

Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Plan du cours

Présentation

- ❖ L'algèbre relationnelle a été inventée par E. F. Codd en 1970 afin de formaliser les opérations sur les ensembles.
- ❖ Elle constitue une **collection d'opérations formelles** qui **agissent sur des relations** et **produisent des relations**.
- ❖ Les opérations sont regroupées selon leurs caractéristiques en plusieurs familles.

Opérations ensemblistes: **Union**

Définition

L'union est une opération sur deux relations de **même schéma** R_1 et R_2 qui sert à construire une troisième relation R_3 de **même schéma** ayant comme tuples ceux appartenant à R_1 et ceux appartenant à R_2 .

Les tuples qui apparaissent plusieurs fois dans le résultat ne sont représentés qu'une seule fois (**pas de doublons**)

Opérations ensemblistes: **Union**

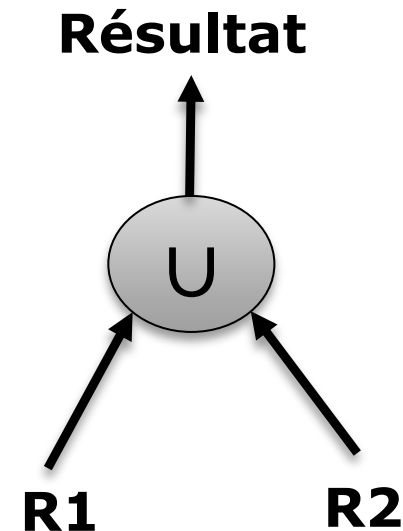
Notations

$R1 \cup R2$

UNION(R1,R2)

APPEND(R1,R2)

Représentation Graphique



Opérations ensemblistes: **Union**

Exemple

R1

Num	Nom	Tel
1	ALI	0216578655
2	AHMED	0247687656

R2

Num	Nom	Tel
2	AHMED	0247687656
3	SALIM	0250934642

R1 \cup R2

Num	Nom	Tel
1	ALI	0216578655
2	AHMED	0247687656
3	SALIM	0250934642

Opérations ensemblistes: **Différence**

Définition

La différence est une opération sur deux relations de **même schéma** R_1 et R_2 qui sert à construire une troisième relation R_3 de **même schéma** ayant comme tuples ceux appartenant à R_1 et n'appartenant pas à R_2 .

Opérations ensemblistes: **Différence**

Notations

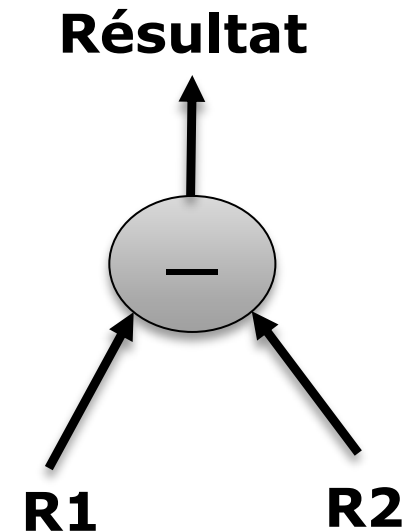
$R1 - R2$

$\text{DIFFERENCE}(R1, R2)$

$\text{REMOVE}(R1, R2)$

$\text{MINUS}(R1, R2)$

Représentation Graphique



Opérations ensemblistes: **Différence**

Exemple

R1

Num	Nom	Tel
1	ALI	0216578655
2	AHMED	0247687656

R2

Num	Nom	Tel
2	AHMED	0247687656

R1-R2

Num	Nom	Tel
1	ALI	0216578655

Opérations ensemblistes: **Produit cartésien**

Définition

Le produit cartésien de deux relations R_1 et R_2 de schéma quelconque est une relation R_3 ayant pour attributs la **concaténation des attributs** de R_1 et R_2 et dont les tuples sont constitués de **toutes les concaténations** d'un tuple de R_1 à un tuple de R_2 .

