




Bases de données relationnelles



Plan

- Introduction
- Le modèle relationnel
- **L'algèbre relationnelle**
- Le langage SQL
- Le MEA et le modèle relationnel



L'algèbre relationnelle

Opérations de base pour manipuler les tables



Généralités

- Ensemble d'opérations formelles agissant sur des relations et produisant des relations
- Un SGBD doit en proposer une implantation efficace
- Deux types d'opérations
 - Ensemblistes / Spécifiques
 - Opérations unaires ou binaires selon qu'elles prennent en entrée une ou deux relations
 - Le résultat est toujours une relation
- Les opérations peuvent être composées pour former des expressions de l'algèbre relationnelle et exprimer des requêtes

Opérations ensemblistes (1)

■ Union

- Opération portant sur deux relations R1 et R2 de même schéma consistant à construire une relation R3 de même schéma ayant pour nuplets ceux appartenant à R1 ou R2 ou aux deux relations
- $R1 \cup R2$
- en entrée : 2 relations de même schéma
- en sortie : 1 relation T de même schéma
- Valeur de T : $T = \{t \mid t \in R1 \text{ ou } t \in R2\}$

Illustration (livre G. Gardarin)

Vins1				Vins2			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>	<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>
Chenas	1983	Beaujolais	Rouge	Tokay	1980	Alsace	Blanc
Tokay	1980	Alsace	Blanc	Chablis	1985	Bourgogne	Rouge
Tavel	1986	Rhone	Rosé				

Illustration (livre G. Gardarin)

Vins1			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>
Chenas	1983	Beaujolais	Rouge
Tokay	1980	Alsace	Blanc
Tavel	1986	Rhone	Rosé

Vins2			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>
Tokay	1980	Alsace	Blanc
Chablis	1985	Bourgogne	Rouge

Vins3			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>
Chenas	1983	Beaujolais	Rouge
Tokay	1980	Alsace	Blanc
Tavel	1986	Rhone	Rosé
Chablis	1985	Bourgogne	Rouge

Opérations ensemblistes (2)

■ Intersection

- Opération portant sur deux relations R1 et R2 de même schéma consistant à construire une relation R3 de même schéma ayant pour nuplets ceux appartenant à la fois à R1 et à R2
- $R1 \cap R2$
- en entrée : 2 relations de même schéma
- en sortie : 1 relation T de même schéma
- Valeur de T : $T = \{t \mid t \in R1 \text{ et } t \in R2\}$

Illustration (livre G. Gardarin)

Vins1				Vins2			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>	<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>
Chenas	1983	Beaujolais	Rouge	Tokay	1980	Alsace	Blanc
Tokay	1980	Alsace	Blanc	Chablis	1985	Bourgogne	Rouge
Tavel	1986	Rhone	Rosé				

Illustration (livre G. Gardarin)

Vins1				Vins2			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>	<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>
Chenas	1983	Beaujolais	Rouge	Tokay	1980	Alsace	Blanc
Tokay	1980	Alsace	Blanc	Chablis	1985	Bourgogne	Rouge
Tavel	1986	Rhone	Rosé				

Vins4			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>
Tokay	1980	Alsace	Blanc

Opérations ensemblistes (3)

■ Difference

- Opération portant sur deux relations R1 et R2 de même schéma consistant à construire une relation R3 de même schéma ayant pour nuplets ceux appartenant à R1 mais n'appartenant pas à R2
- $R1 - R2$
- en entrée : 2 relations de même schéma
- en sortie : 1 relation T de même schéma
- Valeur de T : $T = \{t \mid t \in R1 \text{ et } t \notin R2\}$

Illustration (livre G. Gardarin)

Vins1				Vins2			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>	<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>
Chenas	1983	Beaujolais	Rouge	Tokay	1980	Alsace	Blanc
Tokay	1980	Alsace	Blanc	Chablis	1985	Bourgogne	Rouge
Tavel	1986	Rhone	Rosé				

Illustration (livre G. Gardarin)

Vins1				Vins2			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>	<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>
Chenas	1983	Beaujolais	Rouge	Tokay	1980	Alsace	Blanc
Tokay	1980	Alsace	Blanc	Chablis	1985	Bourgogne	Rouge
Tavel	1986	Rhone	Rosé				

Vins5			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Couleur</i>
Chenas	1983	Beaujolais	Rouge
Tavel	1986	Rhone	Rosé

Opérations ensemblistes (4)

