

Le modèle relationnel

© Olivier Caron

Plan

- ✓ Le modèle relationnel
- ✓ Passage d'un schéma conceptuel à un schéma relationnel
- ✓ L'algèbre relationnel (base de requêtes)

Le modèle relationnel

- ✓ un schéma conceptuel (UML, MCD, . . .) est très pratique pour la phase d'analyse et conception

Le modèle relationnel

- ✓ un schéma conceptuel (UML, MCD, . . .) est très pratique pour la phase d'analyse et conception
- ✓ Par contre, un schéma conceptuel présente des limites pour une implémentation ou effectuer des requêtes.

Le modèle relationnel

- ✓ un schéma conceptuel (UML, MCD, ...) est très pratique pour la **phase d'analyse et conception**
- ✓ Par contre, un schéma conceptuel présente des limites pour une implémentation ou effectuer des requêtes.
- ✓ Codd (1970) a inventé le modèle relationnel basé sur des concepts simples :
 - ▶ Facilement implémentable sur un ordinateur

Le modèle relationnel

- ✓ un schéma conceptuel (UML, MCD, ...) est très pratique pour la **phase d'analyse et conception**
- ✓ Par contre, un schéma conceptuel présente des limites pour une implémentation ou effectuer des requêtes.
- ✓ Codd (1970) a inventé le modèle relationnel basé sur des concepts simples :
 - ▶ Facilement implémentable sur un ordinateur
 - ▶ Facilité pour poser des requêtes

Le modèle relationnel

- ✓ un schéma conceptuel (UML, MCD, ...) est très pratique pour la **phase d'analyse et conception**
- ✓ Par contre, un schéma conceptuel présente des limites pour une implémentation ou effectuer des requêtes.
- ✓ Codd (1970) a inventé le modèle relationnel basé sur des concepts simples :
 - ▶ Facilement implémentable sur un ordinateur
 - ▶ Facilité pour poser des requêtes
 - ▶ passage simple : schéma conceptuel → schéma relationnel

Concepts de base

Définition 1. Domaine : *ensemble de valeurs*

✓ Exemples :

le domaine des entiers

le domaine des couleurs d'un drapeau $D_{coul} = \{bleu, blanc, rouge\}$

le domaine des booléens $D_{bool} = \{0, 1\}$

Rappel : le produit cartésien

Définition 2. le produit cartésien d'un ensemble de domaines $D_1, D_2 \dots D_n$ noté $D_1 \times D_2 \times \dots D_n$ est l'ensemble des n -uplets ou tuples $\langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$ tel que $v_i \in D_i$

✓ Exemple :

$$D_{\text{coul}} \times D_{\text{bool}} = \{ \\ \langle \text{bleu}, 0 \rangle, \langle \text{bleu}, 1 \rangle, \langle \text{blanc}, 0 \rangle, \langle \text{blanc}, 1 \rangle, \\ \langle \text{rouge}, 0 \rangle, \langle \text{rouge}, 1 \rangle \}$$

Rappel : le produit cartésien

Définition 2. le produit cartésien d'un ensemble de domaines $D_1, D_2 \dots D_n$ noté $D_1 \times D_2 \times \dots D_n$ est l'ensemble des n -uplets ou tuples $\langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$ tel que $v_i \in D_i$

✓ Exemple :

$$D_{\text{coul}} \times D_{\text{bool}} = \{ \\ \langle \text{bleu}, 0 \rangle, \langle \text{bleu}, 1 \rangle, \langle \text{blanc}, 0 \rangle, \langle \text{blanc}, 1 \rangle, \\ \langle \text{rouge}, 0 \rangle, \langle \text{rouge}, 1 \rangle \}$$

Relation

Définition 3. Relation : *sous-ensemble du produit cartésien d'une liste de domaine*

Relation

Définition 3. Relation : *sous-ensemble du produit cartésien d'une liste de domaine*

- ✓ Une relation est caractérisée par un nom
- ✓ On parle également de table pour une relation

Relation

Définition 3. Relation : *sous-ensemble du produit cartésien d'une liste de domaine*

- ✓ Une relation est caractérisée par un nom
- ✓ On parle également de table pour une relation
- ✓ Il n'y a pas deux lignes (t-uples) égale (théorie des ensembles)

