



## ***Chapitre 1***

# ***Généralités sur les BD et les SGDB***



# ***Plan du chapitre***

1. <b>Base de Données</b> .....	3
2. <b>Systèmes de Gestion des Bases de Données</b> .....	14
3. <b>Modèle relationnel</b> .....	40
4. <b>Algèbre relationnelle</b> .....	50
Projection / élargissement .....	54
Restriction.....	62
Affectation.....	66
Union .....	68
Intersection .....	72
Différence ensembliste .....	76
Produit cartésien .....	81
Jointure naturelle/equijointure .....	86
Théta-jointure .....	91
Division normale (inexacte) .....	94
Division exacte .....	97

# Base de Données

# ***Base de données***

Ensemble de données persistantes et cohérentes  
représentant des éléments du monde réel ou des  
éléments d'une application

exemples :

la BDD des clients d'un opérateur de  
téléphonie

la BDD des informations contenues dans un  
site WEB

remarque :

le même espace de stockage de données  
accueille en général **plusieurs bases**

# ***Base de données***

Est séparée en deux parties :

- La description des données (**le dictionnaire**)
- Les données (ce que nous appelons les **tables**)

# ***Base de données***

Exemple :

Dans la partie **dictionnaire** :

nom : 20 caractères

code postal : 5 caractères

numéro : nombre

Dans la partie **table de données** :

clos d'eau / 35520 / 299873

kiwi / 56230 / 297458

chikungunya / 29240 / 298512

pas que beau / 83100 / 494325

# ***Base de données***

Ne confondez pas !

Le nom de la donnée (dans le **dictionnaire**) :

donnée TypeBateau : nombre (1)

Une valeur de la donnée (dans la **table**) : 3

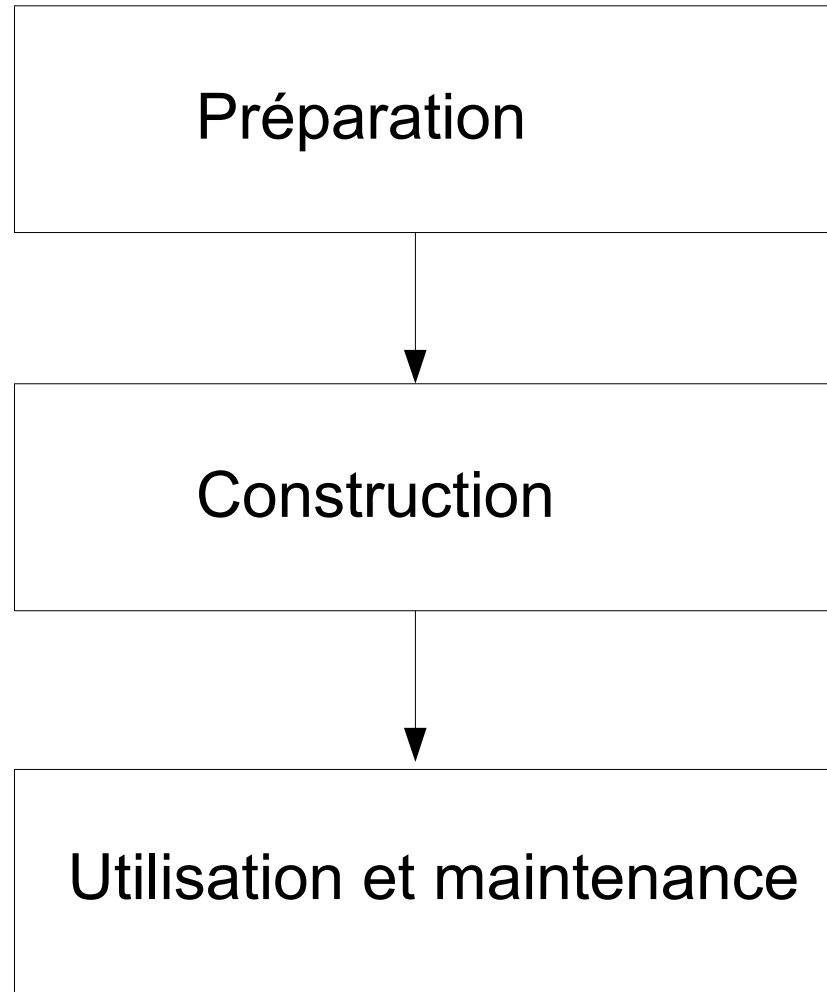
Une présentation de la donnée (dans l'**interface**) :

Quel est le type de votre bateau ?

voilier	<input type="radio"/>
moteur	<input type="radio"/>
kayak	<input checked="" type="radio"/>

# ***Base de données***

Cycle de vie d'une BDD





# ***Base de données***

## Préparation d'une BDD

- Structuration des données, étude des dépendances entre ces données
- Choix du SGBD, réservation de l'espace de stockage en fonction du volume de données initiales et futures

# ***Base de données***

## Construction d'une BDD

- Ecriture et introduction en machine des programmes de gestion du dictionnaire
- Saisie ou transfert des données

# ***Base de données***

## Utilisation

- Retrouver des données associées à un mot-clé (interrogation)
- Ajouter des données (mise à jour)
- Supprimer des données (m.a.j.)
- Modifier des données (m.a.j.)

# ***Base de données***

## Maintenance

- Correction du dictionnaire
  - Les numéros de téléphone passent de 8 à 10 caractères
  - Il faut ajouter la donnée « pseudonyme »
  - ...
- Adaptation de l'espace de stockage
- ...

# ***Base de données***

## BDD et entrepôt de données

- Un **entrepôt de données** (datawarehouse) rassemble toutes les données disponibles dans l'entreprise en vue de faire des analyses statistiques.
- L'objectif n'est pas de mettre à jour des données comme dans un SGBD, mais de réaliser des « clichés » **non modifiables** de l'entreprise à un instant donné.

SGBD

# ***SGBD***

**S**ystème de **G**estion de **B**ases de **D**onnées  
(**D**ata **B**ase **M**anagement **S**ystem)

=

logiciel programmable (progiciel) permettant à  
des informaticiens et / ou à d'autres  
utilisateurs de créer et de maintenir des  
bases de données

# ***SGBD***

## Place du SGBD





# ***SGBD***

## Caractéristiques souhaitables des SGBD

Toutes les caractéristiques présentées ci-dessous se retrouvent dans Oracle, pas forcément dans les autres SGBD

# ***SGBD***

## Partage des informations

Une même base de données est utilisée par des applications complètement différentes.

Mais chacun ne voit que la partie des données qui l'intéresse.

# ***SGBD***

Etre capable de gérer un gros volume de données

Une base de données industrielle comporte couramment plusieurs Tera-octets, voire des Peta-octets

1 Tera-octet =  $10^{12}$  = 1 000 000 000 000 caractères

1 Peta-octet =  $10^{15}$  = 1 000 000 000 000 000 caractères

Exemples :

Amazon 25 TB sous Oracle en 2005

Google 6 PB sous BigTable en 2009

# ***SGBD***

Gérer efficacement toutes les données

Un moyen de décrire l'ensemble des données

Du booléen sur un bit à la séquence vidéo de l'ordre du Giga-octet

Mises à jour, consultation des données

# ***SGBD***

## Limiter les redondances d'informations

On pourrait penser que c'est pour diminuer le volume.

