

Cours de Base de Données

Cours n.4 :

Algèbre relationnelle

Cheikhou THIAM – cthiam@univ-thies.sn

UFR Sciences Economique et Sociales

2018-2019

Université de THIES

Le produit cartésien

- Le premier opérateur binaire, et le plus important, est le produit cartésien, \times . Le produit cartésien entre deux relations R et S se note $R \times S$ et permet de créer une nouvelle relation où chaque tuple de R est associé à chaque tuple de S ,
- Voici deux relations R et S :

A	B
1	a
2	b

C	D
3	x
4	y

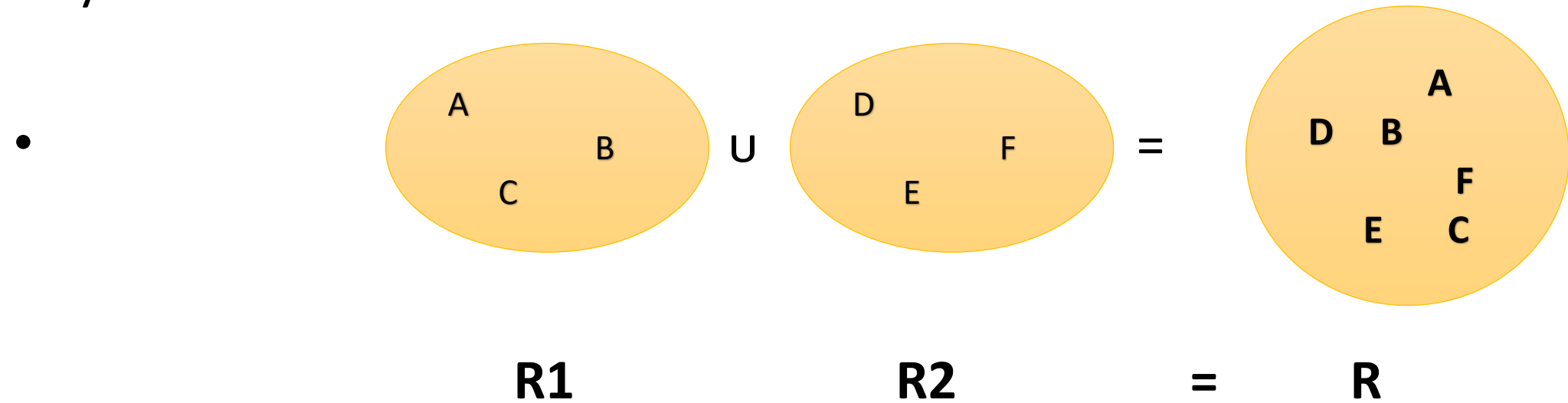
- Voici le résultat $R \times S$

A	B	C	D
1	a	3	x
1	a	4	y
2	b	3	x
2	B	4	y

Le nombre de lignes dans le résultat est exactement le nombre de lignes de R multiplié par le nombre de ligne S