Opérations ensemblistes: **Produit cartésien**

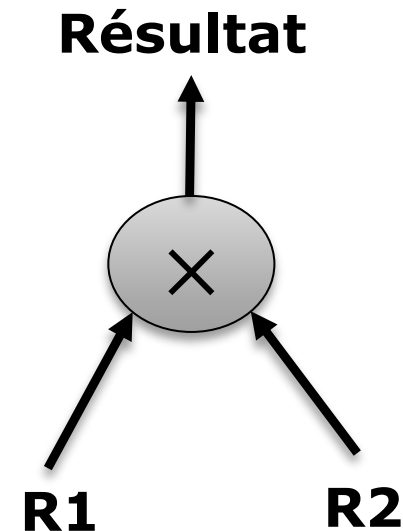
Notations

$R1 \times R2$

PRODUCT(R1,R2)

TIMES(R1,R2)

Représentation Graphique



Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Algèbre Relationnelle

Opérations ensemblistes: **Produit cartésien**

Exemple

R1

Num	Nom	Tel
1	ALI	0216578655
2	AHMED	0247687656

R2

Commande	Date
46	17/11/2019
50	25/12/2018

R1 × R2

Num	Nom	Tel	Commande	Date
1	ALI	0216578655	46	25/12/2018
1	ALI	0216578655	50	17/11/2019
2	AHMED	0247687644	46	25/12/2018
2	AHMED	0247687644	50	17/11/2019

Opérations ensemblistes: **Produit cartésien**

Note

Dans le cas où les deux relations ont des attributs ayant les même noms, on représente au niveau du résultat ces attributs avec d'autres noms ou bien en spécifiant la relation à laquelle ils appartiennent: $R1.A$, $R2.A$.

Opérations spécifiques: **Projection**

Définition

La projection d'une relation $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ sur les attributs A_i, A_{i+1}, \dots, A_p (avec $p < n$) est une relation R_2 de schéma A_i, A_{i+1}, \dots, A_p et dont les tuples sont obtenus par **élimination des attributs** de R n'appartenant pas à R_2 et par **suppression des doublons**.

Opérations spécifiques: **Projection**

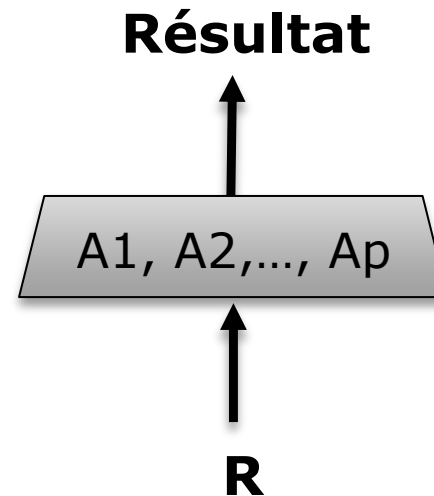
Notation

$P_{A1, A2, \dots, Ap}(R)$

$R[A1, A2, \dots, Ap]$

$PROJECT(R, A1, A2, \dots, Ap)$

Représentation Graphique



Opérations spécifiques: Projection

Exemple

R

Num	Nom	TEL	EMAIL
1	ALI	0216578655	ALI@GMAIL.COM
2	AHMED	0247687656	AHMED1@GMAIL.COM
3	SALIM	0314565789	SALIM@YAHOO.FR
4	ALI	0478654345	AHMED2@GMAIL.COM

PROJECT(R,Nom)

Nom
ALI
AHMED
SALIM

Opérations spécifiques: Restriction (Sélection)

Définition

La restriction (ou sélection) de la relation R par une condition C est une relation R_2 de même schéma dont les tuples sont ceux de R satisfaisant la condition C .

La condition est de la forme: $\langle \text{Attribut} \rangle \text{ Opérateur } \langle \text{Valeur} \rangle$

Les opérateurs sont: $\{=, <, >, <=, >=, < >\}$

Opérations spécifiques: Restriction (Sélection)

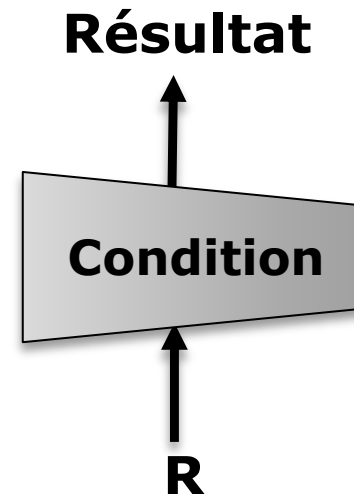
Notation

$S_{\text{Condition}}(R)$

$R[\text{Condition}]$

$\text{RESTRICT}(R, \text{Condition})$

Représentation Graphique



Opérations spécifiques: Restriction (Sélection)