1 Erwan LE ROUZIG, 8 rue des Peupliers

2 Erwan Le Rouzig, 8 rue des Peupliers

3 Erwann LE ROUZIK, 8 rue des Peupliers

4 ...

En fait, c'est surtout pour diminuer les incohérences qu'il **ne faut pas ressaisir la même information.**

# ***SGBD***

## Offrir des possibilités d'accès adaptées

Un informaticien n'a pas la même façon d'accéder au SGBD qu'un utilisateur non averti. Il utilise un langage spécial pour ajouter ses programmes.

On peut accéder au SGBD à travers le système d'exploitation, ou au-dessus par un service Web.

# ***SGBD***

Proposer des dépendances complexes  
entre les données

L'utilisateur doit pouvoir traduire toutes les  
dépendances réelles entre les données.

# ***SGBD***

Contrôler les contraintes du schéma  
efficacement et souplement

Efficacement : à chaque mise à jour

Souplement : à la demande du programmeur



# ***SGBD***

## Assurer la reprise après incident

Que se passe t-il en cas de panne de réseau ? de panne de courant ?

Notion de transaction

Journalisation

# ***SGBD***

## **Autres souhaits**

Gérer les **historiques** (type DATE et fonctions associées, disponibles dans Oracle).

Gérer les zones **géographiques**, associer du texte aux images (SIG ou SIRS).

# ***SGBD***

## **SGBD industriels**

- Oracle 11g (Unix, Windows, MacOSX)
- DB2 V9.7 (Unix, Windows) [IBM]
- INFORMIX 11.5 (Unix, Windows, MacOSX)
- SYBASE 15 (Unix, Windows, MacOSX)
- ...

# ***Architecture ANSI/SPARC***

Trois niveaux « indépendants » :

- physique
- logique / conceptuel
- externe

# ***Architecture ANSI/SPARC***

## Niveau physique

Définition de la structure de stockage :

Fichiers, articles de fichiers ( champs, attributs..), chemin d'accès aux articles.

Cet espace peut être réorganisé de façon transparente

# ***Architecture ANSI/SPARC***

## **Niveau logique / conceptuel**

Correspond au schéma « conceptuel » :  
structure des données en faisant  
abstraction de l'implémentation machine

Description des données.

Définition des règles régissant les objets.

# ***Architecture ANSI/SPARC***

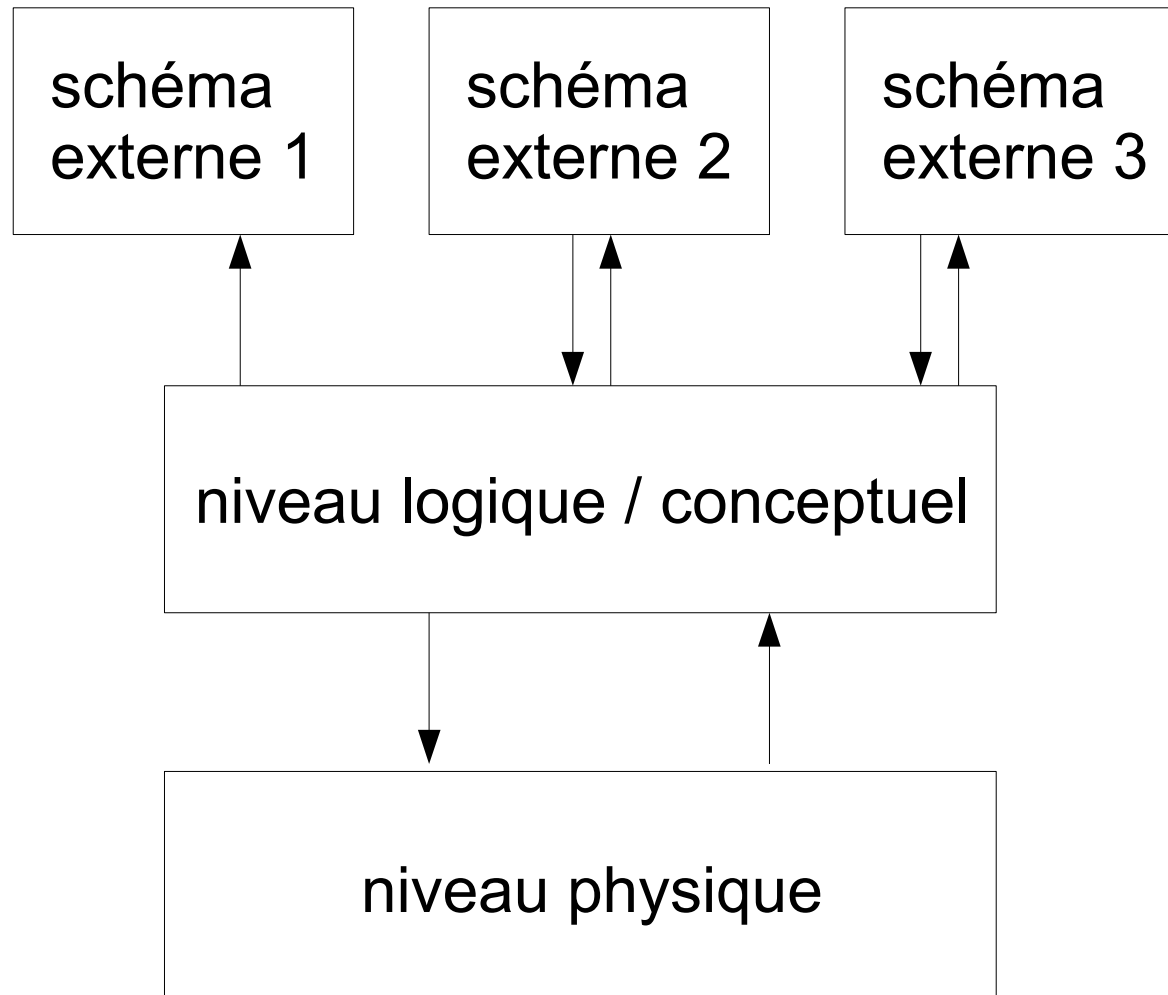
## Niveau externe

Ensemble des parties du schéma (**schémas externes**) que voit chaque utilisateur