L'union

- Syntaxe : $R=R1 \cup R2$

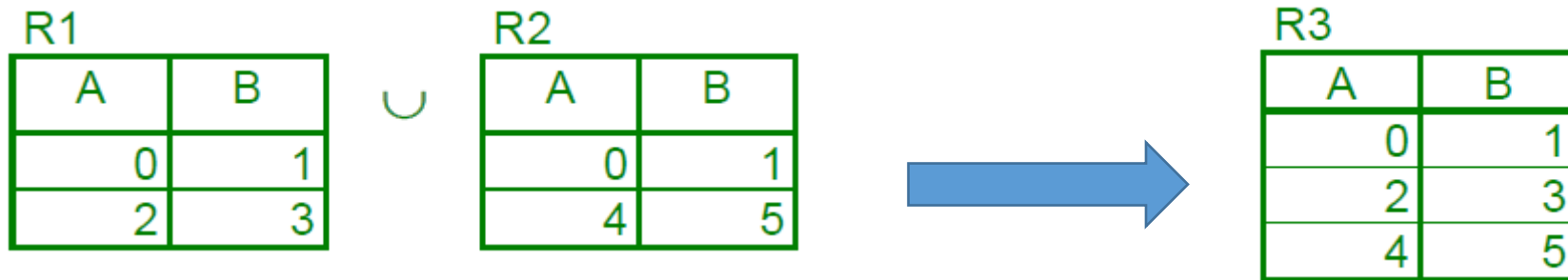
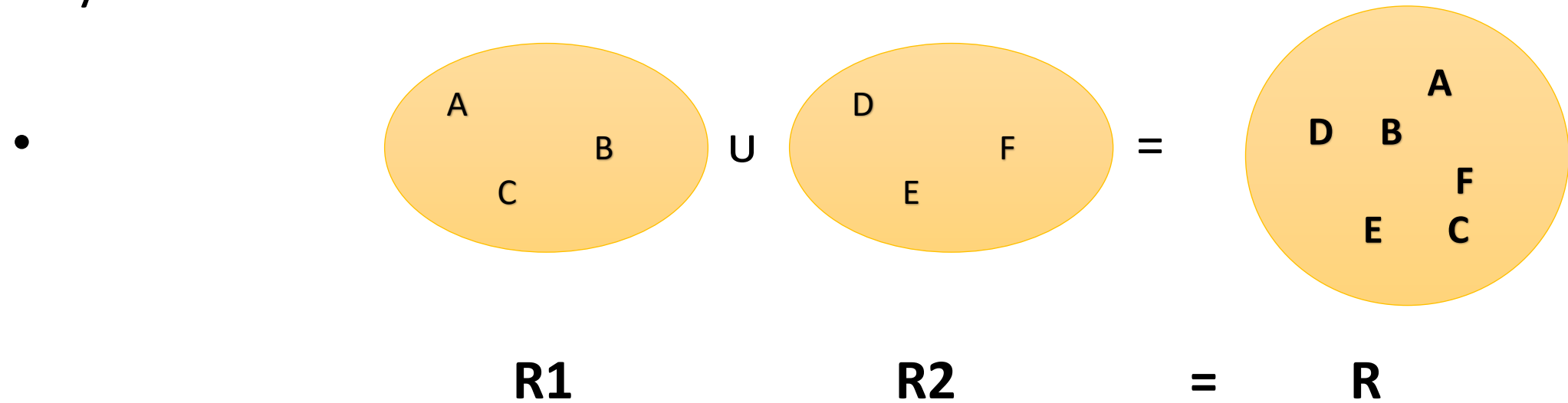


L'union

- L'expression **R u S** crée une relation comprenant tous les tuples existant dans l'une ou l'autre des relations R et S. Il existe une condition impérative : ***les deux relations doivent avoir le même schéma***, c'est-à-dire même nombre d'attributs, mêmes noms et mêmes types.

L'union

- Syntaxe : $R=R1 \cup R2$



Union

- L'union des relations $R(A,B)$ et $S(C, D)$ est interdite
 - Problème pour nommer les attributs dans le résultat
- il devient possible de calculer $R \cup S'$ avec $S' = \rho_{C \rightarrow A, D \rightarrow B}(S)$
 - L'opérateur particulier, dénoté ρ permet de renommer un ou plusieurs attributs d'une relation

