

# SQL - Cours 2

## Algèbre relationnelle

**Ikbel GUIDARA**

[ikbel.guidara@univ-lyon1.fr](mailto:ikbel.guidara@univ-lyon1.fr)

24/10/2017

# Algèbre relationnelle

- Un langage formel de manipulation des relations
- Permet d'exprimer une requête sous forme d'une expression algébrique qui s'applique à un ensemble de relations
- Tout résultat d'une opération est une relation; peut donc être réutilisée en entrée d'un nouvel opérateur.

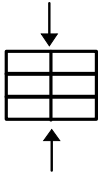
# Opérateurs de l'algèbre relationnelle

- L'algèbre relationnelle se base sur un ensemble d'opérateurs (union, produit cartésien, projection, différence,...) qui à partir d'une ou deux relations produisent une nouvelle table temporaire.
- La combinaison de ces opérateurs permet de formuler des requêtes de consultation (interrogation) de la base de données.

Opérateurs Unaires	Opérateurs Binaires
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sélection/Restriction</li><li>• Projection</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Union</li><li>• Intersection</li><li>• Différence</li><li>• Produit cartésien</li><li>• Jointure</li><li>• Division</li></ul>

Opérateurs Ensemblistes	Opérateurs Spécifiques
<ul style="list-style-type: none"><li>• Union</li><li>• Intersection</li><li>• Différence</li><li>• Produit cartésien</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sélection/Restriction</li><li>• Projection</li><li>• Jointure</li><li>• Division</li></ul>

# Opérateurs : Selection/restriction



- **BUT:**

- ❑ Permet de "sélectionner" les tuples répondants à une condition C
- ❑ La restriction réduit la taille de la relation horizontalement

- **Contraintes d'utilisation:**

- ❑ Unaire (donc une seule table)
- ❑ Spécifier une condition de sélection

- **Notations:**

- ❑  $T = \text{Selection}(R, \text{condition})$
- ❑  $T = \sigma R(\text{condition})$

# Opérateurs : Selection/restriction

Inscrit	NumElève	CodeUV	Note
	2	BD	10
	1	BD	20
	2	IO	17
	3	IO	18

- Inscrits en BD :

**T = selection (Inscrit, codeUV='BD')**

T	NumElève	CodeUV	Note
	2	BD	10
	1	BD	20



- Majors (note > 15) de BD :

**T1=selection (Inscrit, coudeUV='BD'  
et note>15)**

T1	NumElève	CodeUV	Note
	1	BD	20

T1 est une table temporaire

Condition : (Cond\_simple) et|ou (Cond\_simple) et|ou .... (Cond\_simple)

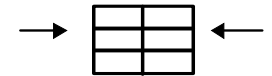
Cond\_simple : Ai operateur\_comparaison Bi

Ai est un attribut de la table

Bi est un attribut de la table ou une valeur

Operateur\_comparaison : > < = != >= <=

# Opérateurs : Projection



- BUT:

- ❑ Permet de "sélectionner" des attributs (colonnes)
- ❑ La projection réduit la taille de la relation verticalement

- Contraintes d'utilisation:

- ❑ Unaire
- ❑ Spécifier une liste d'attributs

- Notations:

- ❑  $T = \text{Projection}(R, A1, A2, \dots)$
- ❑  $T = \pi R(A1, A2, \dots)$

# Opérateurs : Projection

Elève	Num	Nom	Adresse	Age
	1	Belaïd	Maisel	20
	2	Millot	CROUS	20
	3	Meunier	Maisel	21



- Adresses des élèves :

**T = Projection(Elève, Adresse)**

T	Adresse
	Maisel
	CROUS

Pas de doublon

UV	Code	Nbh	Coord
	IO	45	Lalevée
	BD	15	Carpentier



- Code et nb heures des UV :

**V = Projection(UV, Code, nbh)**

V	Code	nbh
	IO	45
	BD	15

# Opérateurs : Combiner plusieurs opérateurs

- Il est possible de combiner plusieurs opérateurs les uns à la suite des autres
- Exemple:

UV	Code	Nbh	Coord
	IO	45	Lalevée
	BD	15	Carpentier



- Code des UV dont le nombre d'heures est  $> 20$

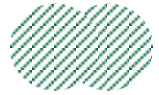
$T1 = \text{Selection}(\text{UV}, \text{nbh} > 20)$

