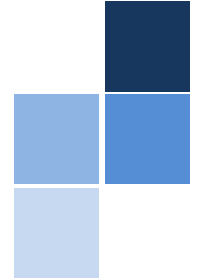




Chapitre 2.

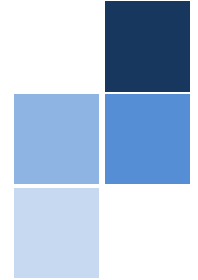
LE MODÈLE RELATIONNEL

Le modèle relationnel



- C'est un modèle qui a été introduit par Codd en 1970
- Il est basé sur le concept de **relation** mathématique
- Les premières implémentations du modèle relationnel datent du début des années 80. Parmi les SGBD relationnels (SGBDR) les plus populaires actuellement ; **Oracle, Sybase, SQL Server, Informix** et des SGBDR open source (**MySQL, PostgreSQL**)

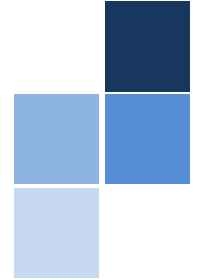
Le modèle relationnel



- Une base de données relationnelle est constituée d'un ensemble de **relations**. Une relation peut être vue comme une table de valeurs.
- Chaque ligne représente un ensemble de valeurs liées et est associée à un fait qui correspond à une entité du monde réel
- Les valeurs d'une colonne sont de même type
- Une ligne est appelée **tuple**
- Un nom de colonne est appelé **attribut**

| Etudiant | Numéro Etudiant | Nom Etudiant | Filière |
|----------|-----------------|--------------|---------|
| | 1210258 | Ahmed | SMI |
| | 1125068 | Mohammed | SMP |
| | | | |

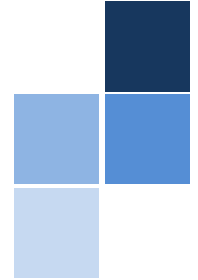
Le modèle relationnel



· Domaines, attributs, tuples et relations

- Un **domaine** est un ensemble de valeurs **atomiques**. Une valeur atomique est une valeur indivisible. Un domaine est défini par un **nom** et un « **type de données** »
- **Exemples :**
 - Nom Etudiant : l'ensemble des chaînes de caractères qui représentent des noms de personnes
 - Note : nombre réel entre 0 et 20
 - Filière : l'ensemble des filières de la Faculté (SMP, SMI, SMA, etc.)

Le modèle relationnel



Domaines, attributs, tuples et relations

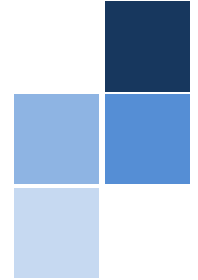
- Un **schéma de relation** R noté $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ est constitué de la relation R et de l'ensemble des **attributs** A_1, A_2, \dots, A_n . Chaque **attribut** A_i est le nom du rôle joué par un certain domaine D dans le schéma de la relation. D est appelé le domaine de A_i et est noté $\text{dom}(A_i)$. R est le nom de la relation. Son **degré** est le nombre n de ses attributs.

- **Exemple :**

ETUDIANT (CNE, Nom, Adresse, Age)

est la relation de degré 4 qui contient les informations à propos des étudiants. ETUDIANT est le nom de la relation qui a quatre attributs