R

A	B
1	a
2	b

S

C	D
3	x
4	y

S' =

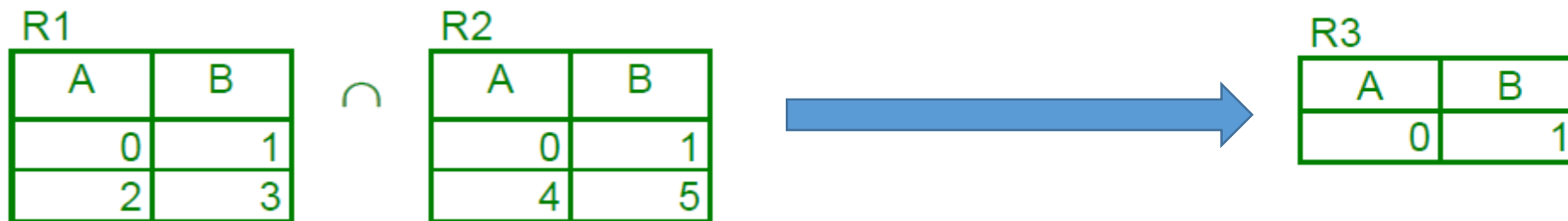
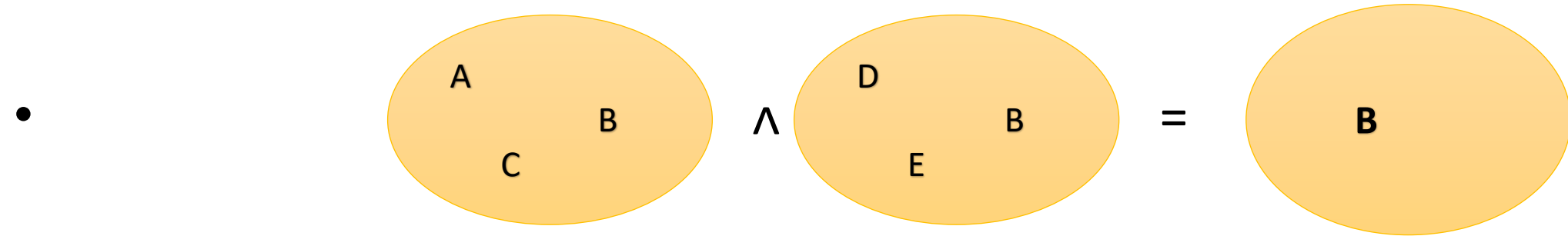
A	B
3	x
4	y

R \cup S' =

A	B
1	a
2	b
3	x
4	y

Intersection

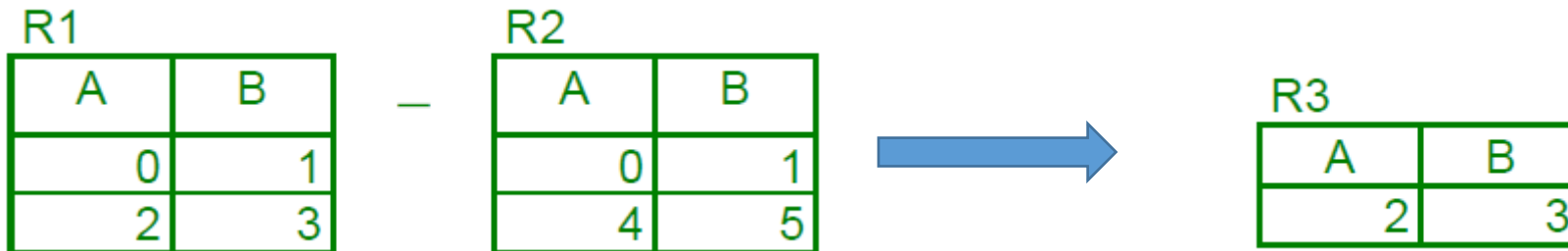
- Syntax : $R=R1 \wedge R2$



DIFFÉRENCE

- La différence entre deux relations R1 et R2 de même schéma est une relation R3 de schéma identique ayant pour n-uplets les n-uplets de R1 n'appartenant pas à R2
- On notera :

- **$R3 = R1 - R2$**



JOINTURE

- La jointure de deux relations R1 et R2 est une relation R3 dont les n-uplets sont obtenus en concaténant les nuplets de R1 avec ceux de R2 et en ne gardant que ceux qui vérifient la condition de liaison
- On notera : **$R3 = R1 \bowtie R2 \text{ (condition)}$** ou **$R1 \bowtie p \text{ S1}$** avec **p=condition**
- la jointure de R1 avec R2 suivant le critère condition
 - Le schéma de la relation résultat de la jointure est la concaténation des schémas des opérandes (s'il y a des attributs de même nom, il faut les renommer)
 - Les n-uplets de $R1 \times R2 \text{ (condition)}$ sont tous les couples (u1,u2) d'un n-uplet de R1 avec un n-uplet de R2 qui satisfait "condition"
 - La jointure de deux relations R1 et R2 est le produit cartésien des deux relations suivi d'une restriction

JOINTURE

- La condition de liaison doit être du type :
<col1> :: <col2>
- où : col1 ∈ 1ère relation et col ∈ 2ème relation
- :: est un opérateur de comparaison (égalité ou inégalité)
- La jointure permet de composer 2 relations à l'aide d'un critère de liaison

R1(A, B, C)

A	B	C
A1	B1	10
A2	B2	10
A3	B3	20
A4	B4	30



R2(U, V)