Relation

Définition 3. Relation : *sous-ensemble du produit cartésien d'une liste de domaine*

- ✓ Une relation est caractérisée par un nom
- ✓ On parle également de table pour une relation
- ✓ Il n'y a pas deux lignes (t-uples) égale (théorie des ensembles)

Attribut

Définition 4. *Attribut : Colonne d'une relation caractérisée par un nom*

Attribut

Définition 4. Attribut : *Colonne d'une relation caractérisée par un nom*

✓ L'ordre des attributs n'a aucune importance

Schéma relationnel

Définition 5. *Un schéma de relation est le nom de la relation suivi de la liste des attributs avec leur domaine.*

Définition 6. *A toute relation, il est possible d'associer un schéma de relation qui représente l'intension de la relation.*

Définition 7. *l'ensemble des tuples d'une relation représente une extension possible*

✓ Exemple : intension relation
voiture (immatriculation chaine, marque chaine, puissance : entier,
couleur : COULEUR)

Bases de données relationnelle

Définition 8. Base de données : *ensemble de schémas de relation et dont les occurrences sont des tuples de ces relations*

Passage du schéma conceptuel UML au modèle relationnel (2/2)

✓ Une entité \longrightarrow une relation (table)

Passage du schéma conceptuel UML au modèle relationnel (2/2)

- ✓ Une entité \longrightarrow une relation (table)
- ✓ Un identifiant \longrightarrow clé d'une relation (table)

Passage du schéma conceptuel UML au modèle relationnel (2/2)

- ✓ Une entité \longrightarrow une relation (table)
- ✓ Un identifiant \longrightarrow clé d'une relation (table)
- ✓ Une propriété \longrightarrow une colonne de la relation

Passage du schéma conceptuel UML au modèle relationnel (2/2)

- ✓ Une entité \longrightarrow une relation (table)
- ✓ Un identifiant \longrightarrow clé d'une relation (table)
- ✓ Une propriété \longrightarrow une colonne de la relation
- ✓ Une association \longrightarrow dépend de la cardinalité des rôles
 - ▶ Une cardinalité 1 à une extrémité \longrightarrow une colonne (référence clé) dans la relation opposée
 - ▶ Une cardinalité * à toutes les extrémités \longrightarrow une nouvelle relation disposant des clés des relations participantes à l'association.

Passage du schéma conceptuel UML au modèle relationnel (2/2)

- ✓ Une entité \longrightarrow une relation (table)
- ✓ Un identifiant \longrightarrow clé d'une relation (table)
- ✓ Une propriété \longrightarrow une colonne de la relation
- ✓ Une association \longrightarrow dépend de la cardinalité des rôles
 - ▶ Une cardinalité 1 à une extrémité \longrightarrow une colonne (référence clé) dans la relation opposée
 - ▶ Une cardinalité * à toutes les extrémités \longrightarrow une nouvelle relation disposant des clés des relations participantes à l'association.
- ✓ distinction clé primaire, clé étrangère

