

# Opérateurs

- **5 opérateurs de base**
  - Union
  - Différence
  - Sélection (ou restriction)
  - Projection
  - Produit cartésien
- **3 opérateurs dérivés (présentés)**
  - Intersection
  - Jointure
  - Division

# Principes de base

- Le résultat de toute opération est une relation.
- Les opérateurs sont ensemblistes (pas d'ordre, ni de double)

Critères de classification des opérateurs :

- Unaire : sélection, projection
- Binaire :
  - A schéma identique (opérations ensemblistes) : union, différence, intersection
  - A schéma différent : produit cartésien, jointure, division

# Union (notée $\cup$ )

## Insertion de n-uplets : Opération d'union ensembliste (symétrique).

- **R1 et R2 deux relations de même schéma**

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
>	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge
R2	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	6	Graves	1983	Bordeaux	Rouge
	7	Cahors	1980	Lot	Rouge
>	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge

- **$R3 = \cup (R1, R2)$**

R3	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	6	Graves	1983	Bordeaux	Rouge
>	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge
	7	Cahors	1980	Lot	Rouge

# Différence (notée -)

## Suppression de n-uplets : Différence ensembliste (non symétrique)

- R1 et R2 deux relations de même schéma

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
R2	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	4	Tokay	1976	Alsace	Blanc

- $R3 = - (R1, R2)$

R3	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge

# Sélection -restriction- (notée $\sigma$ )

Réduire le nombre de n-uplet en fonction d'une conjonction / disjonction / négation de triplets : (attribut / comparateur / valeur-attribut)

- Opérateur unaire : Relation R1

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	4	Tokay	1976	Alsace	Blanc
	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge

- $R2 = \sigma (R1, \text{MILLESIME} > 1976 \text{ et } \text{REGION} = \text{"Beaujolais"})$

R2	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge

# Principe

Réduire le nombre d'attribut pour une relation sans diminution du nombre de n-uplet (clé)

- Opérateur unaire : Relation R1

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	4	Tokay	1976	Alsace	Blanc
	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge

- $R2 = \pi (R1, \text{NUMERO\_VIN})$

R2	NUMERO_VIN
	1
	2
	3
	4
	5

# Exemple de projection sur 1 attribut

Réduire le nombre d'attribut pour une relation (avec diminution potentielle de n-uplet : sans clé)

- Opérateur unaire : Relation R1

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	4	Tokay	1976	Alsace	Blanc
	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge

- $R2 = \pi (R1, CRU)$

R2	CRU
	Cahors
	Morgon
	Tokay

# Exemple de projection sur 2 attributs

[→ Exemple sur 2 attributs]

Réduire le nombre d'attribut pour une relation (avec diminution potentielle de n-uplet : sans clé)

- Opérateur unaire : Relation R1

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	4	Tokay	1976	Alsace	Blanc
	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge

- $R2 = \pi (R1, CRU, MILLESIME)$

R2	CRU	MILLESIME
	Cahors	1976
	Morgon	1976
	Morgon	1979
	Tokay	1976
	Morgon	1980



# Produit cartésien (noté X)

$R1 (A1, \dots, An) \times R2 (B1, \dots, Bp) \rightarrow R3 (A1, \dots, An, B1, \dots, Bp)$

• R1

R1	CRU
	Cahors
	Morgon
	Tokay

• R2

R2	MILLESIME
	1976
	1979

•  $R3 = X (R1, R2)$

R3	CRU	MILLESIME
	Cahors	1976
	Cahors	1979
	Morgon	1976
	Morgon	1979
	Tokay	1976
	Tokay	1979

# Intersection (notée $\cap$ )

Donner les n-uplets communs entre deux relations de même schéma

- **R1 et R2 deux relations de même schéma**

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
R2	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	4	Tokay	1976	Alsace	Blanc
	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge

- **R3 =  $\cap(R1, R2)$**

R3	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge

# Intersection (notée $\cap$ )

Donner les n-uplets communs entre deux relations de même schéma

- **R1 et R2 deux relations de même schéma**

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge

R2	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	4	Tokay	1976	Alsace	Blanc
	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge

- **$R3 = \cap(R1, R2)$**

R3	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge

# Intersection (notée $\cap$ )

Donner les n-uplets communs entre deux relations de même schéma

- **R1 et R2 deux relations de même schéma**

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
R2	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	4	Tokay	1976	Alsace	Blanc
	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge

- **R3 =  $\cap(R1, R2)$**

R3	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge

# Définition

**Composition (produit cartésien) de deux relations sur un domaine commun avec un critère (sélection).**

- $\theta$ -Jointure
  - $\theta$  est un comparateur (naturelle : = et même attribut)
  - semi-jointure : couplée avec la projection (à gauche ou à droite)

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	4	Tokay	1976	Alsace	Blanc
	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge
R2	NUMERO_VIN	NOM	QUANTITE		
	1	Dupont	100		
	1	Durand	250		
	2	Durand	220		

# Définition

**Composition (produit cartésien) de deux relations sur un domaine commun avec un critère (sélection).**

- $\theta$ -Jointure
  - $\theta$  est un comparateur (naturelle : = et même attribut)
  - semi-jointure : couplée avec la projection (à gauche ou à droite)

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	4	Tokay	1976	Alsace	Blanc
	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge
R2	NUMERO_VIN	NOM	QUANTITE		
	1	Dupont	100		
	1	Durand	250		
	2	Durand	220		

# Définition

**Composition (produit cartésien) de deux relations sur un domaine commun avec un critère (sélection).**

- $\theta$ -Jointure
  - $\theta$  est un comparateur (naturelle : = et même attribut)
  - semi-jointure : couplée avec la projection (à gauche ou à droite)

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	4	Tokay	1976	Alsace	Blanc
	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge
R2	NUMERO_VIN	NOM	QUANTITE		
	1	Dupont	100		
	1	Durand	250		
	2	Durand	220		

# Définition

**Composition (produit cartésien) de deux relations sur un domaine commun avec un critère (sélection).**

- $\theta$ -Jointure
  - $\theta$  est un comparateur (naturelle : = et même attribut)
  - semi-jointure : couplée avec la projection (à gauche ou à droite)

R1	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge
	3	Morgon	1979	Beaujolais	Rouge
	4	Tokay	1976	Alsace	Blanc
	5	Morgon	1980	Beaujolais	Rouge
R2	NUMERO_VIN	NOM	QUANTITE		
	1	Dupont	100		
	1	Durand	250		
	2	Durant	220		



# Exemple

- $R3 = \bowtie (R1, R2, \text{NUMERO\_VIN} = \text{NUMERO\_VIN})$
- Couple avec la projection pour limiter l'attribut redondant

R3	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE	NOM	QUANTITE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge	Dupond	100
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge	Durand	250
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge	Durand	220

- Semi-jointure à gauche ( $\ltimes$ )

R3	NUMERO_VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge

# Exemple

- $R3 = \bowtie (R1, R2, \text{NUMERO\_VIN} = \text{NUMERO\_VIN})$
- Couple avec la projection pour limiter l'attribut redondant

R3	NUMERO.VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE	NOM	QUANTITE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge	Dupond	100
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge	Durand	250
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge	Durand	220

- Semi-jointure à gauche ( $\ltimes$ )

R3	NUMERO.VIN	CRU	MILLESIME	REGION	TEINTE
	1	Cahors	1976	Lot	Rouge
	2	Morgon	1976	Beaujolais	Rouge



# Principe

$$R3 = R1 \div R2$$

R1	NUMERO_VITICULTEUR	CRU
	200	Tavel
	100	Gamay
	500	Gamay
	300	Fronsac
	100	Tavel
	300	Gamay
	100	Fronsac

R2	CRU
	Tavel
	Gamay
	Fronsac

Résultat :

R3	NUMERO_VITICULTEUR
	100

# Principe

$$R3 = R1 \div R2$$

R1	NUMERO_VITICULTEUR	CRU
	200	Tavel
	100	Gamay
	500	Gamay
	300	Fronsac
	100	Tavel
	300	Gamay
	100	Fronsac



R2	CRU
	Tavel
	Gamay
	Fronsac

Résultat :

R3	NUMERO_VITICULTEUR
	100

# Principe

$$R3 = R1 \div R2$$

R1	NUMERO_VITICULTEUR	CRU
	200	Tavel
	100	Gamay
	500	Gamay
	300	Fronsac
	100	Tavel
	300	Gamay
	100	Fronsac

R2	CRU
	Tavel
	Gamay
	Fronsac



Résultat :