$T2 = \text{Projection}(T1, \text{Code}, \text{nbh})$

T2	Code	nbh
	IO	45



# Opérateurs : Union



- BUT:
  - ❑ Permet de fusionner 2 relations R et S
- Contraintes d'utilisation:
  - ❑ Binaire
  - ❑ Même schéma
- Notations:
  - ❑  $T = \text{Union}(R, S)$
  - ❑  $T = R \cup S$
  - ❑ T est une table de même schéma que R et S
  - ❑ T contient toutes les lignes de R et celles de S sans redondances

# Opérateurs : Union

Prof	Nom
	Lalevée
	Carpentier
	Millot

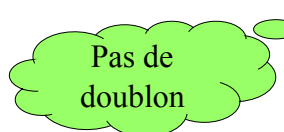
Elève	Nom
	Belaid
	Millot
	Meunier



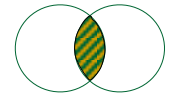
- Nom des personnes :

**T = Union (Prof, Elève)**

T	Nom
	Lalevée
	Carpentier
	Millot
	Belaid
	Meunier



# Opérateurs : Intersection



- BUT:

- Permet d'obtenir l'ensemble des tuples appartenant à deux relations R et S

- Contraintes d'utilisation:

- Binaire
- **Même schéma**

- Notations:

- $T = \text{Intersection}(R, S)$
- $T = R \cap S$
- T est une table de même schéma que R et S
- T a pour contenu les tuples commun à R et S

# Opérateurs : Intersection

Prof	Nom
	Lalevée
	Carpentier
	Millot

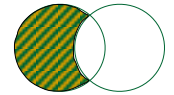
Elève	Nom
	Belaid
	Millot
	Meunier



- Noms communs élèves-profs  
 $T = \text{Intersection}(\text{Prof}, \text{Elève})$

T	Nom
	Millot

# Opérateurs : Différence



- BUT:

- Obtenir l'ensemble des tuples d'une relation qui ne figurent pas dans une autre

- Contraintes d'utilisation:

- Binaire
- Même schéma
- Non commutatif

- Notations:

- $T = \text{Difference}(R, S)$
- $T = R - S$
- T est une table de même schéma que R et S
- T contient les tuples de R qui n'apparaissent pas dans la table S

# Opérateurs : Différence

Prof	Nom
	Lalevée
	Carpentier
	Millot

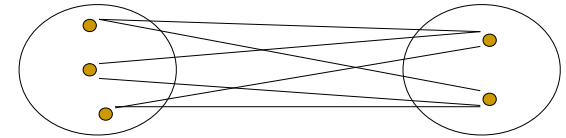
Elève	Nom
	Belaid
	Millot
	Meunier



- Noms des élèves qui ne portent pas le nom d'un prof  
**T = Difference (Elève, Prof)**

T	Nom
	Bélaïd
	Meunier

# Opérateurs : Produit Cartésien



- BUT:

- Ensemble de tous les tuples obtenus par concaténation de chaque tuple de R avec chaque tuple de S

- Contraintes d'utilisation:

- Binaire

- Notations:

- $T = \text{Produit}(R, S)$
- $T = R \times S$
- T a comme schéma l'union des attributs de R et S
- Schéma du résultat:
  - $R(a_1, a_2, \dots, a_n), S(b_1, b_2, \dots, b_p)$
  - $T(a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_p)$
  - $\text{Card}(T) = \text{Card}(R) * \text{Card}(S)$

# Opérateurs : Produit Cartésien

Elève	Num	Nom	Adresse	Age
	1	Belaid	Maisel	20
	2	Millot	CROUS	20
	3	Meunier	Maisel	21

UV	Code	Nbh	Coord
	IO	45	Lalevée
	BD	15	Carpentier



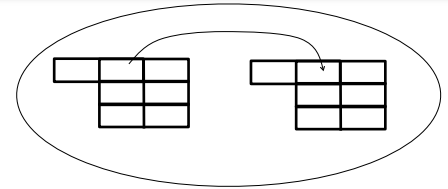
- Tous les élèves et tous les UV

**EleveUV = Produit (Eleve, UV)**

EleveUV	Num	Nom	Adresse	Age	Code	Nbh	Coord
	1	Belaid	Maisel	20	IO	45	Lalevée
	2	Millot	CROUS	20	IO	45	Lalevée
	3	Meunier	Maisel	21	IO	45	Lalevée
	1	Belaid	Maisel	20	BD	15	Carpentier
	2	Millot	CROUS	20	BD	15	Carpentier
	3	Meunier	Maisel	21	BD	15	Carpentier