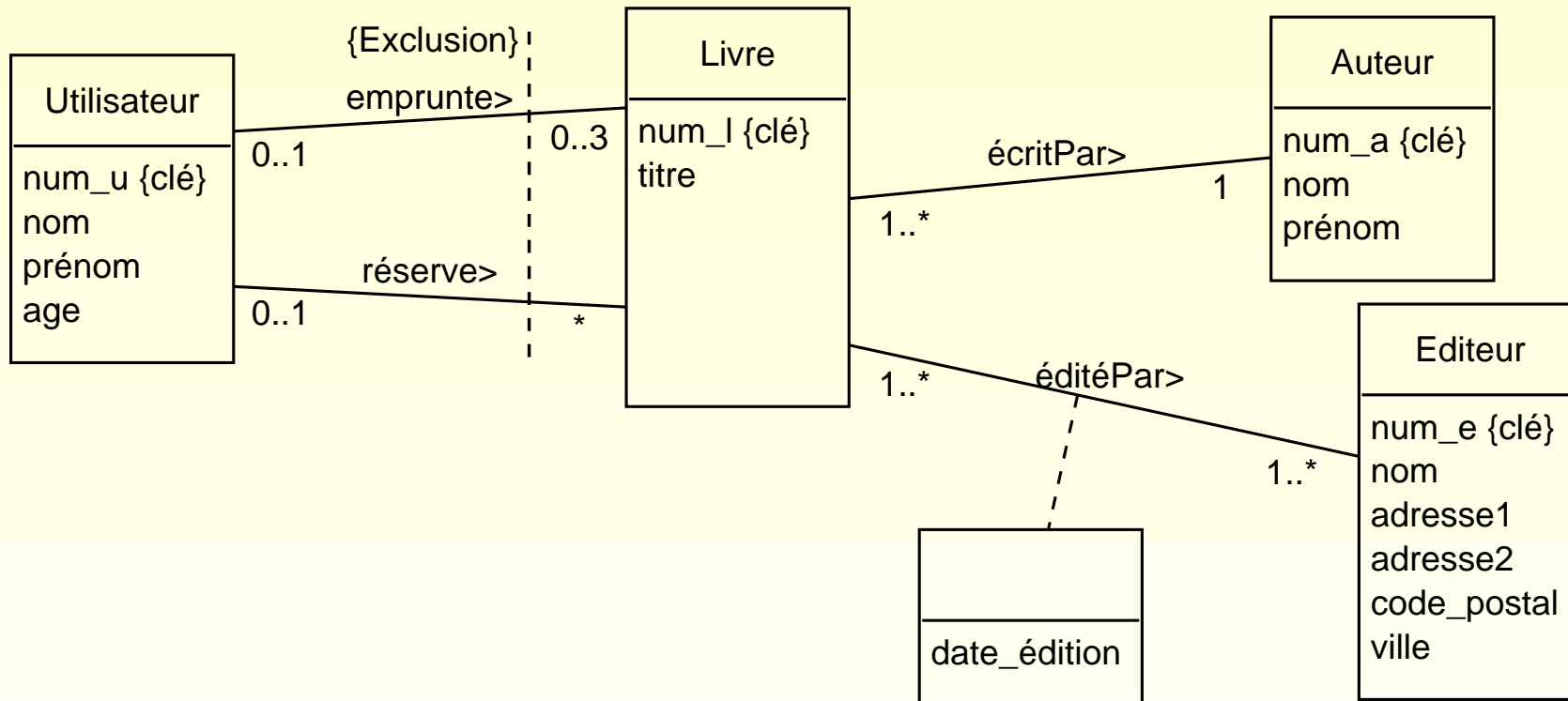
Les traducteurs automatiques

- ✓ Les avantages :
 - ▶ Gain de temps (gros systèmes)
 - ▶ Pas d'oublis ou d'erreurs
- ✓ Les inconvénients :
 - ▶ Pas de prise en compte de cas spécifiques à l'application
 - ▶ Evolution du schéma toujours délicate (parfois impossible)
 - ▶ Remarque : ne pas prendre en compte les cardinalités précises (ex : 0, 3) pour des raisons d'évolutions.

Exemple de la bibliothèque

- ✓ Proposer un schéma relationnel correspondant au schéma conceptuel, version sans historique
- ✓ Plusieurs solutions ?
- ✓ Avantages et inconvénients ?

Le schéma conceptuel



Algèbre relationnel

✓ Egalemeⁿt défini par Codd (1970)

Algèbre relationnel

- ✓ Egalemeⁿt défini par Codd (1970)
- ✓ Basé sur des opérateurs algébriques simples

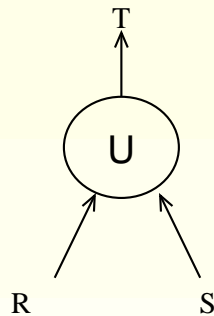
Algèbre relationnel

- ✓ Egalemeut défini par Codd (1970)
- ✓ Basé sur des opérateurs algébriques simples
- ✓ Construire des requêtes par composition de ces opérateurs

Opérateur d'union

Définition 9. L'union de 2 relations R et S de même schéma est une relation T de même schéma contenant l'ensemble des tuples appartenant à R ou S

- ✓ Notation texte : $T = R \cup S$ ou $T = \text{union}(R, S)$
- ✓ Notation graphique :