Le modèle relationnel

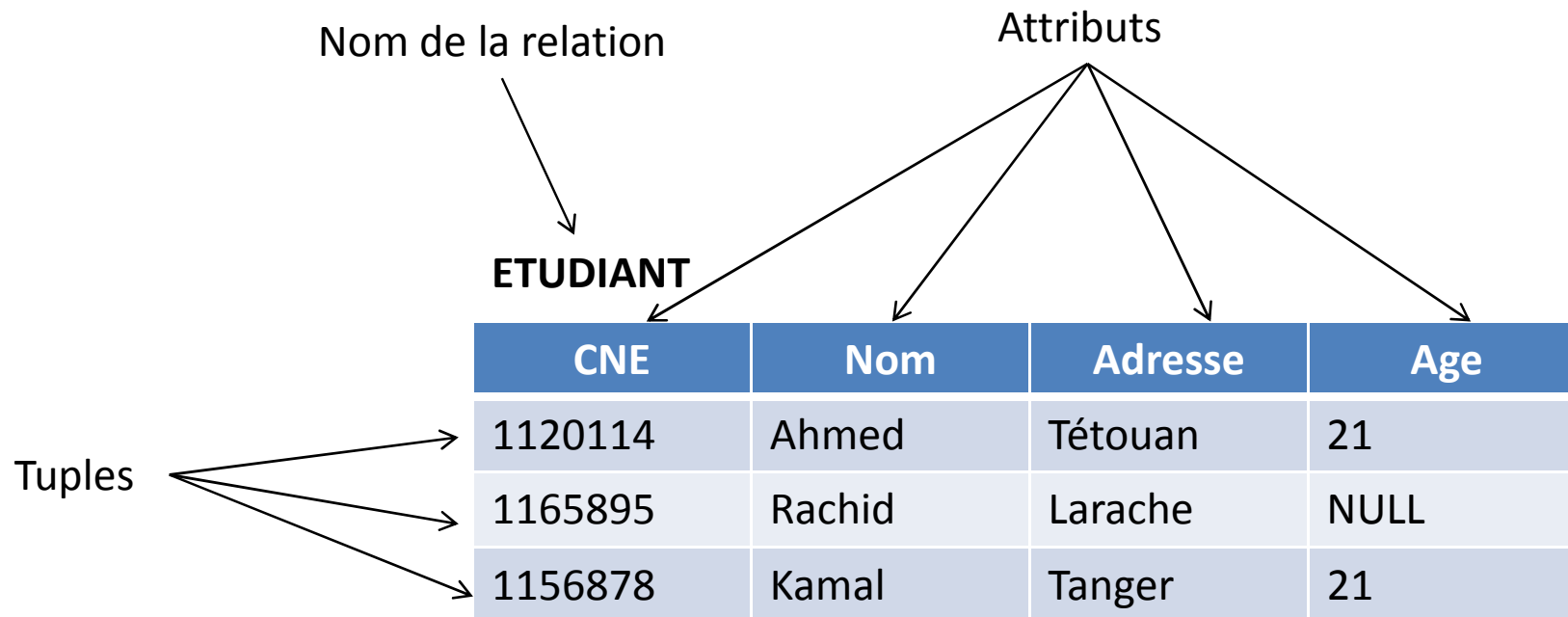


Domaines, attributs, tuples et relations

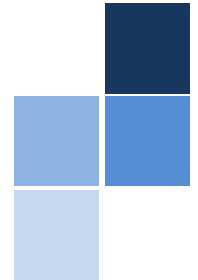
- Une **relation** (ou **état de relation**) r du schéma de relation $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ notée $r(R)$ est un ensemble de **tuples** (n-uplets) $r = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$. chaque tuple est une liste ordonnée de n valeurs $\langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$ où toute valeur v_i est un élément de domaine $\text{dom}(A_i)$ ou la valeur spéciale **NULL**. La $i^{\text{ème}}$ valeur du tuple t qui correspond à l'attribut A_i est notée $t[A_i]$ ou $t.A_i$.
- Le schéma R de la relation est également appelé **intension de la relation** la relation $r(R)$ est appelée **extension de la relation**.

Le modèle relationnel

Domaines, attributs, tuples et relations



Le modèle relationnel



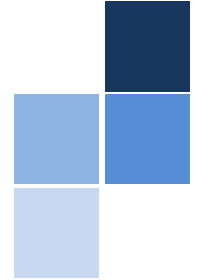
Relation : Définition formelle

- Une **relation** (ou **état de relation**) $r(R)$ est une relation mathématique de degré n sur les domaines $\text{dom}(A_1), \text{dom}(A_2), \dots, \text{dom}(A_n)$, qui est un **sous-ensemble** du **produit cartésien** des domaines qui définissent la relation R . i.e. :

$$r(R) \subseteq (\text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n))$$

- Le produit cartésien est l'ensemble de toutes les combinaisons possibles des valeurs des domaines de la relation
- le produit cartésien représente tous les tuples possibles d'une relation. Tandis que la relation reflète un état particulier du monde réel à un instant donné

Le modèle relationnel



Caractéristiques des relations

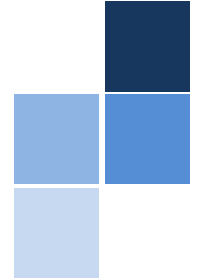
Ordre des tuples

- Une relation est définie comme un ensemble de tuples. Par conséquent, l'ordre des tuples n'est pas important.
- L'ordre ne fait pas partie de la définition d'une relation puisqu'elle représente avant tout un ensemble de faits. Plusieurs ordres peuvent être spécifiés pour un affichage. La relation Etudinat peut être ordonnée par nom, par âge, par adresse, etc.