R3	NUMERO_VITICULTEUR
	100

# Principe

$$R3 = R1 \div R2$$

R1	NUMERO_VITICULTEUR	CRU
	200	Tavel
	100	Gamay
	500	Gamay
	300	Fronsac
	100	Tavel
	300	Gamay
	100	Fronsac

R2	CRU
	Tavel
	Gamay
	Fronsac

Résultat :

R3	NUMERO_VITICULTEUR
	100

# Définition

- **Rechercher dans une même relation, l'ensemble de tous les "sous-tuples" qui satisfont une "sous-relation".**
- $R3 = R1 \div R2$ 
  - Schéma de R2 (SR2) est un "sous-schéma" de R1 (SR1),  $SR2 \subset SR1$
  - Les n-uplets de R2 sont :  $\pi (R1, SR2)$
  - Le schéma de R3 (SR3) est le complémentaire de SR2 dans SR1, R3 (SR1-SR2)
- **R3 représente tous les n-uplets qui concaténés à chacun des n-uplets de R2 donne un n-uplet de R1**
- Opérateur non symétrique
- $R3 = \div(R1, R2) = -(T1, T2)$ 
  - Tous les viticulteurs :  $T1 = \pi (R1, SR3)$
  - Toutes les combinaisons possibles :  $X (T1, R2 )$
  - Toutes les combinaisons inexistantes :  $- ( X (T1, R2 ), R1)$
  - Les viticulteurs associés :  $T2 = \pi ( - ( X (T1, R2 ), R1), SR3)$

# Exemple

## EXEMPLE

- Tous les viticulteurs :  $T1 = \pi (R1, SR3)$
- Toutes les combinaisons possibles :  $X (T1, R2 )$
- Toutes les combinaisons inexistantes :  $- ( X (T1, R2 ), R1)$
- Les viticulteurs associés :  $T2 = \pi ( - ( X (T1, R2 ), R1), SR3)$
- $R3 = \div (R1, R2) = - (T1, T2)$

R1	NUMERO_VITICULTEUR	CRU
	200	Tavel
	100	Gamay
	500	Gamay
	300	Fronsac
	100	Tavel
	300	Gamay
	100	Fronsac

R2	CRU
	Tavel
	Gamay
	Fronsac

Résultat :

R3	NUMERO_VITICULTEUR
	100



# Exemple

## EXEMPLE

- Tous les viticulteurs :  $T1 = \pi (R1, SR3)$
- Toutes les combinaisons possibles :  $X (T1, R2)$
- Toutes les combinaisons inexistantes :  $- ( X (T1, R2 ), R1)$
- Les viticulteurs associés :  $T2 = \pi ( - ( X (T1, R2 ), R1), SR3)$
- $R3 = \div(R1, R2) = - (T1, T2)$

R1	NUMERO_VITICULTEUR	CRU
	200	Tavel
	100	Gamay
	500	Gamay
	300	Fronsac
	100	Tavel
	300	Gamay
	100	Fronsac

R2	CRU
	Tavel
	Gamay
	Fronsac

Résultat :

R3	NUMERO_VITICULTEUR
	100

# Exemple

## EXEMPLE

- Tous les viticulteurs :  $T1 = \pi (R1, SR3)$
- Toutes les combinaisons possibles :  $X (T1, R2 )$
- Toutes les combinaisons inexistantes :  $- ( X (T1, R2 ), R1)$
- Les viticulteurs associés :  $\pi ( X (T1, R2 ), R1), SR3)$
- $R3 = \div (R1, R2) = - (T1, R2)$

R1	NUMERO_VITICULTEUR	CRU
	200	Tavel
	100	Gamay
	500	Gamay
	300	Fronsac
	100	Tavel
	300	Gamay
	100	Fronsac

NUMERO_VITICULTEUR	CRU
200	Tavel
200	Gamay
200	Fronsac
100	Gamay
100	Tavel
100	Fronsac
500	Tavel
500	Gamay
500	Fronsac
300	Tavel
300	Fronsac
300	Gamay

R2	CRU
	Tavel
	Gamay
	Fronsac

Résultat :

# Exemple

## EXEMPLE

- Tous les viticulteurs :  $T1 = \pi (R1, SR3)$
- Toutes les combinaisons possibles :  $X (T1, R2)$
- Toutes les combinaisons inexistantes :  $- (X (T1, R2), R1)$
- Les viticulteurs associés :  $\pi (R2, R1), SR3)$
- $R3 = \div (R1, R2) = - (T1, R2)$