U	V
10	V1
20	V2
30	V3

R1 ⋈ R2 (R1.C = R2.U)



A	B	C	U	V
A1	B1	10	10	V1
A1	B2	10	10	V1
A3	B3	20	20	V2
A4	B4	30	30	V3

Opération de jointure

- **Jointure thêta (Θ -join)** : $R \bowtie_{\rho} S$
- La thêta-jointure définit une relation qui contient les tuples qui
- satisfont le prédicat P du produit cartésien de R et S . Le prédicat P est de la forme $R.ai \Theta S.bj$ où Θ est l'un des opérateurs de comparaison ($<, \neq, >, \leq, \geq, =$).
- Si le prédicat P est l'égalité ($=$), on parle d'**équijointure**
- **Jointure naturelle** : $R \bowtie S$
- La jointure naturelle est une équijointure des relations R et S sur tous les attributs communs en retirant les occurrences multiples d'attributs.

Exemple de jointure

PERSONNE		
nom	prénom	Age
Fatim	Lisa	6
Coumba	Carole	42
Fatou	Laure	16


CADEAU		
âgeC	article	prix
99	livre	30
6	poupée	60
20	baladeur	45
10	déguisement	15


		PERSONNE $\bowtie_{(\text{âge} \leq \text{âgeC}) \wedge (\text{prix} \leq 50)}$ CADEAU			
nom	prénom	âge	âgeC	article	prix
Fatim:	Lisa	6	99	livre	30
Fatim	Lisa	6	20	baladeur	45
Fatim	Lisa	6	10	déguisement	15
Coumba	Carole	42	99	Livre	30
Coumba	Carole	42	99	Livre	30
Coumba	Carole	42	20	baladeur	45

Jointure naturelle

- Jointure où l'opérateur de comparaison est l'égalité dans le résultat on fusionne les 2 colonnes dont les valeurs sont égales
- La jointure permet d'enrichir une relation
- La normalisation conduit à décomposer ; la jointure permet de recomposer

Opération de jointure/Thêta-jointure

La jointure : opérateur **JOIN**, noté  - combiner une paire de tuples de deux relations en un seul tuple

Client  Vente
numéro = no_client

Critère de sélection:

= | ≠ | ≤ | < | > | ≥

<u>Client</u>				<u>Vente</u>			
numéro	nom	adresse	téléphone	numéro	ref_produit	no_client	date
101	Durand	NICE	0493942613	00102	AF153	101	12/10/04
106	Fabre	PARIS	NULL	00809	BG589	106	18/10/04
106	Fabre	PARIS	NULL	11005	VF158	106	05/10/04
125	Antonin	MARSEILLE	0491258472	12005	BG589	125	25/10/04

La relation résultante :

- autant d'attributs que le produit cartésien (degré(R1) + degré(R2))
- moins de tuples

Exercice

1. Afficher le nom des clients avec les dates de leurs achats
2. Afficher, pour le client numéro 125, le numéro de vente et la marque des produits achetés

Q1 : π (Client \bowtie Vente)
Client.nom, Vente.date Client.numéro = Vente.no_client

Q2 : $V1 = \sigma$ (Vente)
Vente.no_client = 125

$R1 = V1 \bowtie$ Produit
Vente.ref_produit = Produit.référence

Res = π (R1)
Vente.numéro, Produit.marque

Exercice

3. Afficher la référence des produits dont le prix est supérieur au produit qui a pour référence 153.

PRODUIT

référence	marque	prix
153	BMW	1000
589	PEUGEOT	1800
158	TOYOTA	1500



curseurs

PRODUIT

référence	marque	prix
153	BMW	1000
589	PEUGEOT	1800
158	TOYOTA	1500

Q3 $P1 = \rho$ (Produit) *opérateur de renommage*

$P2 = \sigma$ (P1)
 $P1.référence = 153$

Res = π (Produit \bowtie P2)
 $Produit.référence \quad Produit.prix > P1.prix$

Opérateur Equijointure / Jointure naturelle

- **Théta-jointure avec opérateur =**
 - **Equijointure** la condition fait appel à l'opérateur =
 - **Jointure naturelle** noté * :
éqijointure dont la condition porte sur des attributs identiques (de même domaine et même nom)
un seul des deux attributs est conservé dans le résultat
- Equivalent**

no_client

<u>Client</u>				<u>Vente</u>			
numéro	nom	adresse	téléphone	numéro	ref_produit	no_client	date
101	Daouda	Thies	0493942613	00102	AF153	101	12/10/04
106	Fabre	Dakar		00809	BG589	106	18/10/04
106	Fabre	Dakar		11005	VF158	106	05/10/04
125	Alpha	Kolda	0491258472	12005	BG589	125	25/10/04