Ordre des attributs

- L'ordre des attributs, bien qu'indiqué dans notre définition de relation, n'est pas important non plus. Toutefois, et pour faciliter les notations, nous garderons notre définition qui stipule que les attributs d'une relation forment une liste ordonnée.

Le modèle relationnel

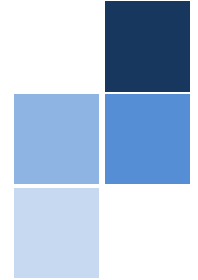


Caractéristiques des relations

Valeurs et NULLs

- Une valeur d'attribut dans une relation est **atomique**. Un attribut composé ou avec plusieurs valeurs n'est pas autorisé.
- Les attributs avec plusieurs valeurs sont représentés par des relations à part.
 - Exemple : Un employé qui a plusieurs diplômes
- La valeur **NULL** est utilisée pour les attributs dont la valeur n'est pas connue ou qui ne s'applique pas au tuple en question.
 - Exemple : l'adresse e-mail d'un étudiant (n'est pas connue, ou n'a pas été communiquée)

Le modèle relationnel

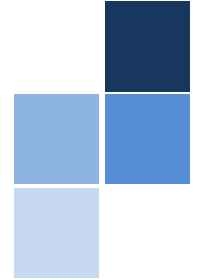


Contraintes du modèle relationnel

Les contraintes sont de trois catégories :

- Implicites : inhérentes au modèle relationnel.
- Explicites : définies par le LDD explicitement dans un schéma de bases de données.
- Les contraintes qui ne peuvent pas être exprimées par le schéma de bases de données ; elles sont appelées règles de gestion ou contraintes sémantiques

Le modèle relationnel

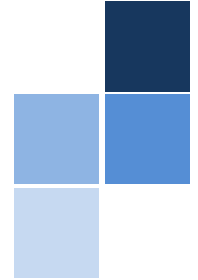


Contraintes du modèle relationnel

contrainte de domaine

- La valeur de chaque attribut A doit être atomique du domaine de A ($\text{dom}(A)$)
- les domaines possibles : entiers, réels, booléens, caractères, chaînes de caractères, date, intervalles de valeurs, énumérations, etc.

Le modèle relationnel

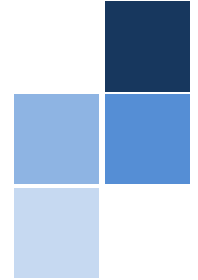


Contraintes du modèle relationnel

Clé

- une relation est définie comme un ensemble de tuples.
- Par définition, les éléments d'un ensemble sont tous distincts, par conséquent les tuples d'une relation doivent tous être distincts.
- Deux tuples ne peuvent avoir des valeurs identiques de tous leurs attributs.
- En général, il existe un sous-ensemble des attributs du schéma de la relation R tel qu'il n'existe pas deux tuples de son extension r avec des valeurs identiques pour les attributs de ce sous-ensemble

Le modèle relationnel



Contraintes du modèle relationnel

Clé

- Si on note ce sous-ensemble **SK** alors pour tout couple de tuples différents t_1 et t_2 , on aura
$$t_1[SK] \neq t_2[SK]$$
- **SK** est appelé super-clé de la relation **R**
- une clé **K** de la relation **R** est une super-clé telle que si on en supprime un quelconque attribut, l'ensemble produit **K'** n'est plus une super-clé.
- Autrement dit, une clé **K** est une super-clé minimale.
- Il est possible d'avoir plusieurs clés dans une relation, ce sont des **clés candidates**.
- La clé choisie parmi les clés candidates est appelée **clé primaire**.

Le modèle relationnel

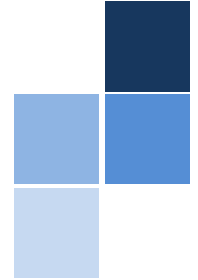


Schéma de base de données relationnelles

- Un **schéma** de bases de données relationnelles **S** est un ensemble de schémas de relations $S = \{R_1, R_2, \dots, R_m\}$ et un ensemble de contraintes d'intégrité **CI**.
- Un **état** de base de données **DB** de **S** est l'ensemble des états de relations $DB = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ où r_i est l'état de la relation R_i et où tout r_i se conforme aux contraintes **CI**.
- **Exemple :**
 - ENTREPRISE = {EMPLOYE, DEPARTEMENT, DEPTLOCALITE, PROJET, TRAVAILLESUR, ENFANT}

Le modèle relationnel

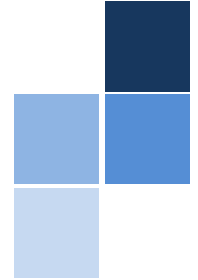


Diagramme schéma BD « ENTREPRISE »