R1	NUMERO_VITICULTEUR	CRU
	200	Tavel
	100	Gamay
	500	Gamay
	300	Fronsac
	100	Tavel
	300	Gamay
	100	Fronsac

NUMERO_VITICULTEUR	CRU
200	Tavel
200	Gamay
200	Fronsac
100	Gamay
100	Tavel
100	Fronsac
500	Tavel
500	Gamay
500	Fronsac
300	Tavel
300	Fronsac
300	Gamay

R2	CRU
	Tavel
	Gamay
	Fronsac

Résultat :

TEUR

# Exemple

## EXEMPLE

- Tous les viticulteurs :  $T1 = \pi (R1, SR3)$
- Toutes les combinaisons possibles :  $X (T1, R2 )$
- Toutes les combinaisons inexistantes :  $- ( X (T1, R2 ), R1)$
- Les viticulteurs associés :  $T2 = \pi ( - ( X (T1, R2 ), R1), SR3)$
- $R3 = \div(R1, R2) = - (T1, T2)$

R1	NUMERO_VITICULTEUR	CRU
	200	Tavel
	100	Gamay
	500	Gamay
	300	Fronsac
	100	Tavel
	300	Gamay
	100	Fronsac

T2   NUMERO_VITICULTEUR
200
500
300

R2	CRU
	Tavel
	Gamay
	Fronsac

Résultat :

R3	NUMERO_VITICULTEUR
	100

# Exemple

## EXEMPLE

- Tous les viticulteurs :  $T1 = \pi (R1, SR3)$
- Toutes les combinaisons possibles :  $X (T1, R2 )$
- Toutes les combinaisons inexistantes :  $- ( X (T1, R2 ), R1)$
- Les viticulteurs associés :  $T2 = \pi ( - ( X (T1, R2 ), R1), SR3)$
- $R3 = \div(R1, R2) = - (T1, T2)$

R1	NUMERO_VITICULTEUR	CRU
	200	Tavel
	100	Gamay
	500	Gamay
	300	Fronsac
	100	Tavel
	300	Gamay
	100	Fronsac


T2   NUMERO_VITICULTEUR
200
500
300

R2	CRU
	Tavel
	Gamay
	Fronsac

Résultat :

R3	NUMERO_VITICULTEUR
	100

# Langage algébrique

-  **Définition** LANGAGE ALGÈBRIQUE
- Algèbre des opérateurs du modèle relationnel
    - Opérateurs de bas niveau
    - Approche procédurale et ensembliste
  - L'algèbre est le langage interne d'un SGBD relationnel

## EXEMPLES

- Square
- Sequel

# BASE EXEMPLE : COOPÉRATIVE

VINS (V) (NUM\_VIN, CRU, MILLESIME)

VITICULTEURS (VT) (NUM\_VITICULTEUR, NOM, PRENOM, VILLE)

PRODUCTIONS (P) (VIN, VITICULTEUR)

BUVEURS (B) (NUM\_BUVEUR, NOM, PRENOM, VILLE)

COMMANDES (C) (NUM\_COMMANDE, DATE, VIN, QUANTITE, BUVEUR)

EXPEDITION (E) (COMMANDE, DATE, QUANTITE)

## EXEMPLE

→ Donner les numéros des vins de millésime antérieur à 1975

- **Attributs** impliqués :
  - MILLESIME (de VINS)
  - NUM\_VIN (de VINS)
  - → relation VINS
- **Opérateur** de Sélection
  - Texte : " millésime antérieur à 1975"
  - Attribut (MILLESIME) Comparateur (< ou ≤?) Valeur (1975)
  - $\sigma$  (VINS, MILLESIME ≤ 1975)
- **Opérateur** de Projection
  - Retenir : NUM\_VIN

$R \leftarrow \pi ( \sigma ( VINS, MILLESIME \leq 1975), NUM\_VIN)$



# Différence

## EXEMPLE

→ Donner les numéros de vin ne faisant l'objet d'aucune commande

- **Attributs** impliqués
  - NUM\_VIN (de VINS)
  - VIN (de Commandes)
- Construction sur le même schéma (**Projection**)
  - $T1 \leftarrow \pi (\text{VINS}, \text{NUM\_VIN})$
  - $T2 \leftarrow \pi (\text{COMMANDES}, \text{VIN})$
- **Evaluation**
  - $R \leftarrow - (T1, T2)$

# Exemple

## EXEMPLE

→ Donner les numéros et nom des viticulteurs produisant des vins de cru "Muscadet"