Exemple de jointure naturelle

Afficher le nom des clients avec les dates de leurs achats

π (Client \bowtie Vente)
Client.nom, Vente.date Client.numéro = Vente.no_client

ou

Renommage Client.numéro en Client.no_client

π (Client * Vente)
Client.nom, Vente.date

no_client	nom	adresse	téléphone	numéro	ref_produit	date
101	Daouda	Thies	0493942613	00102	AF153	12/10/04
106	Fabre	Dakar		00809	BG589	18/10/04
106	Fabre	Dakar		11005	VF158	05/10/04
125	Alpha	Kolda	0491258472	12005	BG589	25/10/04

Autres jointures

- **Jointure externe (gauche) entre R et S**
- La jointure externe gauche est une jointure dans laquelle les tuples de la relation R qui n'ont pas nécessairement de valeur correspondante dans S parmi les attributs communs de R et S, sont également inclus dans la relation résultante. Les valeurs manquantes dans la seconde relation sont mises à nul.
- **Jointure externe droite** : le résultat conserve tous les tuples de la relation de droite
- **Jointure externe complète** : le résultat reprend tous les tuples de deux relations et remplit de nuls les attributs absents pour tous les cas de non-correspondance
- **Semi-jointure entre R et S**
- La semi-jointure définit une relation qui contient les tuples de R qui participent à la jointure de R avec S.

Opérateur JOINTURE EXTERNE

La jointure externe entre les relations S et R notée $S \bowtie R$:

- ✓ la jointure $S \bowtie R$
- ✓ les tuples de S et R ne participant pas à la jointure

CLIENT \bowtie VENTE

no_client	nom	adresse	téléphone	numéro	ref_produit	date
101	Daouda	Thies	0493942613	00102	AF153	12/10/04
106	Fabre	Dakar	NULL	00809	BG589	18/10/04
106	Fabre	Dakar	NULL	11005	VF158	05/10/04
110	Saliou	Dakar	0491258472	12005	BG589	25/10/04
125	Alpha	Kolda	NULL	NULL	NULL	NULL

A droite et à gauche

Pas d'informations

Exemple de jointure

NB	NOM	FILIERE
10	FALL	LMIO
5	DIOP	LGI
8	NGO M	LMI
4	THIA M	LGI

Etudiant

NB	MOYENNE
10	10
5	9
8	11
4	8

NOTES

La Jointure \bowtie ou \Join

- Noms des étudiants ayant la moyenne

$\Pi(\sigma(\text{etudiant} \times \text{Note}) / (\text{Etudiant.N} = \text{Note.NB}) \wedge (\text{Note.moy} > 10)) / \text{Nom}$

$\Pi(\bowtie (\sigma(\text{Note.moy} > 10), \text{etudiant}) / \text{Etudiant.N} = \text{Note.NB}) / \text{Nom}$

Associativité des jointures

Commutativité des jointures et des restrictions

Exemple

- « Donnez pour chaque vente la référence du produit, sa désignation, son prix, le numéro de client, la date et la quantité vendue »