■ Produit Cartésien

- Opération portant sur deux relations R1 et R2 de schéma quelconque consistant à construire une relation R3 ayant pour schéma la concaténation des schémas des relations R1 et R2 et pour nuplets toutes les combinaisons des nuplets des relations R1 et R2
- $R1 \times R2$
- en entrée : 2 relations de schéma qcq
- en sortie : 1 relation T
 - schéma(T)=schéma(R1) conc schéma(R2)
- Valeur de T : $T = \{t \mid t \in R1 \times R2\}$

Opérations spécifiques (1)

■ Projection

- Opération sur une relation R consistant à composer une relation T en enlevant à R certains attributs et en éliminant les nuplets résultant en double
- Extraction de colonnes
- $\Pi_{A_i, \dots, A_j}(R)$

Illustration (livre G. Gardarin)

Vins			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	Bourgogne	A
Volnay	1979	Bourgogne	B
Julienas	1983	Beaujolais	A
Chenas	1986	Beaujolais	C

$\Pi_{\text{cru}, \text{région}}(\text{VINS})$

Illustration (livre G. Gardarin)

Vins			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	Bourgogne	A
Volnay	1979	Bourgogne	B
Julienas	1983	Beaujolais	A
Chenas	1986	Beaujolais	C

 $\Pi_{\text{cru,région}}(\text{VINS})$

Vins6	
<i>Cru</i>	<i>Région</i>
Volnay	Bourgogne
Volnay	Bourgogne
Julienas	Beaujolais
Chenas	Beaujolais

Opérations spécifiques (2)

Sélection

- Opération sur une relation R consistant à composer une relation T avec une partie du schéma de R et contenant les nuplets correspondants et vérifiant une condition

- $\sigma_{\text{condition}}(R)$

<attribut><opérateur de comparaison><valeur>

<attribut1><opérateur de comparaison><attribut2>

La condition peut être une formule logique quelconque avec des **et** et des **ou** entre termes

→ Opérateurs possibles : < > <= >= = <>

Illustration (livre G. Gardarin)

Vins			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	Bourgogne	A
Volnay	1979	Bourgogne	B
Julienas	1983	Beaujolais	A
Chenas	1986	Beaujolais	C

$\sigma_{\text{millesime} > 1983}(\text{VINS})$

Illustration (livre G. Gardarin)

Vins			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	Bourgogne	A
Volnay	1979	Bourgogne	B
Julienas	1983	Beaujolais	A
Chenas	1986	Beaujolais	C

$\sigma_{\text{millesime} > 1983}(\text{VINS})$

Vins7			
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Région</i>	<i>Qualité</i>
Chenas	1986	Beaujolais	C

Opérations spécifiques (3)

■ Jointure

- Elle permet de composer deux relations avec un critère de jointure
- A ne pas confondre avec le produit cartésien, c'est une restriction du produit cartésien
- Opération consistant à concaténer selon une condition les nuplets de deux relations R1 et R2 pour former une relation T
- $T = R1 \bowtie_{\text{condition}} R2$

Opérations spécifiques (4)

■ Différents types de jointure

- **Jointure**
- **Jointure naturelle**
 - Dans une relation, la condition se fait naturellement sur sa clé avec dans l'autre relation la référence à cette clé
- Jointure externe
- Semi-jointure

Illustration -Jointure (livre G. Gardarin)

Vins		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	A
Chablis	1986	A

Localisation		
<i>NomVin</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoy</i>
Volnay	Bourgogne	A
Chablis	Bourgogne	A
Chablis	Californie	B

Vins \bowtie Cru=NomVin Localisation

Illustration -Jointure (livre G. Gardarin)

Vins		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	A
Chablis	1986	A

Localisation		
<i>NomVin</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoy</i>
Volnay	Bourgogne	A
Chablis	Bourgogne	A
Chablis	Californie	B

Vins \bowtie Cru=NomVin Localisation

Vins8					
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>	<i>NomVin</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoyenne</i>
Volnay	1983	A	Volnay	Bourgogne	A
Chablis	1986	A	Chablis	Bourgogne	A
Chablis	1986	A	Chablis	Californie	B

Illustration -Jointure naturelle

(livre G. Gardarin)

Vins			Localisation		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>	<i>Cru</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoyenne</i>
Volnay	1983	A	Volnay	Bourgogne	A
Volnay	1979	B	Chablis	Bourgogne	A
Julienas	1986	C	Chablis	Californie	B
Chablis	1983	A			

Vins  Localisation

Illustration -Jointure naturelle

(livre G. Gardarin)

Vins			Localisation		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>	<i>Cru</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoyenne</i>
Volnay	1983	A	Volnay	Bourgogne	A
Volnay	1979	B	Chablis	Bourgogne	A
Julienas	1986	C	Chablis	Californie	B
Chablis	1983	A			