- **Attributs** impliqués
  - CRU (de VINS)
  - NUM\_VITICULTEUR, NOM (de VITICULTEURS)
  - → relations VITICULTEURS, VINS
- **Opérateur de Sélection**
  - Texte : "de cru "Muscadet" "
  - Attribut (CRU) Comparateur (=) Valeur ("Muscadet")
  - $\sigma$  (VINS, CRU = "Muscadet")
- **Opérateur de Projection**
  - Retenir : NUM\_VITICULTEUR, NOM (de VITICULTEURS)
- **Problème** : Lien entre VINS et VITICULTEURS
  - Déterminer un chemin logique entre VINS et VITICULTEURS
  - → relation PRODUCTIONS

## Exemple (suite)

(SUIVE **EXEMPLE**)

- T1 : Tous les vins de cru "Muscadet"
  - $T1 \leftarrow \sigma (\text{VINS}, \text{CRU} = \text{"Muscadet"})$
- Récupérer les numéros de viticulteurs qui produisent les vins de T1
  - $T2 \leftarrow \bowtie (\text{T1}, \text{PRODUCTIONS}, \text{NUM\_VIN} = \text{VIN})$
- Récupérer les informations associées aux viticulteurs qui produisent les vins de T1
  - $T3 \leftarrow \bowtie$   
 $(\text{T2}, \text{VITICULTEURS}, \text{VITICULTEUR} = \text{NUM\_VITICULTEUR})$
- Ne retenir que les numéro et nom des viticulteurs concernés
  - $R = \pi (\text{T3}, \text{NUM\_VITICULTEUR}, \text{NOM})$

$R \leftarrow \pi ( \bowtie ( \bowtie ( \sigma (\text{VINS}, \text{CRU} = \text{"Muscadet"}), \text{PRODUCTIONS}, \text{NUM\_VIN} = \text{VIN}), \text{VITICULTEUR}, \text{VITICULTEUR} = \text{NUM\_VITICULTEUR}), \text{NUM\_VITICULTEUR}, \text{NOM})$

# Arbre algébrique

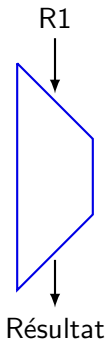
- Requête : composition d'opérateurs de l'algèbre relationnelle
- Description textuelle peu claire → graphique

Arbre (graphe ou duplication des relations présentes plusieurs fois)

- Racine : résultat
- Feuilles : relations de base
- Arc : flux de données
- Noeuds intermédiaires : opérateurs

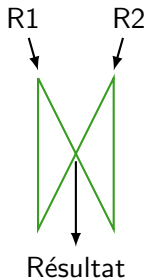
# Notations

Sélection

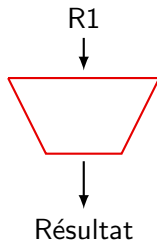


Critères

Jointure

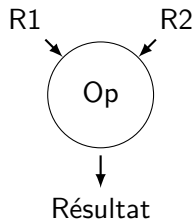


Projection



Attributs

Autres opérateurs



# Présentation

→ Donner les numéro et nom des buveurs habitant Paris qui ont commandé un vin de cru "Mâcon" et de millésime 1977 avant le 15/5/1988

- **Attributs** impliqués
  - NUM\_BUVEUR, NOM, VILLE (de BUVEURS)
  - CRU, MILLESIME (de VINS)
  - DATE (de COMMANDES)
- **Opérateur** de **sélection**
  - "Mâcon 1977" →  $\sigma$  (VINS, CRU="Mâcon" et MILLESIME=1977)
  - "avant le 15/5/1988" →  $\sigma$  (COMMANDES, DATE < 19880515)
- **Opérateur** de **projection**
  - Retenir NUM\_BUVEUR, NOM (de BUVEURS)

# Plusieurs méthodes de résolution

→ Donner les numéro et nom des buveurs habitant Paris qui ont commandé un vin de cru "Mâcon" et de millésime 1977 avant le 15/5/1988

## MÉTHODE 1

Buveurs (parisiens) ayant passé une commande (avant le 15/5/1988) puis commandes portant sur un vin (Mâcon 1977)

## MÉTHODE 2

Vins (Mâcon 1977) ayant fait l'objet d'une commande (avant le 15/5/1988) puis les buveurs (parisiens) ayant passé ces commandes