VENTE As V

IdCli	IdPro	Date	Qte
X	P	1/1/98	1
Y	Q	2/1/98	1
Z	P	3/1/98	1



PRODUIT As P

IdPro	Désignation	Prix
P	PS	100
Q	Mac	100

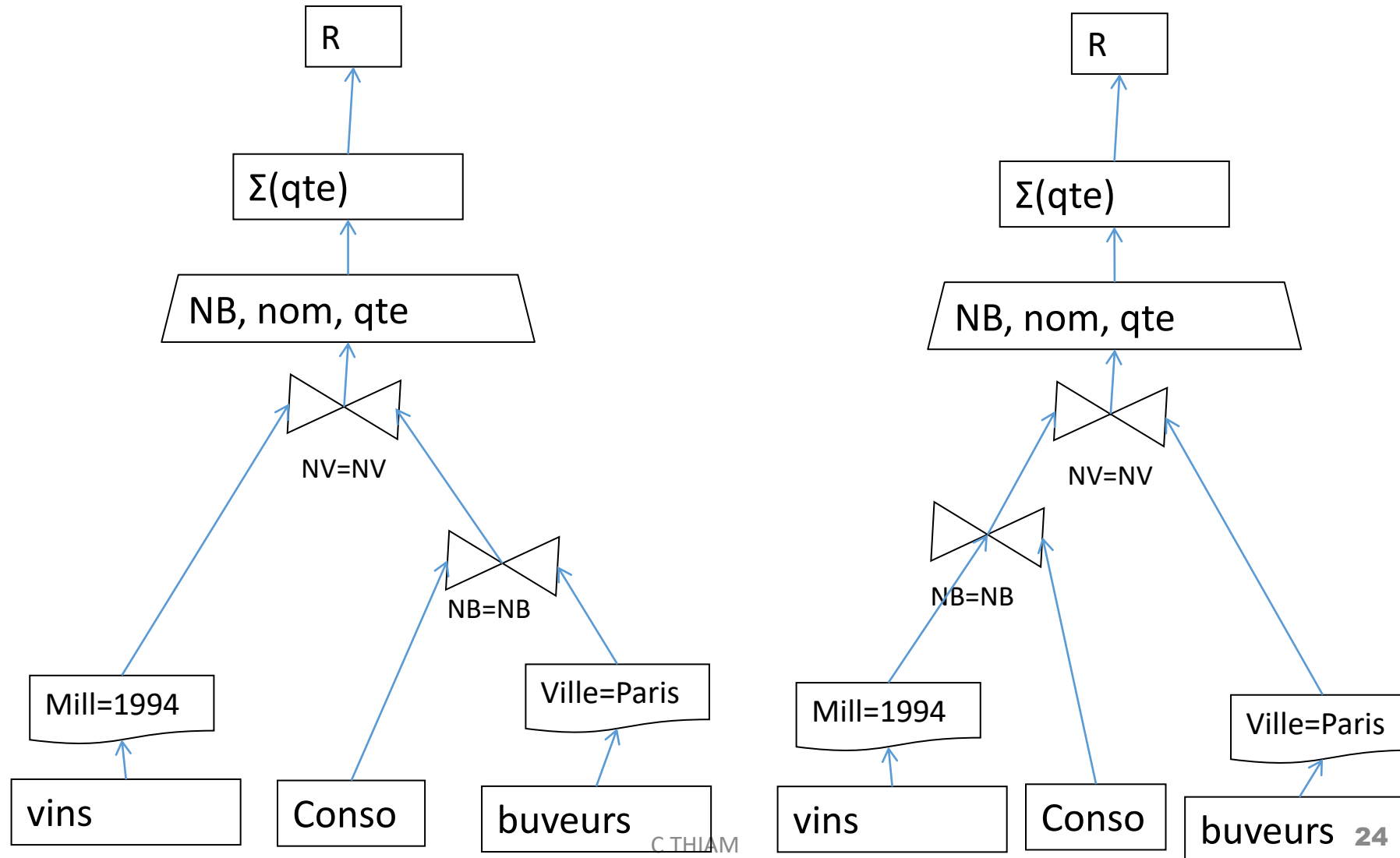


VENTE × PRODUIT (V.IdPro=P.IdPro)

Idcli	IdPro	Date	Qte	Désignation	Prix
X	P	1/1/98	1	PS	100
Y	Q	2/1/98	1	Mac	100
Z	P	3/1/98	1	PS	100

