{MINUS}(R, S)$
R et S doivent avoir même schéma.
 - ex. Permet de retirer les produits de la relation S existant dans la relation R.

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Opérateurs ensemblistes

- Produit cartésien : $T = R \times S$ ou $T = \text{PRODUCT}(R, S)$
 - Associe chaque n-uplet de R à chaque n-uplet de S.
- Division : $T = R \div S$ ou $T = \text{DIVISION}(R, S)$
 - R (A1, A2, ..., An)
 - S (Ap+1, ..., An)
 - Résultat T (A1, A2, ..., Ap) « $T = R \div S$ » contient tous les n-uplets tels que leur concaténation à chacun des n-uplets de S donne toujours un n-uplet de R.

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Opérateurs spécifiques

- Projection : $T = \Pi \langle A, B, C \rangle (R)$ ou $T = \text{PROJECT}(R / A, B, C)$
 - T ne contient que les attributs A, B et C de R.
 - ex. Noms et prénoms des clients
- Restriction : $T = \sigma \langle C \rangle (R)$ ou $T = \text{RESTRICT}(R / C)$
 - T ne contient que les n-uplets de R qui satisfont la condition C.
 - ex. C = Clients qui habitent à Lyon.
- Jointure naturelle : $T = R \bowtie S$ ou $T = \text{JOIN}(R, S)$
 - Produit cartésien $R \times S$ et restriction $A = B$ sur les attributs $A \in R$ et $B \in S$.

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Classification des SGBD relationnels

- Niveau 1 : Systèmes non relationnels
 - Supportent uniquement la structure tabulaire
- Niveau 2 : Systèmes relationnellement minimaux
 - Permettent les opérations de sélection, projection et jointure
- Niveau 3 : Systèmes relationnellement complets
 - Toutes les opérations de l'algèbre relationnelle
- Niveau 4 : Systèmes relationnellement pleins
 - Permettent la définition des contraintes d'intégrité

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Langage SQL

- SQL : Structured Query Language, issu de SEQUEL (Structured English as a QUery Language)
- SQL permet la définition, la manipulation et le contrôle d'une base de données relationnelle. Il se base sur l'algèbre relationnelle
- SQL est un standard depuis 1986
- Nous adoptons dans ce chapitre la syntaxe du SQL d'Oracle (très proche de la norme)

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Types de données principaux

- NUMBER(n) : nombre entier à n chiffres
- NUMBER(n, m) : nombre réel à n chiffres au total (virgule comprise) et m chiffres après la virgule
- VARCHAR(n) : chaîne de caractères de taille n
- DATE : date au format 'JJ-MM-AAAA'

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Contraintes d'intégrité

- Mot clé **CONSTRAINT**
 - Identification par un nom de contrainte
- Clé primaire :
 - PRIMARY KEY (clé)
- Clé étrangère :
 - FOREIGN KEY (clé) REFERENCES table(attribut)
- Contrainte de domaine :
 - CHECK (condition)

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Définition des données

□ Création d'une table

```
CREATE TABLE Client (
    NumCli NUMBER(8),
    Nom VARCHAR(1000),
    DateNaiss DATE,
    Salaire NUMBER(8,2),
    NumEmp NUMBER(3),

    CONSTRAINT Cle_pri PRIMARY KEY (NumCli),
    CONSTRAINT Cle_etr FOREIGN KEY (NumEmp)
    REFERENCES Employeur(NumEmp),
    CONSTRAINT Sa_ok CHECK (Salaire >= 1286.09)
);
```

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Modifications structurelles

□ Ajout d'attributs

```
ALTER TABLE nom_table ADD (attribut TYPE, ...);
ex. ALTER TABLE Client ADD (tel NUMBER(8));
```

□ Modifications d'attributs

```
ALTER TABLE nom_table MODIFY (attribut TYPE, ...);
ex. ALTER TABLE Client MODIFY (tel NUMBER(10));
```