Permet d'assurer la confidentialité des données

Fourni aux utilisateurs une vision des données adaptée à leurs besoins

# *Architecture ANSI/SPARC*

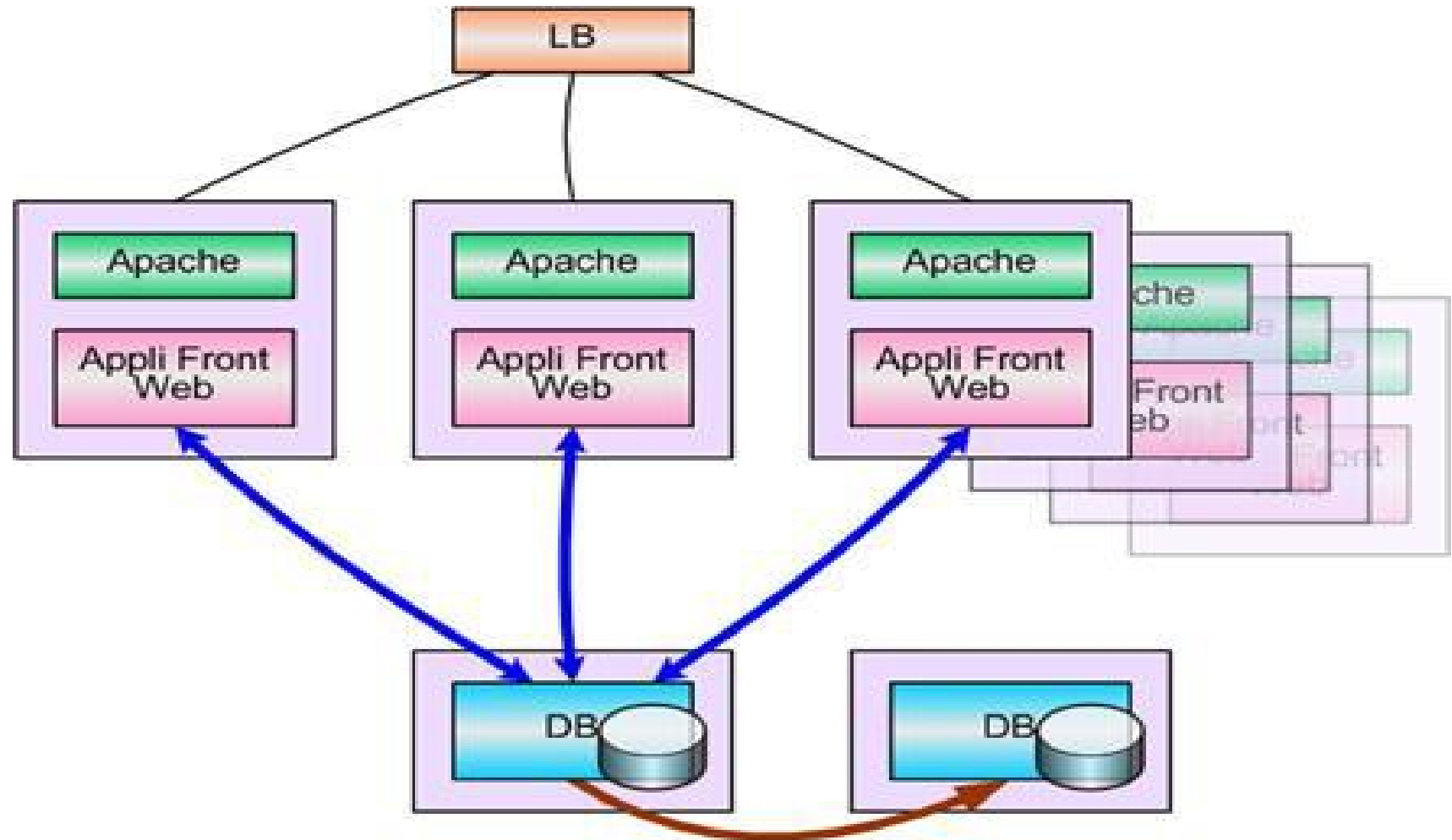




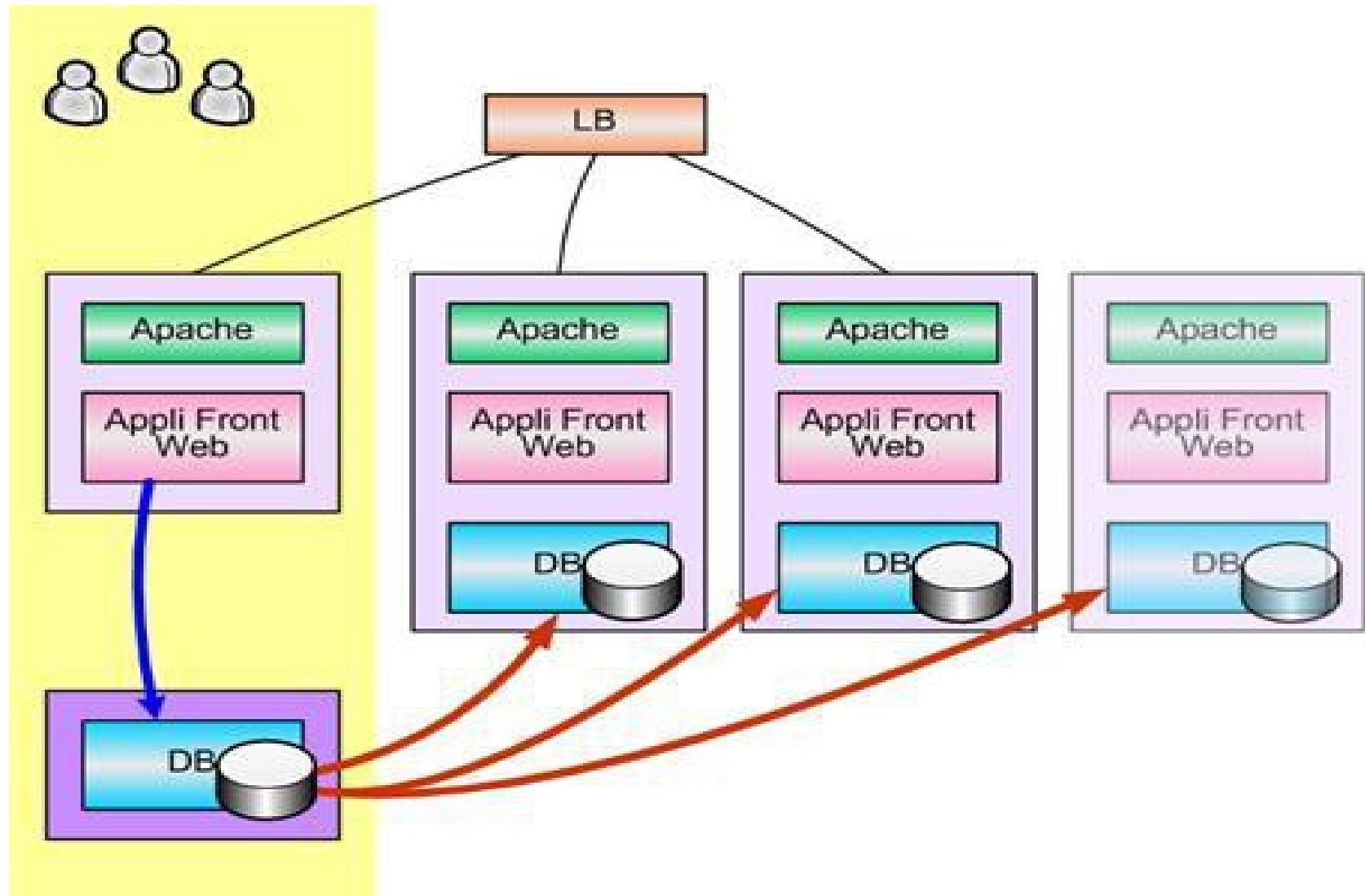
# ***Les BDD dans le web***



# *Réplication de secours*



# ***Contribution isolée***



# ***SGBD : Exemples***

## **SGBD Microsoft ou Apple**

- Access 2007 (Windows)
- SQL-Server 2008 (Windows)
- 4D 11.3 (MacOs, Windows)
- ...