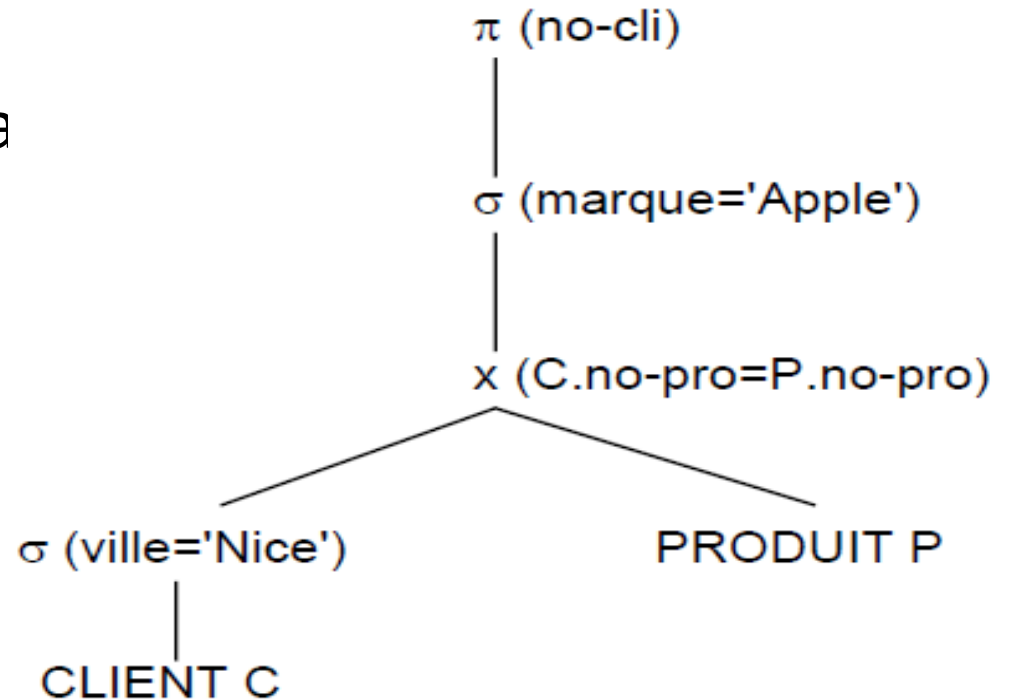
Représentation en Arbre Algébrique

Utile à l'optimiser pour déterminer un plan d'exécution de la requête optimal.



Arbre algébrique

- Requêtes sur le schéma CLIENT, PRODUIT, VENTE
 - CLIENT (IdCli, nom, ville)
 - PRODUIT (IdPro, désignation, marque, prix)
 - VENTE (IdCli, IdPro, date, qte)
- Quels sont les clients de Nice ayant acheté une marque 'Apple' ?



algébrique

- Requêtes sur le schéma CLIENT, PRODUIT, VENTE
 - **CLIENT (IdCli, nom, ville)**
 - **PRODUIT (IdPro, désignation, marque, prix)**
 - **VENTE (IdCli, IdPro, date, qte)**
- Quels sont les clients (nom) de Dakar qui ont acheté un produit de marque « HP » le 17/07/2019?

Regroupement

Regroupement

- Syntaxe :

R = Regroupement (R1,Att, Fonction(expression))

Cette opération regroupe les lignes de R1 possédant la même valeur pour l'attribut Att, et calcule le résultat de la fonction pour chaque groupe de lignes obtenu.

- Fonctions : COMPTE, SOMME, MOYENNE, MIN, MAX

Regroupement : compte

Exemple: nombre d'étudiants inscrits dans chaque filières?

**R = Regroupement (Inscriptions, Etudes,
COMPTE(Etudes))**

Inscriptions

N°Etu	Etudes
A745862	SRC1
85A2153	LPATC
B785862	SRC1
A745862	SRC2
A745862	LPATC
78TAR12	SRC1



Etudes	N°Etu
SRC1	A745862
SRC1	B785862
SRC1	78TAR12
SRC2	A745862
LPATC	A745862
LPATC	85A2153



R

Etudes	Compte (Etudes)
SRC1	3
SRC2	1
LPATC	2

Regroupement : somme

Exemple: montant total des cotisations perçues par filières?

**R = Regroupement (Inscriptions, Etudes,
SOMME(cotis))**

Etudes	N°Etu	Cotis
SRC1	A745862	150
SRC1	B785862	150
SRC1	78TAR12	85
SRC2	A745862	160
LPATC	A745862	100
LPATC	85A2153	100



R

Etudes	somme (cotis)
SRC1	385
SRC2	160
LPATC	200

Regroupement : min

Exemple: montant minimal de cotisation perçue par filières?