EMPLOYE

| | | | | | | | | |
|------------------|-----|--------|---------|--------|------|---------|----------|------|
| <u>Matricule</u> | Nom | Prenom | Adresse | DNaiss | Sexe | Salaire | SuperMat | DNum |
|------------------|-----|--------|---------|--------|------|---------|----------|------|

DEPARTEMENT

| | | | | |
|----------------|------|---------|---------------|---------------|
| <u>DNumero</u> | DNom | ChefMat | Date Creation | DateDebutChef |
|----------------|------|---------|---------------|---------------|

DEPTLOCALITE

| | |
|-----------------|------------------|
| <u>DLNumero</u> | <u>DLocalite</u> |
|-----------------|------------------|

PROJET

| | | | |
|-------------|------|-----------|------|
| <u>PNum</u> | PNom | Plocalite | DNum |
|-------------|------|-----------|------|

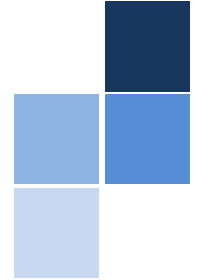
TRAVAILLE_SUR

| | | |
|-------------|-------------|--------|
| <u>EMat</u> | <u>PNum</u> | Heures |
|-------------|-------------|--------|

ENFANT

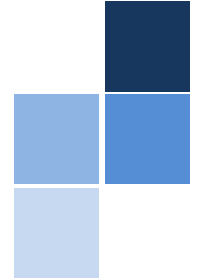
| | | | |
|-------------|------------------|------|-----------|
| <u>EMat</u> | <u>NomEnfant</u> | Sexe | DateNaiss |
|-------------|------------------|------|-----------|

Le modèle relationnel



Contrainte d'entité

- La **contrainte d'entité** impose que tout attribut faisant partie d'une clé primaire soit non NULL.



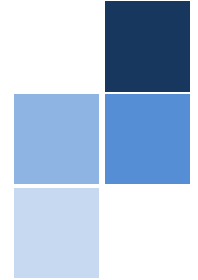
Contrainte d'intégrité référentielle

- La **contrainte d'intégrité référentielle** stipule que si un tuple d'une relation référence un autre tuple d'une autre relation, ce dernier doit exister réellement.

Clé étrangère

- un ensemble d'attributs **FK** d'une relation R_1 est une clé étrangère de R_1 qui référence la relation R_2 si :
 - Les attributs dans **FK** sont du même domaine que les attributs de la clé primaire **PK** de R_2
 - Une valeur de **FK** dans un tuple t_1 de $r_1(R_1)$ apparaît comme valeur de **PK** dans un tuple t_2 de $r_2(R_2)$ ou est **NULL**. Dans le premier cas, on a $t_1[\text{FK}] = t_2[\text{PK}]$
 - On dit que R_1 fait référence à R_2 .