# Opérateurs : Jointure



- **BUT:**

- Permet d'établir le lien sémantique entre les relations lors d'un produit cartésien

- **Contraintes d'utilisation:**

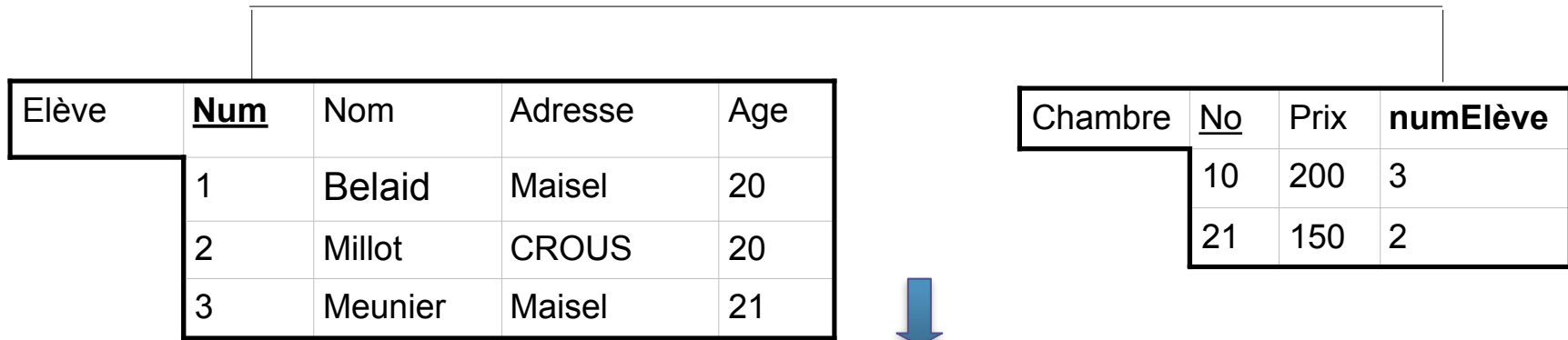
- Binaire

- **Notations:**

- $T = \text{Jointure}(R, S, \text{condition})$
- $T = R \bowtie S$   
Condition
- T a pour schéma le schéma du produit cartésien de R et S
- T contient les tuples du produit cartésien qui vérifient la condition de jointure

# Opérateurs : Jointure

Elève.Num=Chambre.numElève



- Tous les élèves qui ont une chambre

**T = Jointure (Elève, Chambre, Elève.Num=Chambre.NumElève)**

T	Num	Nom	Adresse	Age	No	Prix	numElève
	2	Millot	CROUS	20	21	150	2
	3	Meunier	Maisel	21	10	200	3

- 1 tuple de Chambre → 1 tuple de résultat
- 1 tuple de Elève → **0** ou 1 tuple de résultat

**T1 = Projection (T, Num)**

T1	Num
	2
	3

# Opérateurs : Jointure

Inscrit.NumElève=Elève.Num

Inscrit	<u>NumElève</u>	<u>CodeUV</u>	Note
	2	BD	10
	1	BD	20
	2	IO	17
	3	IO	18

Elève	<u>Num</u>	Nom	Adresse	Age
	1	Belaid	Maisel	20
	2	Millot	CROUS	20
	3	Meunier	Maisel	21



- Toutes les informations sur les étudiants inscrits et leurs notes  
**S = Jointure (Eleve, Inscrit, Eleve.Num = Inscrit.NumEleve)**

S	Num	Nom	Adresse	Age	NumElève	CodeUV	Note
	1	Belaid	Maisel	20	1	BD	20
	2	Millot	CROUS	20	2	IO	17
	2	Millot	CROUS	20	2	BD	10
	3	Meunier	Maisel	21	3	IO	18