Exemple

R

Num	Nom	TEL
1	ALI	0216578655
2	AHMED	0247687656
3	SALIM	0314565789
4	ALI	0478654345

RESTRICT(R, Nom="Ali")

Num	Nom	TEL
1	ALI	0216578655
4	ALI	0478654345

Opérations spécifiques: **Thêta Jointure**

Définition

La thêta-jointure de deux relations R_1 et R_2 de schéma quelconque selon une **condition C** est une relation R_3 dont le schéma est la **concaténation des attributs** des deux relations et les tuples sont ceux du **produit cartésien** de R_1 et R_2 **respectant la condition C** .

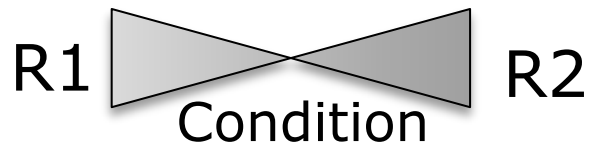
La condition est de la forme: **<Attribut> Opérateur <Attribut>**

Les opérateurs sont arithmétiques: $\{=, <, >, <=, >=, < >\}$

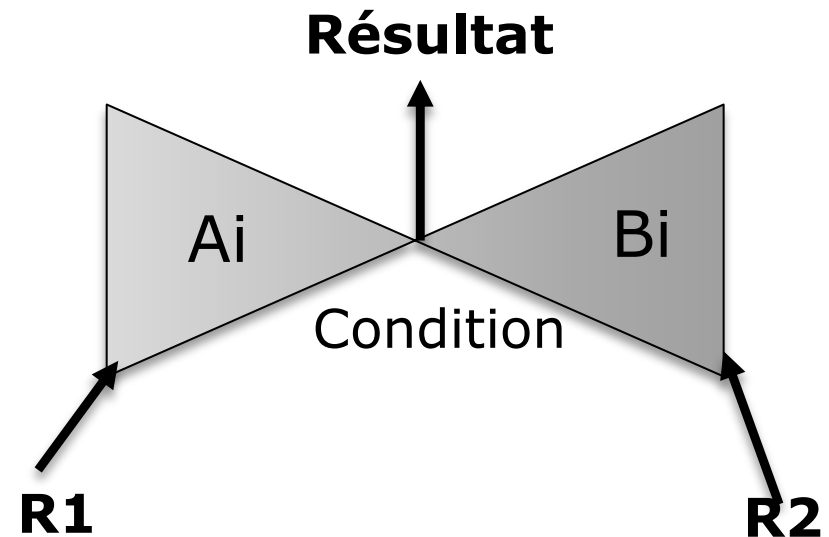
Opérations spécifiques: **Thêta Jointure**

Notation

JOIN(R1, R2, Condition)



Représentation Graphique



Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Algèbre Relationnelle

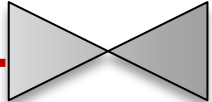
Opérations spécifiques: **Thêta Jointure**

Exemple **R1**

N	NOM	TEL
1	ALI	0216578655
2	AHMED	0247687656
3	ALI	0468977345

R2

NUM	NOM	ADRESSE
0	ALI	ALGER
2	AHMED	BLIDA
5	SALIM	ORAN

R1  **R2**
Nom=Nom

N	NOM	TEL	NUM	NOM	ADRESSE
1	ALI	0216578655	0	ALI	ALGER
2	AHMED	0247687656	0	ALI	ALGER
3	ALI	0468977345	0	ALI	ALGER
3	ALI	0468977345	2	AHMED	BLIDA

Opérations spécifiques: **Thêta Jointure**

Note

Si l'opérateur est « = » Alors c'est une Equi-jointure

Sinon c'est une Inéqui-jointure

Opérations spécifiques: Jointure Naturelle

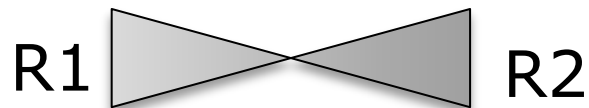
Définition

La jointure naturelle de deux relations R_1 et R_2 de schéma quelconque donne une troisième relation R_3 dont le schéma est obtenu avec **concaténation des attributs** des deux relations mais en ne prenant **les attributs de même nom qu'une seule fois**, et les tuples sont ceux du **produit cartésien** de R_1 et R_2 respectant la **une equi-jointure** entre les attributs de même nom.