□ Suppression d'attributs

```
ALTER TABLE nom_table DROP COLUMN attribut, ...;
ex. ALTER TABLE Client DROP COLUMN tel;
```

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Modifications structurelles

□ Ajout de contrainte

```
ALTER TABLE nom_table ADD CONSTRAINT nom_contrainte
définition_contrainte;
```

□ ex. ALTER TABLE Client
ADD CONSTRAINT sa_ok CHECK (salaire > 0);

□ Suppression de contrainte

```
ALTER TABLE nom_table DROP CONSTRAINT nom_contrainte;
```

□ ex. ALTER TABLE Client
DROP CONSTRAINT sa_ok;

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Index

□ Définition

□ Un index est une structure de données physique permettant d'accélérer les accès aux données

□ Exemple :

```
CREATE INDEX Idx_etu ON Etudiant (Nom);
```

□ NB : La clé primaire d'une relation est automatiquement indexée

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Mise à jour des données

□ Ajout d'un n-uplet

```
ex. INSERT INTO Produit
VALUES (400, 'Nouveau produit', 78.90);
```

□ Modification de la valeur d'un attribut

```
ex. UPDATE Etudiant SET Nom='Durand'
WHERE NumEtu = 333333;
```

□ Suppression de n-uplets

```
ex. DELETE FROM Etudiant
WHERE Ville = 'Lyon';
```

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Interrogation des données

□ Par l'exemple, sur la base ETUDIANTS

ETUDIANT (NumEtu, Nom, Prénom, DateNaiss,
Rue, CP, Ville)

EPREUVE (CodeEpreuve, Date, Lieu, #CodeMat)

MATIERE (CodeMat, Intitulé)

PASSE (#NumEtu, #CodeEpreuve, Note)

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Étoile, tri et champs calculés

- Tous les n-uplets d'une table : étoile (*)
ex. `SELECT * FROM Etudiant;`
- Tri du résultat
ex. Par ordre alphabétique [inverse] de nom
`SELECT * FROM Etudiant
ORDER BY Nom [DESC];`
- Champs calculés
ex. Transformation de notes sur 20 en notes sur 40
`SELECT Note * 2 FROM Passe;`

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Projection et restriction

- Projection
ex. Noms et Prénoms des étudiants, uniquement (pas les autres attributs)
`SELECT Nom, Prénom FROM Etudiant;`
- Suppression des doublons
ex. `SELECT DISTINCT Nom FROM Etudiant;`
- Restriction
ex. Étudiants qui habitent à Lyon
`SELECT * FROM Etudiant
WHERE Ville = 'Lyon';`

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Opérateurs de restriction

- ex. **Épreuves se déroulant après le 01/01/2006**
`SELECT * FROM Epreuve
WHERE Date >= '01-01-2006';`
- ex. **Notes comprises entre 10 et 20**
`SELECT * FROM Passe
WHERE Note BETWEEN 10 AND 20;`
- ex. **Notes indéterminées (sans valeur)**
`SELECT * FROM Passe
WHERE Note IS NULL;`

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Opérateurs de restriction

- ex. **Étudiants habitant une ville dont le nom se termine par sur-Saône**
`SELECT * FROM Etudiant
WHERE Ville LIKE '%sur-Saône';`
- 'sur-Saône%' ⇒ commence par sur-Saône
- '%sur%' ⇒ contient le mot sur

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Opérateurs de restriction

- ex. Prénoms des étudiants dont le nom est Dupont, Durand ou Martin
`SELECT Prénom FROM Etudiant
WHERE Nom IN ('Dupont', 'Durand', 'Martin');`
- **NB** : Possibilité d'utiliser la négation pour tous ces prédicats : **NOT BETWEEN**, **NOT NULL**, **NOT LIKE**, **NOT IN**.