# ***SGBD : Exemples***

## **SGBD libres**

(Unix, Windows, MacOSX)

- MySQL Cluster 7.0 (suite LAMP)
- PostgreSQL 8.4.2
- FireBird 2.1.3
- OpenOffice.Base 3.2
- ...

# ***SGBD : Exemples***

## SGBD géants « NoSQL »

- BigTable (Google)
- Cassandra, Hbase (Facebook, Apache)
- HyperTable, Cloudata
- MongoDB, Redis, Riak
- ...

# ***SGBD : Exemples***

## SGBD insolites

- JavaDB , H2 (sous JVM)
- SQLite (pour les fous de C, C++, C#)
- ...

# MODELE RELATIONNEL



# ***Le modèle relationnel***

Presque tous les SGBD précédents sont des SGBDR, c'est-à-dire des SGBD relationnels, fondés sur le

## **modèle relationnel**

qui est une des façons (pour le moment la plus efficace) d'exprimer les dépendances entre les données.

Par la suite, nous ne traitons que ce cas.

# ***Le modèle relationnel***

## Schéma de BDD

- **schéma** = intention = description des données ( contient le dictionnaire)
- Spécifié dans l'étape de préparation
- Peu évolutif

Erreur classique, **ce schéma n'est pas un dessin !**

# ***Le modèle relationnel***

## Extension de BDD

- Extension = données = tables
- En général très évolutif, dépend de l'instant considéré

# ***Le modèle relationnel***

1970 : Modèle proposé par E.F Codd ( IBM)

1978 : Oracle 1

2004 : Oracle 10 g ( technique de grille )

2006 : DB2 V9

2007 : Oracle 11 g

2009 : DB2 V9.7 PureScale

# ***Le modèle relationnel***

## Éléments du modèle relationnel

Nom conceptuel		Implantation
Relation	<----->	tableau sans répétition
Attribut	<----->	titre de colonne
Domaine	<----->	type de donnée
Tuple	<----->	ligne de valeurs
Arité	<----->	nombre de colonnes

# ***Le modèle relationnel***

## Relation

Une relation du modèle relationnel est un **ensemble** de tuples.

Dans un ensemble, on ne liste pas deux fois le même élément. **Deux tuples d'une relation sont toujours différents.**

# ***Le modèle relationnel***

## **Schéma relationnel**

Description de la relation (ou des relations)

**$R(A_1, A_2, A_3\dots)$**

indépendamment des tuples

# ***Le modèle relationnel***

## Exemple

relation **Employé(Nom, Prénom, Dpt)**

Nom	Prénom	Dpt
IRIS	Pierre	44
JACINTHE	Paul	56
ROSE	Jeanne	29
ORCHIDEE	Yvon	22
REGONIA	Pierre	35

arité : 3,

attributs : Nom, Prénom et Dpt

T-uple :



# ***Le modèle relationnel***

## Notion de clé

- C'est un ensemble minimal d'attributs permettant d'identifier de façon unique tous les t-uples de la relation
- Ainsi deux t-uples distincts n'auront jamais les mêmes valeurs pour les attributs de la clé
- Toutes les relations doivent avoir une clé parmi les clés candidates ( les autres sont appelées clés secondaires )

# ALGEBRE RELATIONNELLE

# ***Manipulation des relations***

**L'algèbre relationnelle** définit les opérations standards qui permettent de manipuler les relations pour en extraire l'information recherchée

# ***Opérateurs relationnels***

- Unaires
- Binaires de même schéma
- Binaires de schémas quelconques

# ***Opérateurs relationnels unaires***

- Projection
- Restriction
- Affectation

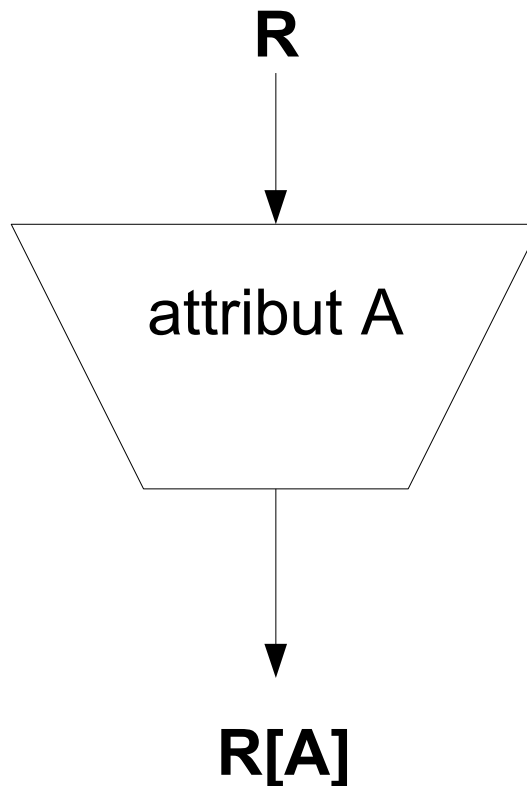
# ***Projection***

- Soient  $R$  une relation,  $A$  un attribut de  $R$ .
- $R [ A ]$  , **projection de  $R$  sur  $A$** , est la relation qui n'a qu'un attribut :  $A$  et dont les tuples représentent toutes les valeurs différentes de  $A$  dans  $R$

# ***Projection sur plusieurs colonnes***

- Soient  $R$  une relation,  $A$  et  $B$  des attributs de  $R$ .
- **$R [ A , B ]$  , projection de  $R$  sur  $A$  et  $B$ ,** est la relation qui a les deux attributs :  $A$  et  $B$ , et dont les tuples représentent toutes les valeurs différentes des couples  $(A,B)$  dans  $R$ .

# ***Représentation graphique d'une projection***





# ***Exemple de projection***

immatriculation	marque	puissance	Date 1ere im.
24ET7898	RENAULT	7	23/07/2010
76YU9087	PEUGEOT	6	12/04/1999
75GY6435	AUDI	8	09/02/2008
67HR4321	PEUGEOT	7	17/11/2011
46FC5687	RENAULT	7	22/06/2007

- Voiture[marque,puissance]

# ***Projection élargie***

- Soient  $R$  une relation,  $A$  un attribut de  $R$ ,  $f$  une fonction dont l'ensemble de départ est le domaine de l'attribut  $A$ , et l'ensemble d'arrivée le domaine de l'attribut  $B$  (présent ou non dans  $R$ ).
- $R [ f (A) ]$  est la relation qui n'a qu'un attribut  $B$  et dont les tuples représentent toutes les valeurs différentes de  $f (A)$  dans  $R$ .