Vins  Localisation

Vins9				
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoyenne</i>
Volnay	1983	A	Bourgogne	A
Volnay	1979	B	Bourgogne	A
Chablis	1983	A	Bourgogne	A
Chablis	1983	A	Californie	B

Opérations spécifiques (4)

- Différents types de jointure
 - Jointure
 - Jointure naturelle
 - **Lorsque le critère de restriction d'une jointure n'est pas l'égalité, on parle de θ -jointure**
 - Jointure externe
 - Semi-jointure

Opérations spécifiques (5)

- Différents types de jointure
 - Jointure
 - Jointure naturelle
 - θ -jointure
 - **Jointure externe**
 - **Totale : inclusion dans le résultat les n-uplets de R1 et R2 même s'ils ne vérifient pas la condition de jointure**
 - **Gauche : ajoute au résultat les n-uplets de R1 qui ne peuvent pas être joints à ceux de R2**
 - **Droite : ajoute au résultat les n-uplets de R2 qui ne peuvent pas être joints à ceux de R1**
 - **Dans tous les cas, ces nuplets sont complétés par des valeurs nulles dans la relation résultat**
 - Semi-jointure

Illustration -Jointure (livre G. Gardarin)

Vins		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	A
Volnay	1979	B
Julienas	1986	C

Localisation		
<i>Cru</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoy</i>
Volnay	Bourgogne	A
Chablis	Bourgogne	A
Chablis	Californie	B

Vins  Localisation

Illustration -Jointure (livre G. Gardarin)

Vins		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	A
Volnay	1979	B
Julienas	1986	C

Localisation		
<i>Cru</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoy</i>
Volnay	Bourgogne	A
Chablis	Bourgogne	A
Chablis	Californie	B

Vins  Localisation

vins10				
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoyenne</i>
Volnay	1983	A	Bourgogne	A
Volnay	1979	B	Bourgogne	A

Illustration -Jointure externe complète (livre G. Gardarin)



Vins		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	A
Volnay	1979	B
Julienas	1986	C

Localisation		
<i>Cru</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoy</i>
Volnay	Bourgogne	A
Chablis	Bourgogne	A
Chablis	Californie	B

Vins  Localisation

Illustration -Jointure externe complète (livre G. Gardarin)



Vins		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	A
Volnay	1979	B
Julienas	1986	C

Localisation		
<i>Cru</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoy</i>
Volnay	Bourgogne	A
Chablis	Bourgogne	A
Chablis	Californie	B

Vins  Localisation

Vins11				
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoyenne</i>
Volnay	1983	A	Bourgogne	A
Volnay	1979	B	Bourgogne	A
Chablis	<i>nul</i>	<i>nul</i>	Bourgogne	A
Chablis	<i>nul</i>	<i>nul</i>	Californie	B
Julienas	1986	C	<i>nul</i>	<i>nul</i>

Illustration -Jointure externe gauche (livre G. Gardarin)

Vins		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	A
Volnay	1979	B
Julienas	1986	C

Localisation		
<i>Cru</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoy</i>
Volnay	Bourgogne	A
Chablis	Bourgogne	A
Chablis	Californie	B

Vins  Localisation

Illustration -Jointure externe gauche (livre G. Gardarin)

Vins		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	A
Volnay	1979	B
Julienas	1986	C


Localisation		
<i>Cru</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoy</i>
Volnay	Bourgogne	A
Chablis	Bourgogne	A
Chablis	Californie	B

Vins  Localisation

12				
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoyenne</i>
Volnay	1983	A	Bourgogne	A
Volnay	1979	B	Bourgogne	A
Julienas	1986	C	<i>nul</i>	<i>nul</i>

Illustration -Jointure externe droite (livre G. Gardarin)

Vins			Localisation		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>	<i>Cru</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoy</i>
Volnay	1983	A	Volnay	Bourgogne	A
Volnay	1979	B	Chablis	Bourgogne	A
Julienas	1986	C	Chablis	Californie	B

Vins  Localisation

Vins13				
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoyenne</i>
Volnay	1983	A	Bourgogne	A
Volnay	1979	B	Bourgogne	A
Chablis	<i>nul</i>	<i>nul</i>	Bourgogne	A
Chablis	<i>nul</i>	<i>nul</i>	Californie	B

Opérations spécifiques (4)

- Différents types de jointure
 - Jointure
 - Jointure naturelle
 - Jointure externe
 - **Semi-jointure**
 - Jointure suivie d'une projection sur les attributs d'une des deux relations

Illustration –Semi-jointure (livre G. Gardarin)

Vins		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	A
Volnay	1979	B
Julienas	1986	C