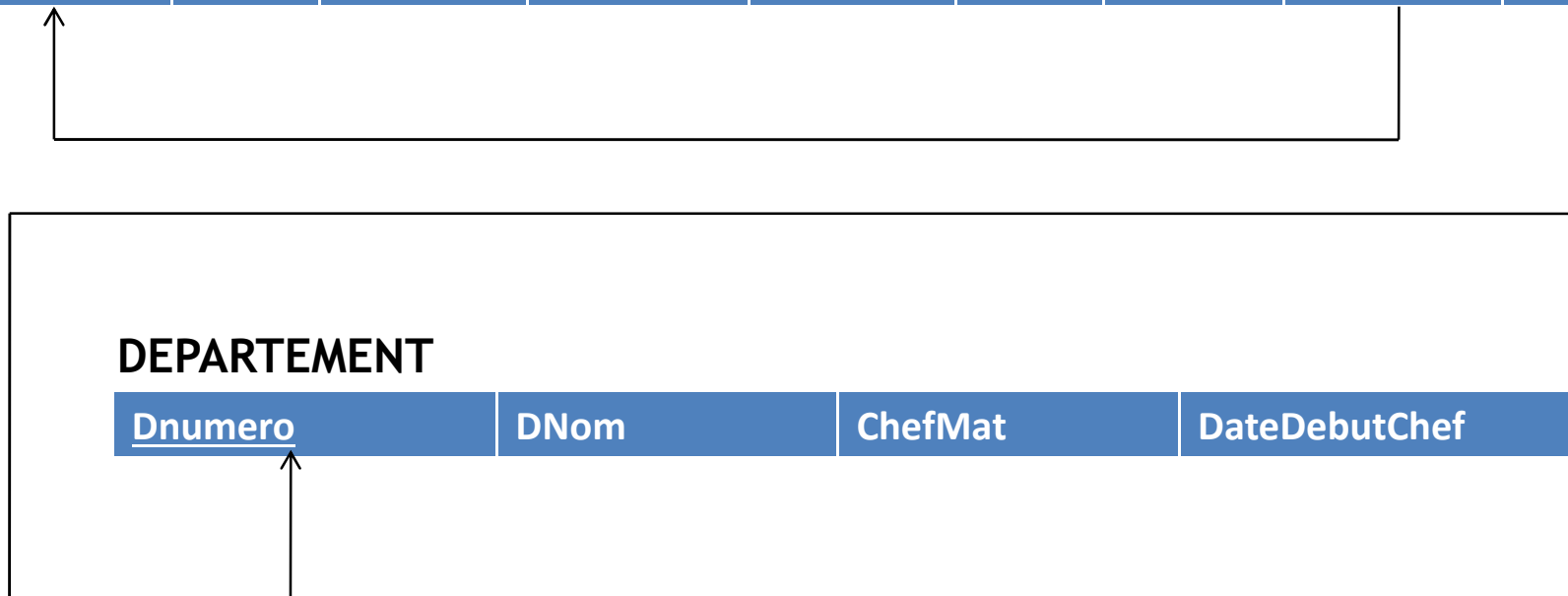
Le modèle relationnel



Clé étrangère

EMPLOYE

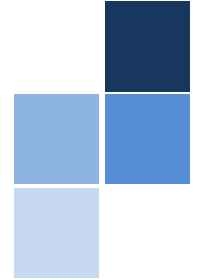
| <u>Matricule</u> | Nom | Prenom | Adresse | DNaiss | Sexe | Salaire | SuperMat | DNum |
|------------------|-----|--------|---------|--------|------|---------|----------|------|
|------------------|-----|--------|---------|--------|------|---------|----------|------|



DEPARTEMENT

| <u>Dnumero</u> | DNom | ChefMat | DateDebutChef |
|----------------|------|---------|---------------|
|----------------|------|---------|---------------|

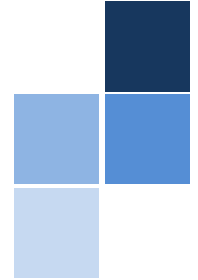
Le modèle relationnel



Contraintes supplémentaires

- Les contraintes d'intégrité sémantiques forment une large classe de contraintes non facilement exprimables en LDD.
- **Exemples :**
 - Le salaire d'un employé ne peut pas dépasser celui de son supérieur hiérarchique
 - Le nombre d'heures par semaine travaillées sur tous les projets ne doit pas dépasser 40 heures
 - Le salaire d'un employé ne peut qu'augmenter

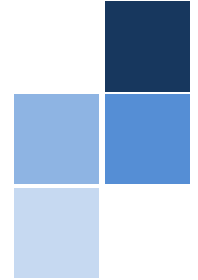
Le modèle relationnel



Mises à jour et violation des contraintes

Insertion

- L'opération d'insertion fournit une liste de valeurs d'attributs d'un nouveau tuple à insérer dans une relation R.
- L'insertion peut causer la violation des contraintes de domaine, de clé, d'entité ou d'intégrité référentielle.
- Par défaut, l'insertion qui viole l'une de ces contraintes est **rejetée**.

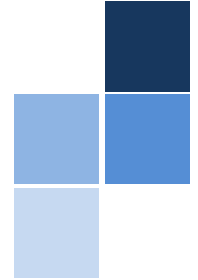


Mises à jour et violation des contraintes

Suppression

- L'opération de suppression peut violer uniquement la contrainte d'intégrité référentielle.
- C'est le cas quand le tuple à supprimer est référencée par des clés étrangères dans d'autres tuples.
- Trois options sont possibles pour résoudre ce problème :
 - Rejet
 - Suppression en cascade des tuples qui se réfèrent au tuple supprimé
 - Mettre à NULL ou à DEFAULT les attributs des clés étrangères.

Le modèle relationnel



Mises à jour et violation des contraintes

Modification

- L'opération de modification peut violer la contrainte d'intégrité référentielle si elle porte sur une clé étrangère. Dans ce cas, elle est traitée de la même manière que la suppression.
- Si la modification porte sur une clé primaire, la modification est équivalente à la suppression d'une tuple et à l'insertion d'un nouveau.