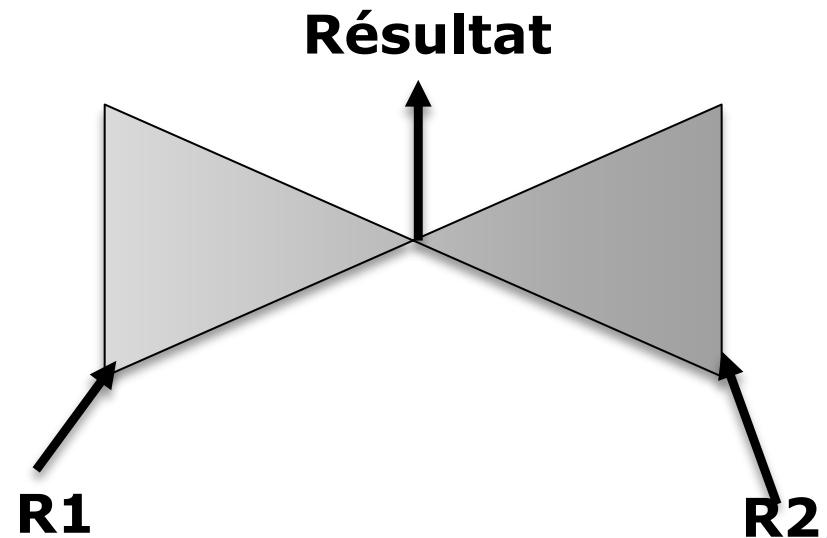
Opérations spécifiques: **Jointure Naturelle**

Notation

JOIN(R1, R2)



Représentation Graphique



Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Algèbre Relationnelle

Opérations spécifiques: Jointure Naturelle

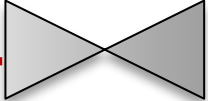
Exemple

R1

NUM	NOM	TEL
1	ALI	0216578655
2	AHMED	0247687656
3	ALI	0468977345

R2

NUM	NOM	ADRESSE
0	ALI	ALGER
2	AHMED	BLIDA
5	SALIM	ORAN

R1  **R2**
Num=Num

NUM	NOM	TEL	ADRESSE
2	AHMED	0247687656	BLIDA

Opérations spécifiques: **Jointure Naturelle**

Note

Une jointure naturelle entre deux relations $R1$ et $R2$ n'ayant aucun attribut en commun (de même nom) est le produit cartésien de $R1$ et de $R2$.

Opérations Dérivées: Intersection

Définition

L'intersection de deux relations $R1$ et $R2$ de même schéma est une relation $R3$ de même schéma dont les tuples sont ceux appartenant à la fois à $R1$ et à $R2$.

Opérations Dérivées: Intersection

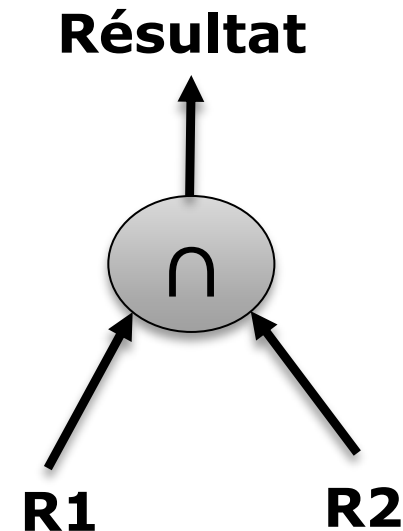
Notation

$R1 \cap R2$

INTERSECT(R1, R2)

AND(R1, R2)