# ***Exemple de projection élargie***

immatriculation	marque	puissance	Date 1ere im.
24ET7898	RENAULT	7	23/07/2010
76YU9087	PEUGEOT	6	12/04/1999
75GY6435	AUDI	8	09/02/2008
67HR4321	PEUGEOT	7	17/11/2011
46FC5687	RENAULT	7	22/06/2007

- Voitures[puissance+2]

# ***Traduction d'une projection***

- alg rel :  $R [ A , 3 * B ]$

- SQL :

```
SELECT DISTINCT  a , 3 * b  
FROM      r  
;
```

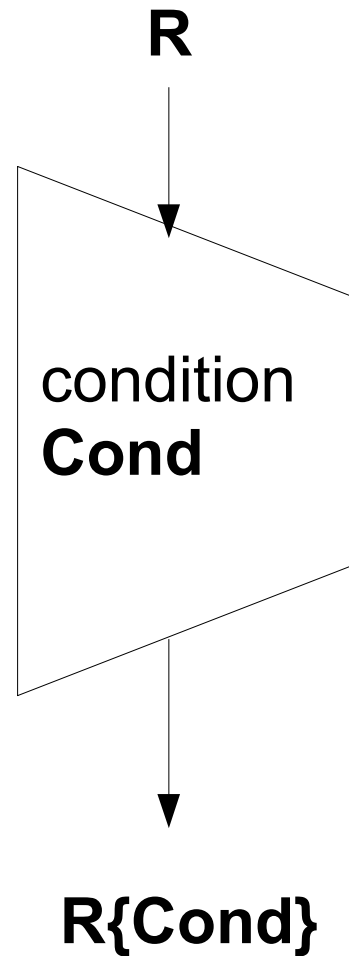
# ***Elargissement***

- Soient  $R$  une relation,  $A$  un attribut de  $R$ ,  $f$  une fonction dont l'ensemble de départ est le domaine de l'attribut  $A$ , et l'ensemble d'arrivée le domaine de l'attribut  $B$  (présent ou non dans  $R$ ).
- $R [ f (A)^+ ]$  est la relation qui a tous les attributs de  $R$ , avec en plus l'attribut  $B$  de valeur  $f (A)$ .

# ***Restriction***

- Soient  $R$  une relation,  $v$  une valeur du domaine de l'attribut  $A$  de  $R$
- **$R \{ A = v \}$ , restriction de  $R$  à  $A=v$** , est la relation ayant tous les attributs de  $R$ , mais uniquement les tuples où l'attribut  $A$  prend la valeur  $v$
- Restriction suivant une condition quelconque

# ***Représentation graphique d'une restriction***



# ***Exemple de restriction***

immatriculation	marque	puissance	Date 1ere im.
24ET7898	RENAULT	7	23/07/2010
76YU9087	PEUGEOT	6	12/04/1999
75GY6435	AUDI	8	09/02/2008
67HR4321	PEUGEOT	7	17/11/2011
46FC5687	RENAULT	7	22/06/2007

- Voitures{marque = RENAULT}
- Voitures{marque = RENAULT}[puissance]



# *Traduction d'une restriction*

- alg rel :  $R \{ A > 2 \}$

- SQL :

```
SELECT  *  
FROM    r  
WHERE   a > 2  -- restriction  
;
```

# ***Affectation***

- Soit  $R$  une relation,  $S$  un symbole n'apparaissant pas dans le schéma
- **$S := A$  ( affectation :  $S$  prend la valeur  $A$  )** définit une relation  $S$  identique à  $R$
- Exemple :

$$S := R [ A , B ]$$

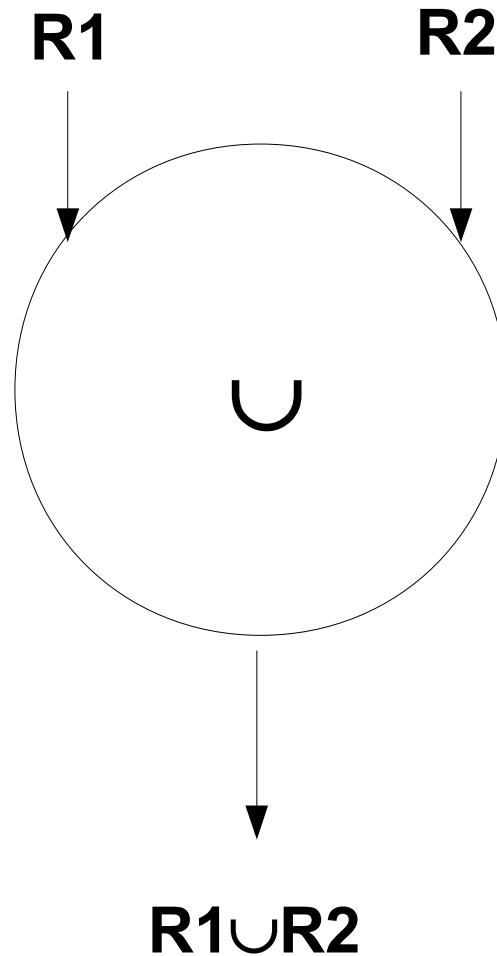
# ***Opérateurs relationnels binaires de même schéma***

- Union
- Intersection
- Différence ensembliste

# ***Union***

- Soient R1 et R2 deux relations **de même schéma**
- La réunion ou **union**  $R1 \cup R2$  est la relation de même schéma comprenant tous les tuples différents de R1 ou R2

# ***Représentation graphique d'une union***



# Exemple d'union

Voitures

immatriculation	marque	puissance	Date 1ere im.
24ET7898	RENAULT	7	23/07/2010
76YU9087	PEUGEOT	6	12/04/1999
75GY6435	AUDI	8	09/02/2008
67HR4321	PEUGEOT	7	17/11/2011
46FC5687	RENAULT	7	22/06/2007

Motos

Immat	marque	puiss	Date 1ere imat
34E87	Yamaha	12	17/06/2004
87Y54	Yamaha	9	08/05/2010
98I09	Honda	8	24/07/2009

Voitures  $\cup$  Motos

Voitures[puissance]  $\cup$  Motos[puiss]

## *Traduction d'une union*

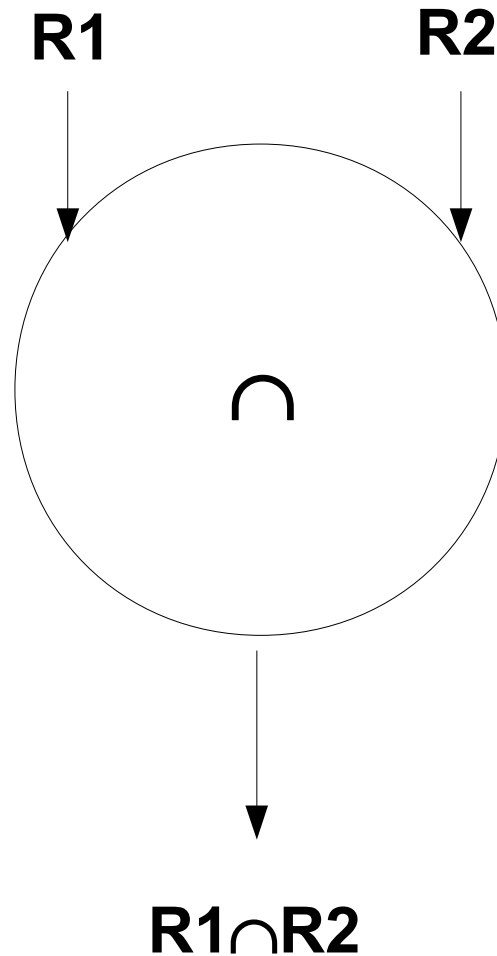
```
SQL :      SELECT  *
           FROM    r1
           --
           UNION   -- alg rel :   $R1 \cup R2$ 
           --
           SELECT  *
           FROM    r2
           ;
```