Exemple base

Vins-1	Numéro	Cru	Millésime	Degré
	100	Chablis	1974	12
	110	Mercurey	1978	13
	120	Meursault	1977	12

Vins-2	Numéro	Cru	Millésime	Degré
	100	Chablis	1974	12
	200	Sancerre	1974	12

Exemple Union

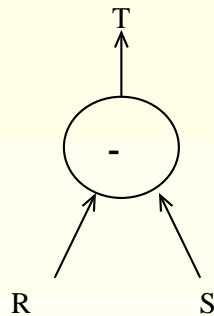
Vins-3 : Vins-1 \cup Vins-2	Numéro	Cru	Millésime	Degré
	100	Chablis	1974	12
	110	Mercurey	1978	13
	120	Meursault	1977	12
	200	Sancerre	1974	12

Opérateur de différence

Définition 10. la différence de 2 relations R et S de même schéma est une relation T de même schéma contenant l'ensemble des tuples appartenant à R et n'appartenant pas à S

✓ Notation texte : $T = R - S$ ou $T = \text{minus}(R, S)$

✓ Notation graphique :

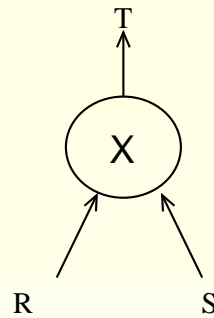


Exemple différence

Vins-4 : Vins-1 – Vins-2	Numéro	Cru	Millésime	Degré
	110	Mercurey	1978	13
	120	Meursault	1977	12

Produit cartésien

- ✓ Opérateur intermédiaire (pas de sens en soi)
- ✓ schéma quelconque de deux relations
- ✓ Notation texte : $T = R \times S$ ou $T = \text{product}(R, S)$
- ✓ Notation graphique :



Exemple produit cartésien

Vignoble	nom	vin
	Nicolas	Bourgogne
	Martin	Bordeaux

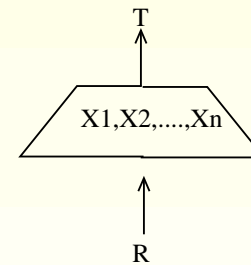
Vins-5 : Vins-2×Vignoble	Num.	Cru	Millé.	Deg.	nom	vin
	100	chablis	1974	12	Nicolas	Bourgogne
	200	Sancerre	1974	12	Martin	Bordeaux
	100	chablis	1974	12	Martin	Bordeaux
	200	Sancerre	1974	12	Nicolas	Bourgogne

✓ Opérateur très gourmand (espace disque)

Opérateur unaire de projection

Définition 11. la projection d'une relation R de schéma $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ sur les attributs $A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_p}$ ($p < n$) est une relation $R'(A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_p})$ dont les tuples sont obtenus par élimination des valeurs des attributs de R n'appartenant pas à R' et par suppression des tuples en double.

✓ Notation texte : $T = \Pi_{x_1, \dots, x_n}(R)$ ou $T = \text{project}(R/x_1, \dots, x_n)$



✓ Notation graphique :

Exemple projection

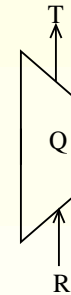
Vins-3 :	Numéro	Cru	Millésime	Degré
	100	Chablis	1974	12
	110	Mercurey	1978	13
	120	Meursault	1977	12
	200	Sancerre	1974	12

Vins-6 :	Millésime	Degré
project(Vins-3/Millésime,degré)		
	1974	12
	1978	13
	1977	12

Opérateur unaire de restriction ou sélection

Définition 12. la restriction (ou sélection) de la relation R par une qualification Q est une relation R' de même schéma dont les tuples sont ceux de R satisfaisant la qualification Q .

- ✓ La qualification peut être exprimée à l'aide de constantes, comparateurs arithmétiques, opérateurs logiques
- ✓ Notation texte : $T = \sigma_Q(R)$ ou $T = restrict(R/Q)$



- ✓ Notation graphique :

Exemple restriction

Vins-3 :	Numéro	Cru	Millésime	Degré
	100	Chablis	1974	12
	110	Mercurey	1978	13
	120	Meursault	1977	12
	200	Sancerre	1974	12

Vins-7 :	Numéro	Cru	Millésime	Degré
restrict(Vins-3/degre=12 and Millésime>1974)				
	120	Meursault	1977	12

Les opérateurs de base

✓ Simplicité : seulement 5 opérateurs !