**R = Regroupement (Inscriptions, Etudes,
MIN(cotis))**

Etudes	N°Etu	Cotis
SRC1	A745862	150
SRC1	B785862	150
SRC1	78TAR12	85
SRC2	A745862	160
LPATC	A745862	100
LPATC	85A2153	100



R

Etudes	Min (cotis)
SRC1	85
SRC2	160
LPATC	100

Division

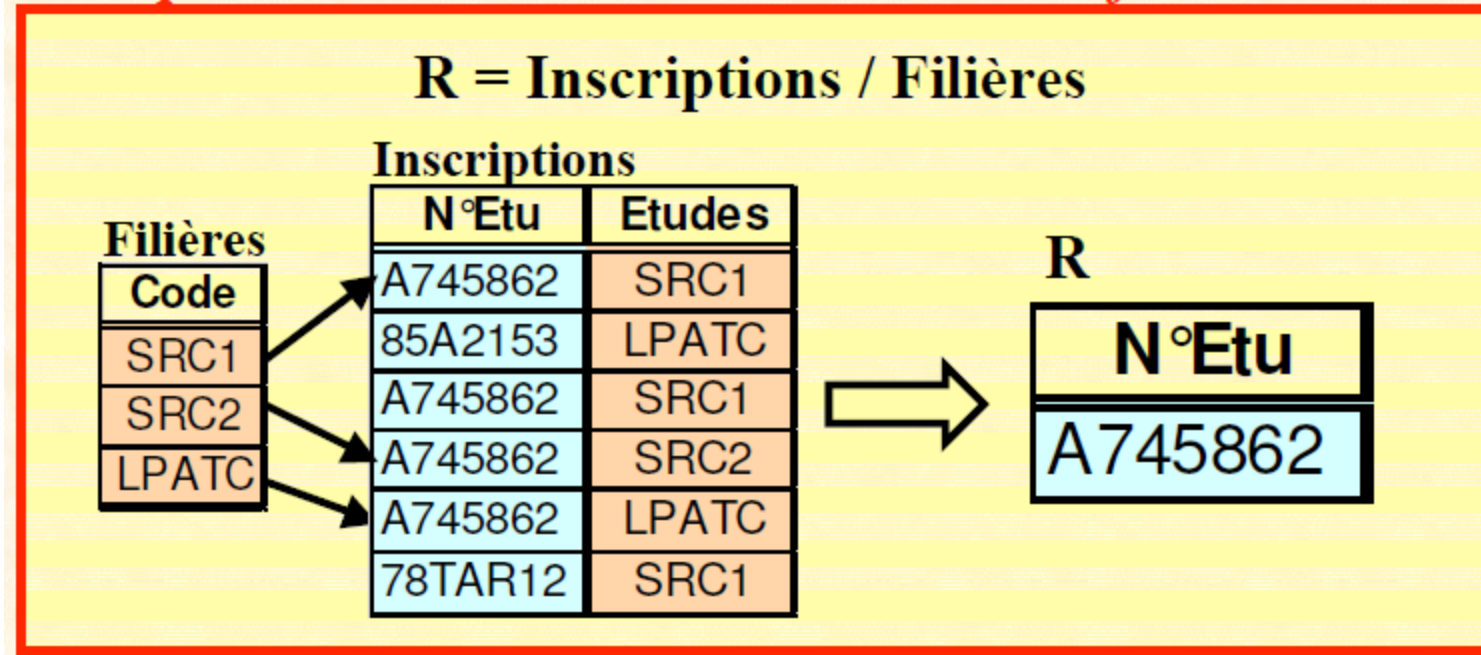
- Syntaxe :

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

La division génère une relation regroupant exclusivement toutes les parties de lignes de la relation R1 qui sont associées à toutes les lignes de la relation R2.

Division : exemple

Exemple: étudiants inscrits dans toutes les filières?



Exemple de la bibliothèque

ABONNE (N°Carte, nom, prénom)

EMPRUNTS(Code, numéro, date, N°Carte)

LIVRE (Code, titre)

EXEMPLAIRE(Code, num, date-achat,état,prix d'achat)

1. Liste des abonnés? (nom, prénom)
2. Code des livres en TB état?
3. Titres des livres en TB état?
4. Noms des personnes ayant loué « L'alchimiste »?
5. N°Carte des abonnés ayant loué tous les livres?
6. Nombre d'exemplaires par livre?
7. Prix moyen d'achat de chaque livre?
(Code, titre, prix moyen)

Fin chapitre