Localisation		
<i>Cru</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoy</i>
Volnay	Bourgogne	A
Chablis	Bourgogne	A
Chablis	Californie	B


Vins  Localisation

Illustration –Semi-jointure (livre G. Gardarin)

Vins		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	A
Volnay	1979	B
Julienas	1986	C

Localisation		
<i>Cru</i>	<i>Région</i>	<i>QualitéMoy</i>
Volnay	Bourgogne	A
Chablis	Bourgogne	A
Chablis	Californie	B

Vins  Localisation

Vins14		
<i>Cru</i>	<i>Millésime</i>	<i>Qualité</i>
Volnay	1983	A
Volnay	1979	B

Les expressions de l'algèbre relationnelle

- A partir des opérations de cette algèbre, il est possible de composer un langage d'interrogation de bases de données
- Une requête de l'algèbre relationnelle peut alors être représentée par un arbre d'opérateurs dit arbre de requête (optimisable)
- Dans cet arbre, les nœuds sont des opérateurs et les arcs des extensions de relations

Quelques exemples requêtes en algèbre relationnelle (1)

- Quels sont les noms des clients (représentant un groupe de vacanciers) et la durée de leur séjour ?

`ProjectionnomClient, Finsejour-DebutSejour (Sejour)`

- Quels sont les noms des sports pris par des groupes de vacanciers de plus de 4 personnes ?

`R1= SélectionnbrePersonnes>4 (Sejour)`

`R2 = Location Jointure R1`

`Resultat = ProjectionnomSport (R2)`

Quelques exemples requêtes en algèbre relationnelle (2)

- Quels sont les noms des sports pris par des groupes de vacanciers de plus de 4 personnes ?

$R1 = \text{Sélection}_{\text{nbrePersonnes} > 4}(\text{Sejour})$

$R2 = \text{Location Jointure } R1$

$\text{Resultat} = \text{Projection}_{\text{nomSport}}(R2)$

$\text{Projection}_{\text{nomSport}}$

$(\text{Location Jointure Selection}_{\text{nbrePersonnes} > 4}(\text{Sejour}))$

Quelques exemples requêtes en algèbre relationnelle (3)

- Quels sont les noms des sports non loués ?

$R1 = \text{Projection}_{\text{nomSport}}(\text{Sport})$

$R2 = \text{Projection}_{\text{nomSport}}(\text{Location})$

$\text{Resultat} = R1 \text{ Difference } R2$

$\text{Projection}_{\text{nomSport}}(\text{Sport}) - \text{Projection}_{\text{nomSport}}(\text{Location})$

Quelques exemples requêtes en algèbre relationnelle (4)

- Quels sont les noms du client (représentant un groupe de vacanciers) et le numéro de leurs emplacements pour tous les types d'emplacements loués sauf les tentes ?

$R1 = \text{Sélection}_{\text{typeEmplacement} \neq \text{«tente»}}(\text{Emplacement})$

$R2 = \text{Sejour Jointure } R1$

$\text{Resultat} = \text{Projection}_{\text{nomClient}, \text{numEmplacement}}(R2)$

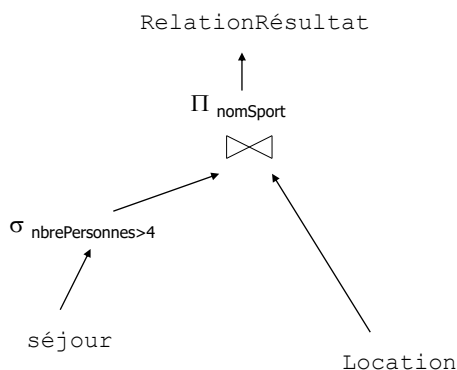
$\text{Projection}_{\text{nomClient}, \text{numEmplacement}}$

$(\text{Sejour Jointure Sélection}_{\text{typeEmplacement} \neq \text{«tente»}}(\text{Emplacement}))$

Noms des sports pris par des groupes de vacanciers de plus de 4 personnes ?

$\text{Projection}_{\text{nomSport}}(\text{Location Jointure Sélection}_{\text{nbrePersonnes} > 4}(\text{Sejour}))$

Arbre de requête





Fonctions de calcul

- Permettent d'effectuer des calculs
- Expression d'attribut
 - Expression mathématique construite à partir de noms d'attributs, d'opérateurs et de constantes
 - $PUHT * 1, 1$
 - Fonctions
 - SUM - somme des éléments d'un ensemble
 - AVG- moyenne des éléments d'un ensemble
 - MIN- minimum des éléments d'un ensemble
 - MAX- maximum des éléments d'un ensemble
 - COUNT- nombre d'éléments d'un ensemble