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Fonctions d'agrégat

- Elles opèrent sur un ensemble de valeurs
- `AVG()`, `VARIANCE()`, `STDDEV()` : moyenne, variance et écart-type des valeurs
- `SUM()` : somme des valeurs
- `MIN()`, `MAX()` : valeur minimum, valeur maximum
- `COUNT()` : nombre de valeurs
- ex. Moyenne des notes
`SELECT AVG(Note) FROM Passe;`

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Fonction COUNT et opérateur DISTINCT

ex. Nombre total de notes

```
SELECT COUNT(*) FROM Passe;
SELECT COUNT(NumEtu) FROM Passe;
```

ex. Nombre d'étudiants notés

```
SELECT COUNT(DISTINCT NumEtu) FROM Passe;
```

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Exemple

□ Table PASSE

NumEtu	CodeEpreuve	Note
1000	InfoS2	13.0
3000	EcoS1	12.5
3000	InfoS1	15.0

- COUNT(NumEtu) ⇒ Résultat = 3
- COUNT(DISTINCT NumEtu) ⇒ Résultat = 2

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Jointure

ex. Liste des notes avec le nom des étudiants

```
SELECT Nom, Prénom, Note
FROM Etudiant, Passe
WHERE Etudiant.NumEtu = Passe.NumEtu;
```

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Jointure

ex. Idem avec le numéro d'étudiant en plus

```
SELECT E.NumEtu, Nom, Prénom, Note
FROM Etudiant E, Passe P
WHERE E.NumEtu = P.NumEtu
ORDER BY Nom, Prénom;
```

NB : Utilisation d'alias (E et P) pour alléger l'écriture + tri par nom et prénom.

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Jointure exprimée avec le prédicat IN

□ ex. Notes des épreuves passées le 23 septembre 2006

```
SELECT Note FROM Passe
WHERE CodeEpreuve IN (
  SELECT CodeEpreuve FROM Epreuve
  WHERE Date = '23-09-2006');
```

NB : Il est possible d'imbriquer des requêtes

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Prédicats d'existence

□ Prédicats EXISTS / NOT EXISTS

ex. Étudiants qui ont passé au moins une épreuve [n'ont passé aucune épreuve]

```
SELECT * FROM Etudiant E
WHERE [NOT] EXISTS (
  SELECT * FROM Passe P
  WHERE E.NumEtu = P.NumEtu );
```

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Prédicats de dénombrement

□ Prédicats ALL / ANY

ex. Numéros des étudiants qui ont obtenu au moins une note supérieure à chacune [à au moins une] des notes obtenues par l'étudiant client n° 1000.

```
SELECT DISTINCT NumEtu
FROM Passe
WHERE Note > ALL [ANY] (
  SELECT Note FROM Passe
  WHERE NumEtu = 1000
);
```

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Groupement

ex. Moyenne de chaque étudiant

```
SELECT NumEtu, AVG(Note)
FROM Passe
GROUP BY NumEtu;
```

ex. Nombre de notes par étudiant

```
SELECT NumEtu, COUNT(Note)
FROM Passe
GROUP BY NumEtu;
```

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Groupe ment

ex. Note moyenne pour les étudiants ayant passé moins de 5 épreuves

```
SELECT NumEtu, AVG(Note)
FROM Passe
GROUP BY NumEtu
HAVING COUNT(*) < 5;
```

Attention : La clause HAVING ne s'utilise qu'avec GROUP BY

NB : **HAVING** : évaluation de condition sur un résultat de groupement (a posteriori) différent du WHERE !!!

WHERE : évaluation de condition a priori

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR

Opérations ensemblistes

INTERSECT, MINUS, UNION

ex. Code des épreuves ayant soit lieu dans l'amphi 136, soit ayant été passées par l'étudiant n° 2222

```
SELECT CodeEpreuve FROM Epreuve
WHERE Lieu = 'Amphi 136'
```

UNION

```
SELECT CodeEpreuve FROM Passe
WHERE NumEtu = 2222;
```

Fadila Bentayeb

L3 MIASHS-IDS

SI & BDR