# ***Intersection***

- Soient R1 et R2 deux relations de même schéma
- L'**intersection**  $R1 \cap R2$  est la relation de même schéma comprenant tous les tuples de R1 qui se retrouvent dans R2



# ***Représentation graphique d'une intersection***



# Exemple d'intersection

## Voitures

immatriculation	marque	puissance	Date 1ere im.
24ET7898	RENAULT	7	23/07/2010
76YU9087	PEUGEOT	6	12/04/1999
75GY6435	AUDI	8	09/02/2008
67HR4321	PEUGEOT	7	17/11/2011
46FC5687	RENAULT	7	22/06/2007

## Motos

Immat	marque	puiss	Date 1ere imat
34E87	Yamaha	12	17/06/2004
87Y54	Yamaha	9	08/05/2010
98I09	Honda	8	24/07/2009

Quelles sont les puissances communes aux voitures et motos ?

**Voitures[puissance]  $\cap$  Motos[puiss]**

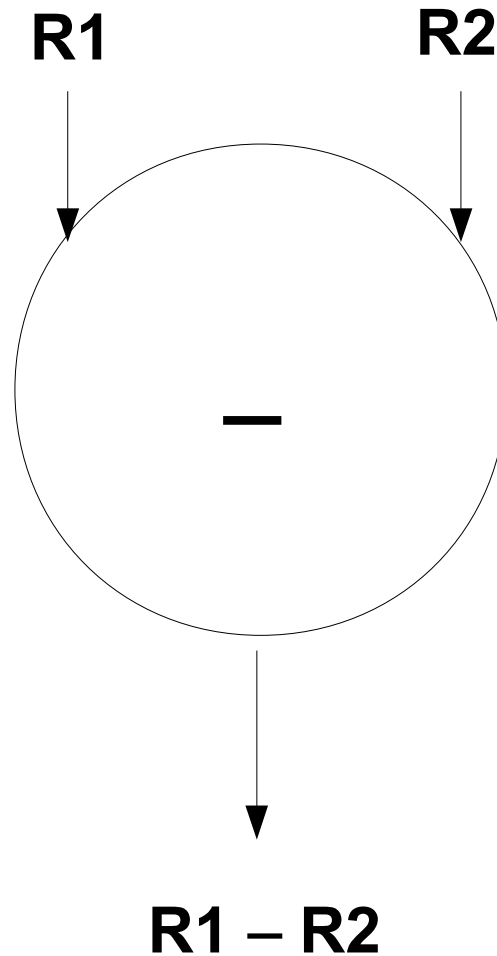
# ***Traduction d'une intersection***

```
SQL :      SELECT  *
           FROM    r1
           --
           INTERSECT  -- alg rel:  $R1 \cap R2$ 
           --
           SELECT  *
           FROM    r2
           ;
```

# ***Différence ensembliste***

- Soient  $R1$  et  $R2$  deux relations de même schéma
- La **différence ensembliste**  $R1 \setminus R2$  est la relation de même schéma comprenant tous les tuples de  $R1$  qui ne se retrouvent pas dans  $R2$

# ***Représentation graphique d'une différence***



# Exemple d'une différence

## Voitures

immatriculation	marque	puissance	Date 1ere im.
24ET7898	RENAULT	7	23/07/2010
76YU9087	PEUGEOT	6	12/04/1999
75GY6435	AUDI	8	09/02/2008
67HR4321	PEUGEOT	7	17/11/2011
46FC5687	RENAULT	7	22/06/2007

## Motos

Immat	marque	puiss	Date 1ere imat
34E87	Yamaha	12	17/06/2004
87Y54	Yamaha	9	08/05/2010
98I09	Honda	8	24/07/2009

Quelles sont les voitures qui n'ont pas la puissance d'une moto ?

Voitures[puissance] - Motos[puiss]

# *Traduction d'une différence*

```
SQL :      SELECT  *
           FROM    r1
           --
           MINUS   -- alg rel: R1-R2
           --
           SELECT  *
           FROM    r2
           ;
```

# ***Opérateurs relationnels binaires de schémas quelconques***

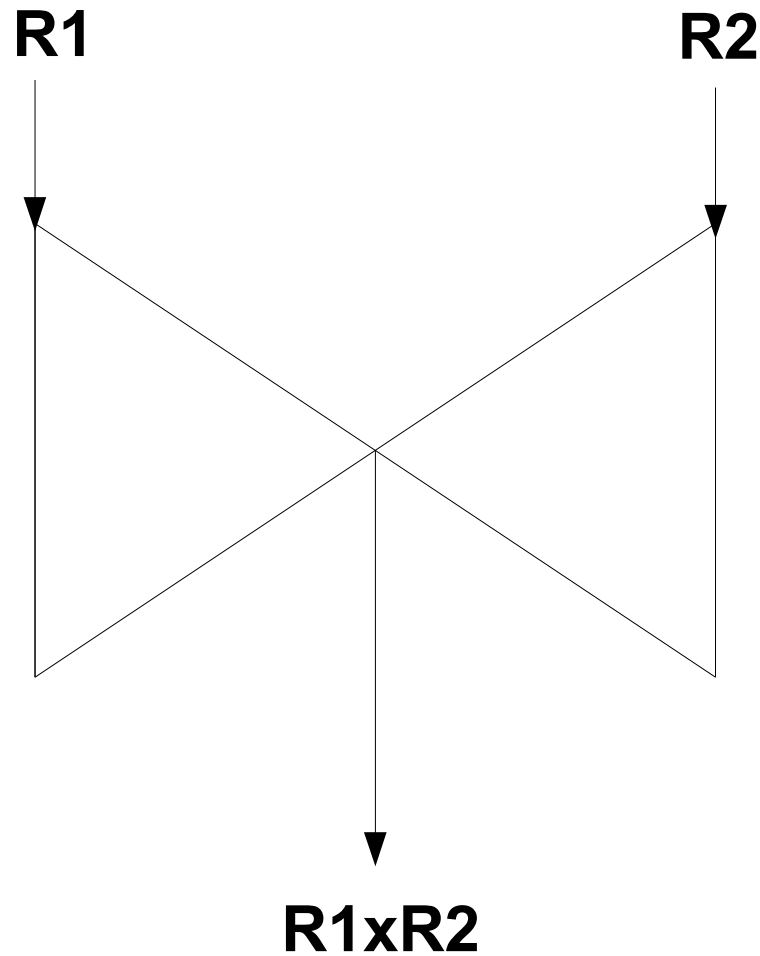
- Domaines quelconques :
  - produit (cartésien)
- Domaines non disjoints :
  - jointure
  - division