## MÉTHODE 3

Buveurs ayant passé une commande portant sur un vin puis ne retenir que celles portant sur des Mâcon 1977 passées avant le 15/5/1988 par des parisiens

Différentes méthodes de résolution

# Méthode 1

Buveurs (parisiens) ayant passé  
une commande avant le 15/5/1988

BUVEURS



VILLE="Paris"

NUM\_BUVEUR

COMMANDES



DATE < 19880515

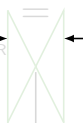
BUVEUR

VINS



CRU="Macon" et  
MILLESIME = 1977

Puis commandes portant  
sur un vin (Macon 1977))



NUM\_VIN



VINS



NUM\_BUVEUR, NOM

R



# Méthode 1

Buveurs (parisiens) ayant passé  
une commande avant le 15/5/1988

BUVEURS



NUM\_BUVEUR

COMMANDES

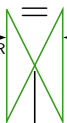


BUVEUR

VINS



CRU="Macon" et  
MILLESIME = 1977



NUM\_VIN

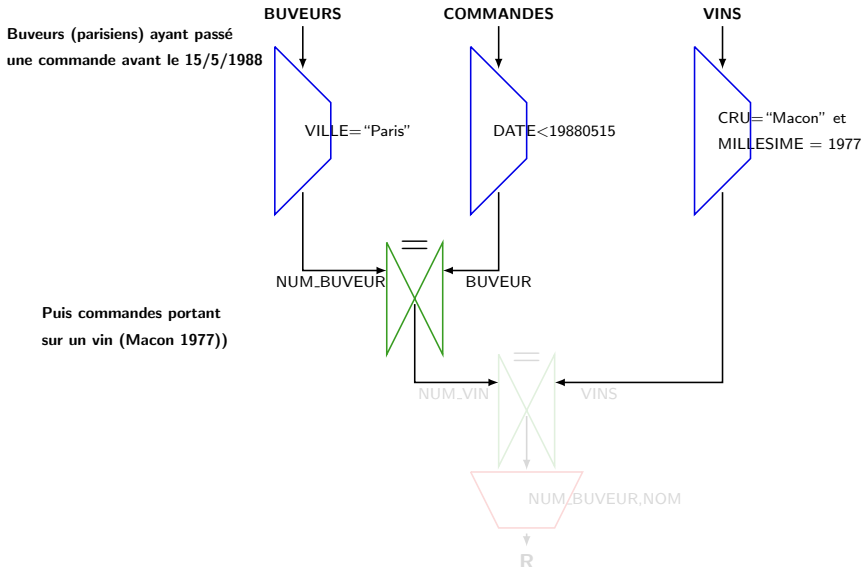
Puis commandes portant  
sur un vin (Macon 1977)



NUM\_BUVEUR, NOM

R

# Méthode 1



# Méthode 1

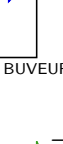
Buveurs (parisiens) ayant passé  
une commande avant le 15/5/1988

BUVEURS



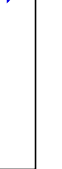
NUM\_BUVEUR

COMMANDES

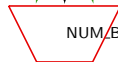
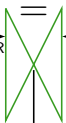


BUVEUR

VINS



VINS

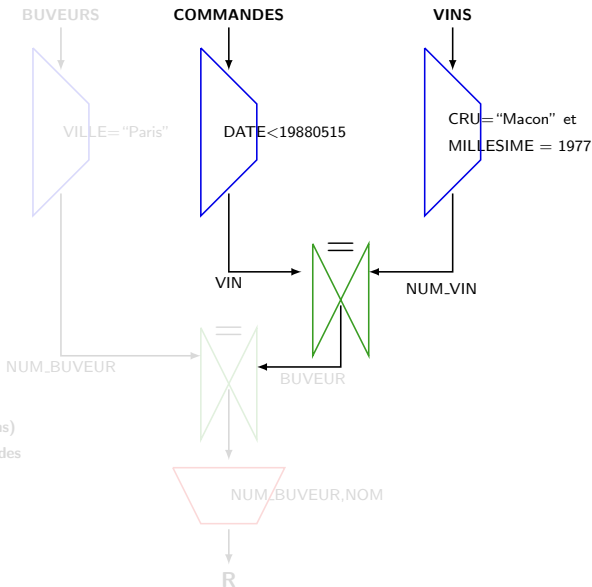


R

Puis commandes portant  
sur un vin (Macon 1977)