Les opérateurs de base

- ✓ Simplicité : seulement 5 opérateurs !
- ✓ Composition de ces opérateurs possible :
tout résultat est une relation

Les opérateurs de base

- ✓ Simplicité : seulement 5 opérateurs !
- ✓ Composition de ces opérateurs possible :
tout résultat est une relation
- ✓ Ces opérateurs répondent à la majorité des requêtes (sauf calcul)

Les opérateurs de base

- ✓ Simplicité : seulement 5 opérateurs !
- ✓ Composition de ces opérateurs possible :
tout résultat est une relation
- ✓ Ces opérateurs répondent à la majorité des requêtes (sauf calcul)
- ✓ Introduction d'opérateurs additionnels

L'intersection

Définition 13. L'intersection de deux relations R et S de même schéma est une relation T de même schéma contenant les tuples appartenant à la fois à R et S

✓ Notation texte : $T = (R \cap S)$ ou $T = \text{inter}(R, S)$

L'intersection

Définition 13. L'intersection de deux relations R et S de même schéma est une relation T de même schéma contenant les tuples appartenant à la fois à R et S

✓ Notation texte : $T = (R \cap S)$ ou $T = \text{inter}(R, S)$

✓ Création opérateur : $R \cap S = R - (R - S) = S - (S - R)$

La jointure

Définition 14. La jointure de deux relations R et S selon une qualification multi-attributs Q est l'ensemble des tuples du produit cartésien $R \times S$ satisfaisant la qualification Q

✓ Notation texte : $T = \text{join}(R, S, Q)$

La jointure

Définition 14. La jointure de deux relations R et S selon une qualification multi-attributs Q est l'ensemble des tuples du produit cartésien $R \times S$ satisfaisant la qualification Q

✓ Notation texte : $T = join(R, S, Q)$

✓ Création opérateur : $join(R, S, Q) = restrict(R \times S / Q)$

Exemple jointure

✓ Tables Parent et Enfant :

Parent		Enfant		
nom	numéro	num_e	prénom	num_père
dupont	1	1	Jérôme	1
durant	2	2	alain	2
		3	pierre	1

✓ join(Parent, Enfant, numéro=num_père) :

nom	numéro	num_e	prénom	num_père
dupont	1	1	Jérôme	1
durant	2	2	alain	2
dupont	1	3	pierre	1

Quelques remarques

✓ Pour un même résultat, plusieurs requêtes sont possibles

Quelques remarques

- ✓ Pour un même résultat, plusieurs requêtes sont possibles
- ✓ La jointure est l'opérateur le plus coûteux

Quelques remarques

- ✓ Pour un même résultat, plusieurs requêtes sont possibles
- ✓ La jointure est l'opérateur le plus coûteux
- ✓ Idéal de faire des sélections et restrictions avant la ou les jointures

Et des opérateurs de calcul

✓ Existent dans la plupart des S.G.B.D.

Et des opérateurs de calcul

- ✓ Existent dans la plupart des S.G.B.D.
- ✓ Donnent un résultat de type relation !

Et des opérateurs de calcul

- ✓ Existent dans la plupart des S.G.B.D.
- ✓ Donnent un résultat de type relation !
- ✓ Quelques illustrations :
 - ▶ L'opérateur $compte(R)$: : calcul du nombre de lignes d'une relation R
 - ▶ L'opérateur $somme(R(A_i))$ calcul de la somme cumulée des valeurs d'un attribut.
 - ▶ et aussi moyenne, max, min

Et des opérateurs de calcul

- ✓ Existent dans la plupart des S.G.B.D.
- ✓ Donnent un résultat de type relation !
- ✓ Quelques illustrations :
 - ▶ L'opérateur $compte(R)$: : calcul du nombre de lignes d'une relation R
 - ▶ L'opérateur $somme(R(A_i))$ calcul de la somme cumulée des valeurs d'un attribut.
 - ▶ et aussi moyenne, max, min