# Opérateurs : Jointure

Inscrit.NumElève=Elève.Num

Inscrit	<u>NumElève</u>	<u>CodeUV</u>	Note
	2	BD	10
	1	BD	20
	2	IO	17
	3	IO	18

Elève	<u>Num</u>	Nom	Adresse	Age
	1	Belaid	Maisel	20
	2	Millot	CROUS	20
	3	Meunier	Maisel	21



- Toutes les informations sur les étudiants inscrits et qui ont des notes de BD
- S = Jointure (Eleve, Inscrit, CodeUV='BD' et Eleve.Num=Inscrit.Num)**

S	Num	Nom	Adresse	Age	CodeUV	Note
	1	Belaid	Maisel	20	BD	20
	2	Millot	CROUS	20	BD	10

# Opérateurs : Division

- BUT:

- ❑ Répondre aux requêtes de type « tous les »
- ❑ Exemple : les élèves inscrits à toutes les UV

- Contraintes d'utilisation:

- ❑ Binaire
- ❑ Le schéma de S est inclus dans le schéma de R
- ❑  $R(a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_p), S(b_1, b_2, \dots, b_p)$

- Notations:

- ❑  $T = \text{Divison}(R, S)$
- ❑  $T = R \div S$
- ❑ T a pour schéma les attributs  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$  donc les attributs de R qui ne sont pas dans S
- ❑ Les lignes de T sont des lignes qui combinées à n'importe quelle ligne de S produiront toujours une ligne dans R

# Opérateurs : Division

R	NumElève	CodeUV
	2	BD
	1	BD
	2	IO
	3	IO

S	CodeUV
	BD
	IO



- Quels sont les élèves inscrits à toutes les UVs ?

**T = Division (R,S)**

Res	NumElève
	2

# Opérateurs : Division

Inscrit	NumElève	CodeUV	Note
	2	BD	10
	1	BD	20
	2	IO	17
	3	IO	18

UV	Code	Nbh	Coord
	IO	45	Lalevée
	BD	15	Carpentier



$R = \text{Projection}(\text{Inscrit}, \text{NumEleve}, \text{CodeUV})$

$S = \text{Projection}(\text{UV}, \text{CodeUV})$

R	NumElève	CodeUV
	2	BD
	1	BD
	2	IO
	3	IO

S	CodeUV
	BD
	IO



$T = \text{Division}(R, S)$

Res	NumElève
	2

# Renommage

- BUT:
  - ❑ Renommer des noms d'attributs pour les besoins de certaines requêtes
- Contraintes d'utilisation:
  - ❑ Unaire
    - $S(b_1, b_2, \dots, b_n)$
- Notations:
  - ❑  $T = \text{RENOMMER}(S, b_1, a_1, b_5, a_2)$
  - ❑ Les attributs  $b_1$  et  $b_5$  sont renommés en  $a_1$  et  $a_2$  respectivement dans la nouvelle table temporaire  $T$
- Exemple
  - ❑  $S(\text{Num}, \text{Nom}, \text{prenom}, \text{courriel})$
  - ❑  $T1 = \text{Renommer}(S, \text{Num}, \text{Numéro}, \text{courriel}, \text{email})$
  - ❑ La table  $T1(\text{Numéro}, \text{Nom}, \text{prenom}, \text{email})$
  - ❑ Le contenu de  $T1$  est le même que celui de  $S$



# Bilan : sémantique et notations des opérateurs

Opérateur	Sémantique	Notation textuelle
Selection/ Restriction	« Sélectionner » des tuples	$T = \text{Selection}(R, \text{conditions})$
Projection	« Sélectionner » des attributs	$T = \text{Projection}(R, A1; \dots)$
Union	Fusionner les extensions de 2 relations	$T = \text{Union}(R, S)$
Intersection	Obtenir l'ensemble des tuples communs à deux relations	$T = \text{Intersection}(R, S)$
Différence	Tuples d'une relation qui ne figurent pas dans une autre	$T = \text{Difference}(R, S)$
Produit cartésien	Concaténer chaque tuple de R avec chaque tuple de S	$T = \text{Produit}(R, S)$
Jointure	Etablir le lien sémantique entre les relations	$T = \text{Jointure}(R, S)$
Division	Répondre aux requêtes de type « tous les »	$T = \text{Division}(R, S)$