# Méthode 2

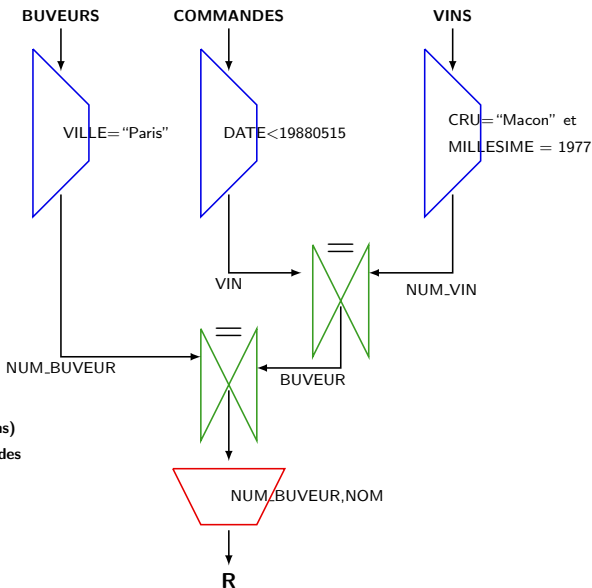
Vins (Macon 1977)  
 ayant fait l'objet  
 d'une commande  
 (avant le 15/5/1988)



Puis les buveurs (parisiens)  
 ayant passé ces commandes

# Méthode 2

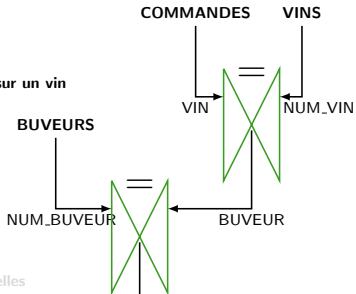
Vins (Macon 1977)  
 ayant fait l'objet  
 d'une commande  
 (avant le 15/5/1988)



Puis les buveurs (parisiens)  
 ayant passé ces commandes

# Méthode 3

Buveurs ayant passé  
une commande portant sur un vin



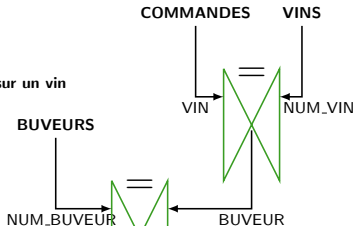
Puis ne retenir que celles  
portant sur les Macon 1977  
passées avant le 15/5/1988  
par des parisiens

DATE < 19880515  
CRU = 'MACON' et  
MILLESIME = 1977 et  
VILLE = 'Paris'



# Méthode 3

Buveurs ayant passé  
une commande portant sur un vin

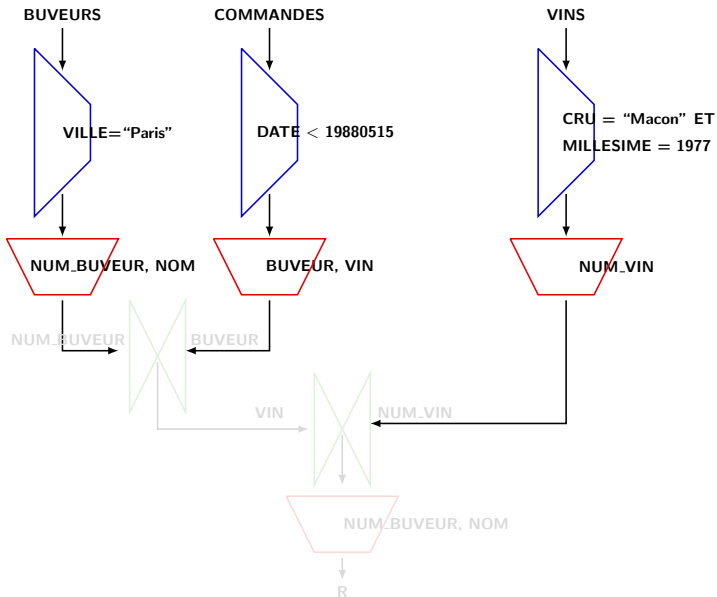


Puis ne retenir que celles  
portant sur les Macon 1977  
passées avant le 15/5/1988  
par des parisiens

DATE < 19880515  
CRU = 'MACON' et  
MILLESIME = 1977 et  
VILLE = 'Paris'