# ***Produit cartésien***

- Soient  $R1$  et  $R2$  deux relations de schémas quelconques
- Le **produit (cartésien)  $R1 \times R2$**  est la relation ayant tous les attributs de  $R1$ , tous les attributs de  $R2$ , et dont les tuples sont toutes les combinaisons possibles obtenues en juxtaposant un tuple de  $R1$  et un tuple de  $R2$

# ***Représentation graphique d'un produit***



# ***Exemple de produit cartésien***

Voitures

immatriculation	marque	puissance	Date 1ere im.
24ET7898	RENAULT	7	23/07/2010
76YU9087	PEUGEOT	6	12/04/1999
75GY6435	AUDI	8	09/02/2008
67HR4321	PEUGEOT	7	17/11/2011
46FC5687	RENAULT	7	22/06/2007

Motos

Immat	marque	puiss	Date 1ere imat
34E87	Yamaha	12	17/06/2004
87Y54	Yamaha	9	08/05/2010
98I09	Honda	8	24/07/2009

Voitures X Motos :  $5 \times 3 = 15$  octuplets !!

Voitures[puissance] X Motos[marque]

# ***Traduction d'un produit***

alg rel: **R1 x R2**

SQL :           **SELECT   \***  
                  **FROM     r1 , r2**  
                  **;**

# ***Jointures***

- Jointure naturelle
- Equi-jointure
- Théta-jointure

# ***Jointure naturelle***

- Soient  $R1$  et  $R2$  deux relations dont les schémas comportent **le même attribut  $A$** , tous les autres attributs étant différents
- La **jointure naturelle  $R1 * R2$**  est la relation ayant tous les attributs de  $R1$ , tous les attributs de  $R2$ , et dont les tuples sont toutes les combinaisons obtenues en juxtaposant un tuple de  $R1$  et un tuple de  $R2$  qui prennent **la même valeur pour l'attribut  $A$**

# ***Jointure naturelle avec plusieurs attributs***

- Si l'intersection des schémas de R1 et R2 comporte **plusieurs attributs A, B...**, la jointure naturelle se fera sur tous les attributs communs
- **$R1 * R2$**  est alors la relation ayant tous les attributs de R1, tous les attributs de R2, et dont les tuples sont toutes les combinaisons obtenues en juxtaposant un tuple de R1 et un tuple de R2 qui prennent **les mêmes valeurs pour A, B ...**

# *Exemple de jointure naturelle*

immatriculation	marque	puissance	Dept d'immat
24ET7898	RENAULT	7	22
76YU9087	PEUGEOT	6	56
75GY6435	AUDI	8	35
67HR4321	PEUGEOT	7	35
46FC5687	RENAULT	7	56

Nom Concessionnaire	Marque
GEMY	Peugeot
Ag du Pont vert	RENAULT
Ag du	Chrysler

Voitures \* Concessionnaires

Voitures\*Concessionnaires[NomConcessionnaire]



# ***Equi-jointure***

- Soient R1 et R2 deux relations dont les schémas comportent des attributs A1 (de R1) et A2 (de R2) de même domaine
- L'**équi-jointure**  $R1 \bowtie [A1=A2] R2$  est la relation ayant tous les attributs de R1, tous les attributs de R2, et dont les tuples sont toutes les combinaisons obtenues en juxtaposant un tuple de R1 et un tuple de R2 qui prennent la même valeur pour les attributs A1 et A2

# ***Equi-jointure et jointure naturelle***

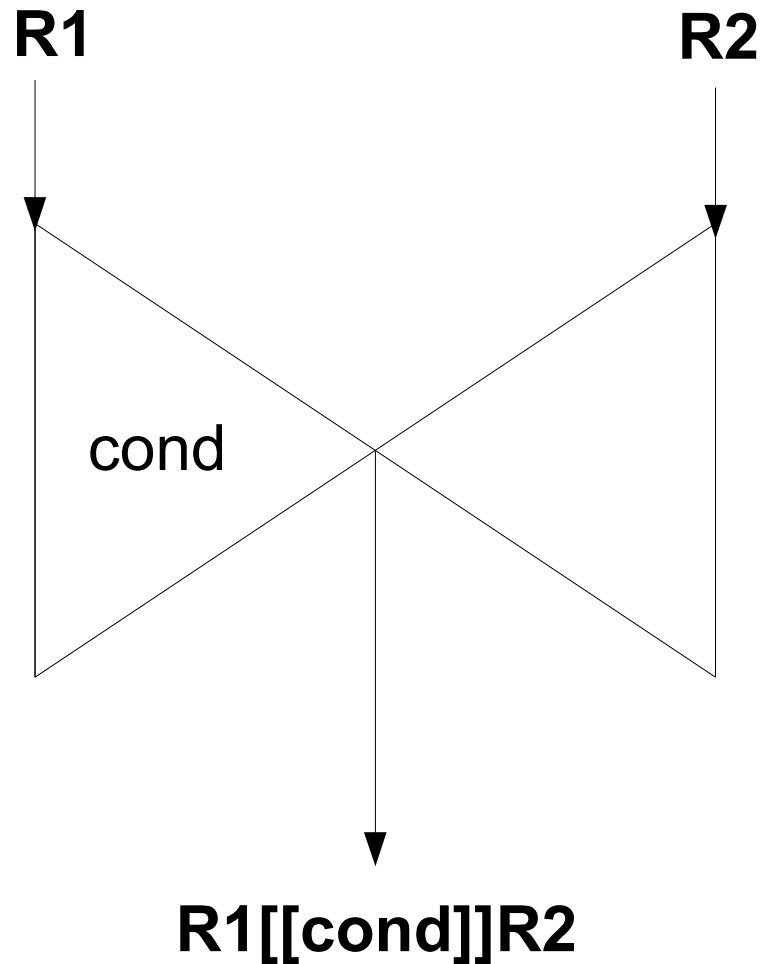
- Il est toujours possible de remplacer la jointure naturelle par une équi-jointure
- Si l'intersection des schémas de R1 et R2 est l'attribut A, alors :

$$R1 * R2 = R1 \left[ [ R1.A=R2.A ] \right] R2$$

# ***Théta-jointure***

- Soient  $R1$  et  $R2$  deux relations dont les schémas peuvent être liés par une condition  $Cond$
- La **théta-jointure**  $R1 \text{ } [[ \text{Cond} ]]$   $R2$  est la relation ayant tous les attributs de  $R1$ , tous les attributs de  $R2$ , et dont les tuples sont toutes les combinaisons obtenues en juxtaposant un tuple de  $R1$  et un tuple de  $R2$  qui vérifient la condition  $Cond$
- Une jointure naturelle, une équi-jointure sont des cas particuliers de théta-jointure