Représentation Graphique



Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Algèbre Relationnelle

Opérations Dérivées: Intersection

Exemple **R1**

NUM	NOM	TEL
1	ALI	0216578655
2	AHMED	0247687656
3	KARIM	0468977345

R2

NUM	NOM	TEL
0	ALI	0357687765
2	AHMED	0247687656
5	SALIM	0315467895

R1 \cap R2

NUM	NOM	TEL
2	AHMED	0247687656

Opérations Dérivées: **Division (Quotient)**

Définition

La division de la relation $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ par la sous-relation $R_2(A_{p+1}, \dots, A_n)$ est la relation $R_3(A_1, A_2, \dots, A_p)$ formée de tous les tuples qui concaténés à chaque tuple de R_2 donnent toujours un tuple de R_1 .

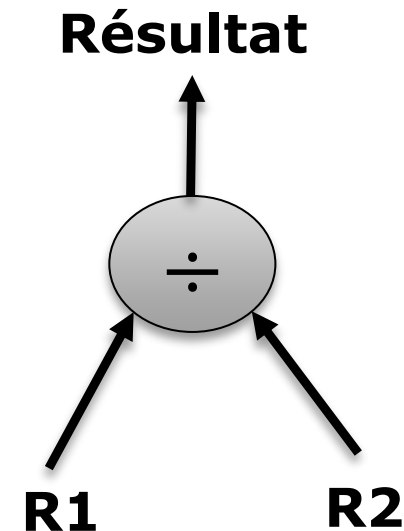
Opérations Dérivées: **Division (Quotient)**

Notation

$R1 / R2$

$\text{DIVISION}(R1, R2)$

Représentation Graphique



Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Algèbre Relationnelle

Opérations Dérivées: Division (Quotient)

Exemple **R1**

NOM	AGE	VILLE
ALI	30	Alger
ALI	23	Oran
KARIM	18	ALGER
KARIM	28	ALGER
SALIM	40	ALGER

R2

AGE	VILLE
18	ALGER
28	ALGER

R1 ÷ R2

NOM
KARIM

Opérations Dérivées: **Division (Quotient)**

Note

- Les attributs du résultat d'une division $R1/R2$ sont ceux faisant partie de $R1$ et ne sont pas dans $R2$ pour que le produit cartésien $R2 \times R3$ donne des attributs de $R1$.
- Pour effectuer une division entre $R1$ et $R2$ il faut que tous les attributs de $R2$ font partie de $R1$ et que $R1$ possède au moins un attribut en plus que $R2$.

Présentation

- ❑ C'est un langage d'interrogation de bases de données qui est à la base du langage SQL.
- ❑ Les opérations de base de l'Algèbre Relationnelle constituent un langage complet.

Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Le Langage Algébrique

Exemple 1: Soit le schéma relationnel suivant:

Pilote(NumPilote, NomPilote, Ville, Salaire)

Avion(NumAvion, NomAvion, Capacité)

Vol(NumVol, VilleDépart, VilleArrivée, NumPilote#, NumAvion#)

Exprimer en algèbre relationnelle la requête suivante:

- Donner les noms des **avions** dont la **capacité est supérieure à 350** passagers.

$R = \text{restrict}(\text{avion}, \text{capacité} > 350)$

$R2 = \text{Projection}(R, \text{Nomavion})$

Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Le Langage Algébrique

Exemple 2: Soit le schéma relationnel suivant:

Pilote(NumPilote, NomPilote, Ville, Salaire)

Avion(NumAvion, NomAvion, Capacité)

Vol(NumVol, VilleDépart, VilleArrivée, NumPilote#, NumAvion#)

Exprimer en algèbre relationnelle la requête suivante:

- Donner les **noms des pilotes** de la compagnie.

$R = \text{Project}(\text{pilot}, \text{NomPilot})$

Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Le Langage Algébrique

Exemple 3: Soit le schéma relationnel suivant:

Pilote(NumPilote, NomPilote, Ville, Salaire)

Avion(NumAvion, NomAvion, Capacité)

Vol(NumVol, VilleDépart, VilleArrivée, NumPilote#, NumAvion#)

Exprimer en algèbre relationnelle la requête suivante:

- Donner les **noms des pilotes domiciliés à Alger** dont le **salaire dépasse 5000**.