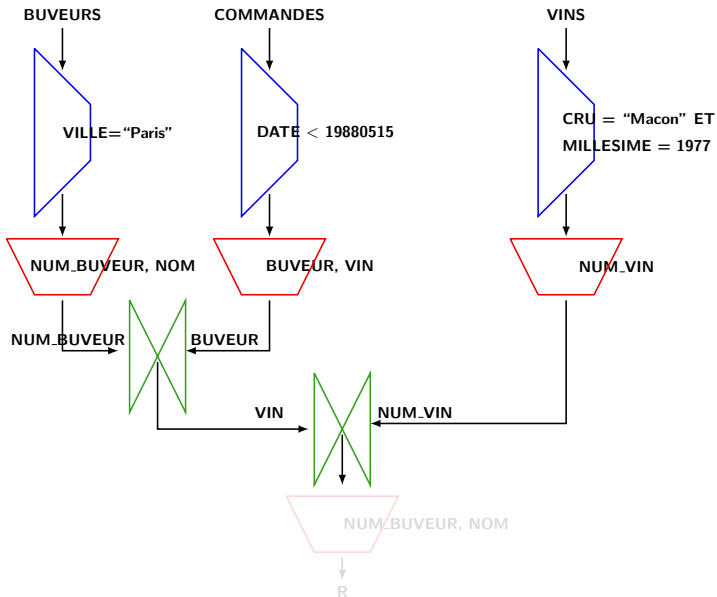


# Méthode 4

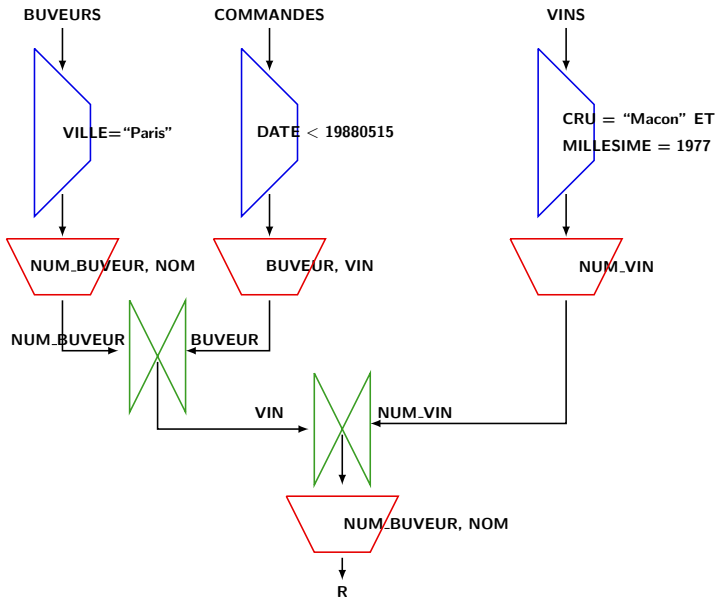




# Mthode 4



# Méthode 4



# Optimisation

- Le SGBD doit exécuter un arbre algébrique optimisé :
  - En terme de nombre d'entrées/sorties
  - En terme de temps CPU, ...
  
- Les facteurs déterminants sont :
  - L'ordre d'exécution des opérations algébriques
  - Les algorithmes implantant les opérations algébriques
  - Le placement des données sur le disque (clustering, méthodes de stockage, ...)
  - La taille des relations intermédiaires (utilisation de l'opérateur de sélection-projection, semi-jointure, ...)

# Restructuration de l'arbre algébrique

- Heuristique
  - Remonter les sélections et les projections
  - Descendre les jointures
- Propriétés
  - Associativité des jointures
  - Commutativité des sélections et projection (au schéma près)
  - Commutativité des sélections et des jointures (sélection sur produit cartésien)
  - Commutativité des projections et des jointures (au schéma près)

**→ Travail de l'optimiseur de requête**

# Récursion

- Manipulation des graphes (orientés)
  - Acyclique : exemple composant-composé
  - Cyclique : réseaux de communications routières
- Opérations
  - calcul de chemin (fermeture transitive : origine - destination)
  - calcul de point fixe

## Problème général

Trouver un langage pour exprimer une requête de manière déclarative  
→ sans indiquer l'enchaînement des opérations algébriques : langage non procédural (langage assertionnel ou déclaratif)

## Rôle du SGBD

- Permettre l'expression de la requête
- Valider la requête ("sémantique des opérateurs", syntaxique)
- Traduire la requête en arbre algébrique
- Optimiser l'arbre algébrique
- Exécuter l'arbre algébrique