$R1 = \text{Restrict}(\text{pilot}, \text{salaire} > 5000, \text{ville} = \ll \text{alger} \gg)$

$R2 = \text{Project}(R1, \text{NomPilot})$

Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Le Langage Algébrique

Exemple 4: Soit le schéma relationnel suivant:

Pilote(NumPilote, NomPilote, Ville, Salaire)

Avion(NumAvion, NomAvion, Capacité)

Vol(NumVol, VilleDépart, VilleArrivée, NumPilote#, NumAvion#)

Exprimer en algèbre relationnelle la requête suivante:

- Donner les **numéros** des **vols** effectués au **départ d'Oran** par des **pilotes domiciliés à Alger**.

R1=Restrict (pilot,ville=« alger »)

R2=Join(R1,Vol)

R3=Restrict(R2,villeDépart=« oran »)

R4=Project(R3,NumVol)

Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Le Langage Algébrique

Exemple 5: Soit le schéma relationnel suivant:

Pilote(NumPilote, NomPilote, Ville, Salaire)

Avion(NumAvion, NomAvion, Capacité)

Vol(NumVol, VilleDépart, VilleArrivée, NumPilote#, NumAvion#)

Exprimer en algèbre relationnelle la requête suivante:

- Donner les **noms des avions** que le **pilote nommé Mohamed Ali** a déjà **pilotés**.

R1=Restrict(pilot,Nomp=« mohamed ali »)

R2=Join(R1,vol)

R3=Join(R2,Avion)

R4=Project (R3,NomAvion)

Construction d'une requête algébrique

- 1. Identifier les relations utiles pour exprimer la requête**
- 2. Recopier le schéma de ces relations, et indiquer sur ces schémas:**
 - Les attributs qui font partie du résultat de la requête
 - Les conditions portant sur les attributs
 - Les liens entre les relations
- 3. Traduire cette figure en expression algébrique**
 - Faire les restrictions selon les conditions portant sur les attributs
 - Faire les jointures selon les liens entre les relations
 - Projeter sur les attributs qui font partie du résultat

Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Le Langage Algébrique

Exemple 5: Donner les **noms des avions** que le **pilote nommé Mohamed Ali** a déjà **pilotés**.

1 **RESTRICT** NomPilote="Mohamed Ali"

Pilote(NumPilote, NomPilote, Ville, Salaire)

R1 = RESTRICT(Pilote, NomPilote="Mohamed Ali")

R2 = JOIN(R1, Vol)

R3 = JOIN(R2, Avion)

Résultat = PROJECT(R3, NomAvion)

Avion

3

JOIN Avion.NumAvion=Vol.NumAvion

Vol(NumVol, VilleDépart, VilleArrivée, NumPilote#, NumAvion#)

Arbre algébrique

Arbre dont les **nœuds** représentent les **opérations algébriques** et les **arcs** les **relations** représentant des flots de données entre opérations.

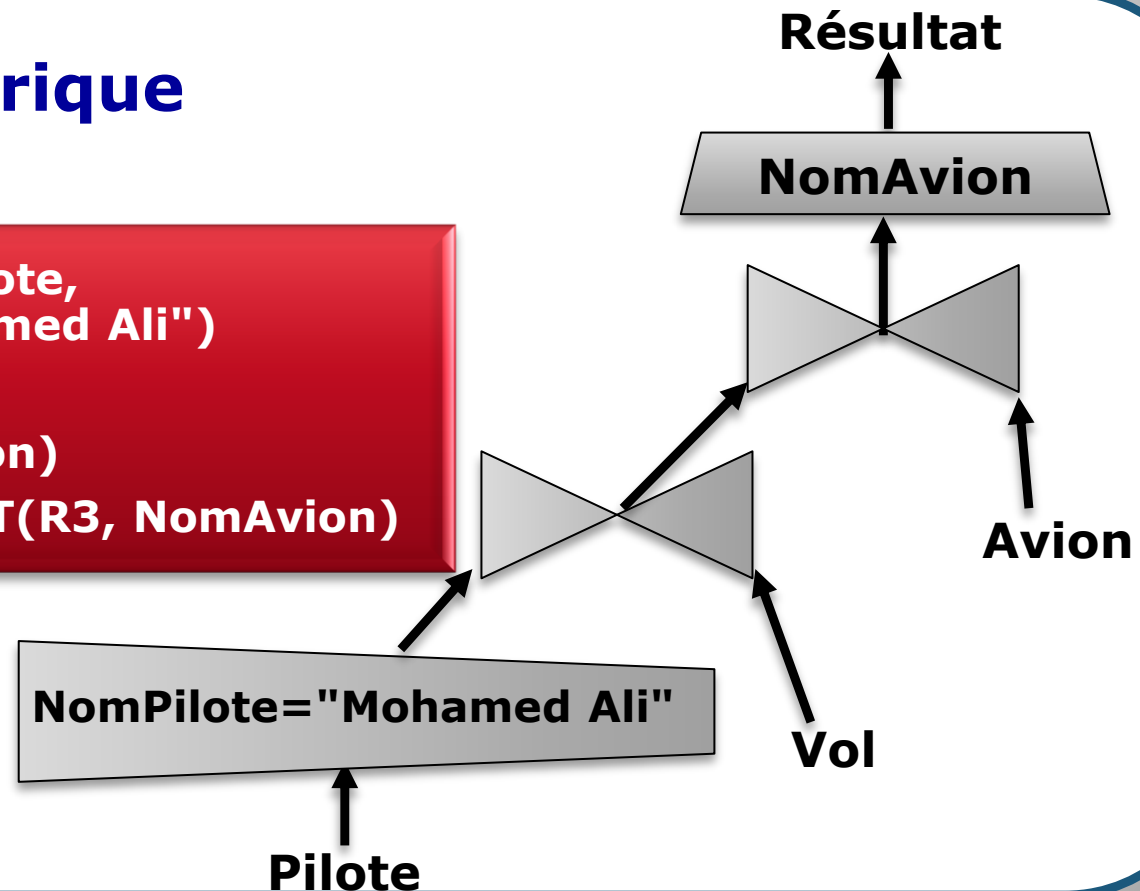
Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Le Langage Algébrique

Arbre algébrique

Exemple 5:

**R1= RESTRICT(Pilote,
NomPilote="Mohamed Ali")
R2= JOIN(R1, Vol)
R3= JOIN(R2, Avion)
Résultat= PROJECT(R3, NomAvion)**



Fonctions et agrégats

Fonction de calcul

Il est possible de remplacer, dans les conditions des opérations, un attribut utilisé en tant qu'argument par **une composition de fonctions arithmétiques appliquées sur des attributs de la relation ou des constantes.**

Exemple:

Résultat= RESTRICT(Commande, (PrixUnitaire × Quantité)>5000)

Fonctions et agrégats

Les agrégats

Les agrégats sont utilisés pour effectuer des opérations de calcul sur des colonnes.

Somme
(SUM)

Moyenne
(AVG)

Minimum
(MIM)

Maximum
(MAX)

Compte
(COUNT)

Chapitre 2: Le Langage Algébrique

Le Langage Algébrique

Exemple 4: Soit le schéma relationnel suivant:

Pilote(NumPilote, NomPilote, Ville, Salaire)

Avion(NumAvion, NomAvion, Capacité)

Vol(NumVol, VilleDépart, VilleArrivée, NumPilote#, NumAvion#)

**R = AGREGAT(<RELATION> ; <ATTRIBUT1> ;
<FONCTION>{<ATTRIBUT2>})**

Résultat= Agrégat (Pilote, AVG(Salaire))

Résultat= Agrégat (Avion, Count(NumAvion))

Résultat= Agrégat (Pilote, Max(Salaire))

Résultat= Agrégat (Vol, VilleDépart, Count(NumVol))

Fonctions et agrégats

Les agrégats

Fonctions	Valeur de retour
AVG([DISTINCT] x)	Moyenne de toutes les valeurs de x
SUM([DISTINCT] x)	Somme de toutes les valeurs de x
MAX(x)	Valeur max de x
MIN(x)	Valeur min de x
COUNT(*)	Nombre de lignes
COUNT([DISTINCT] x)	Nombre de valeurs distinctes de x