# ***Représentation graphique d'une jointure***



# ***Division***

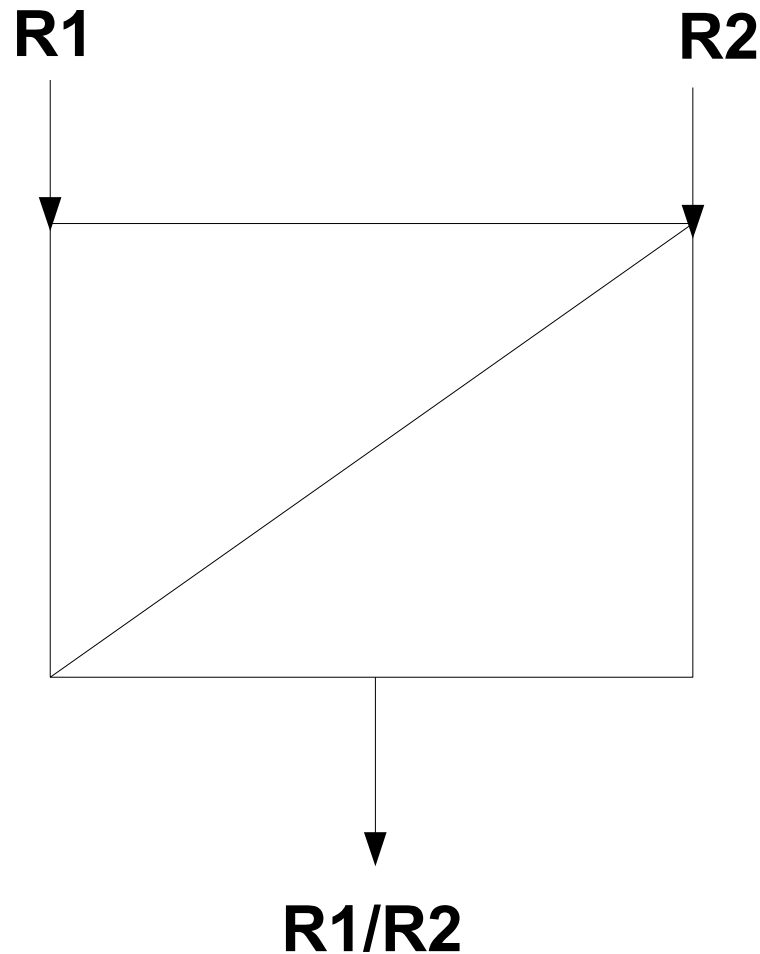
- Division normale (inexacte)
- Division exacte

# ***Division normale***

- Soient  $R1$  et  $R2$  deux relations telles que tous les attributs de  $R2$  se retrouvent dans  $R1$
- La **division**  $R1 / R2$  est une relation ayant seulement les attributs de  $R1$  non présents dans  $R2$ .

Les t-uples de  $R1 / R2$  apparaissant dans  $R1$  doivent en plus contenir dans  $R1$  tous les t-uples de  $R2$ .

# ***Représentation graphique d'une division normale***



# Exemple de division normale

## Voitures

immatriculation	marque	puissance	Dept d'immat
24ET7898	RENAULT	8	22
76YU9087	PEUGEOT	8	56
75GY6435	AUDI	8	35
67HR4321	PEUGEOT	7	35
46FC5687	RENAULT	7	56
55YT9462	PEUGEO T	9	22

## Motos

Immat	marque	puiss	Date 1ere imat
34E87	Yamaha	8	17/06/2004
87Y54	Yamaha	7	08/05/2010
98I09	Honda	8	24/07/2009

Quelles sont les marques de voitures représentées par des voitures dont les puissances sont celles de toutes les motos ?

Voitures[marque,puissance]/Motos[puissance]

résultat : Peugeot et Renault

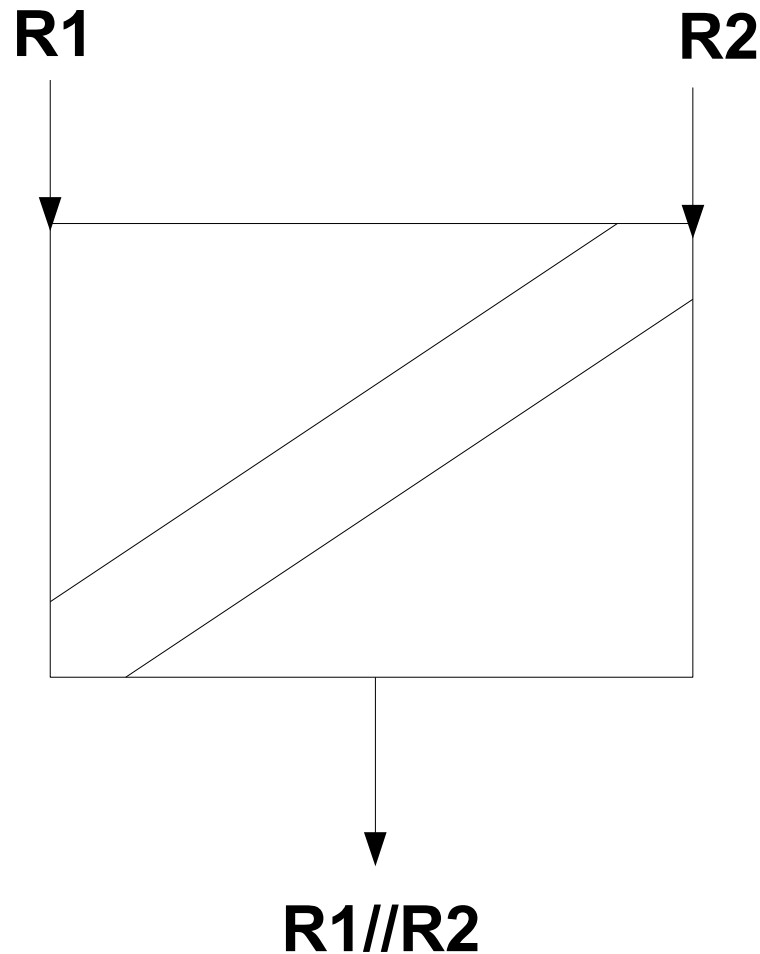


# ***Division exacte***

- Soient  $R1$  et  $R2$  deux relations telles que tous les attributs de  $R2$  se retrouvent dans  $R1$
- La **division exacte**  $R1 \div R2$  est une relation ayant seulement les attributs de  $R1$  non présents dans  $R2$ .

Les t-uples de  $R1 \div R2$  apparaissant dans  $R1$  doivent en plus contenir dans  $R1$  tous les t-uples de  $R2$  et uniquement ceux-là.

# ***Représentation graphique d'une division exacte***



# ***Exemple de division exacte***

## Voitures

immatriculation	marque	puissance	Dept d'immat
24ET7898	RENAULT	8	22
76YU9087	PEUGEOT	8	56
75GY6435	AUDI	8	35
67HR4321	PEUGEOT	7	35
46FC5687	RENAULT	7	56
55YT9462	PEUGEOT	9	22

## Motos

Immat	marque	puiss	Date 1ere imat
34E87	Yamaha	8	17/06/2004
87Y54	Yamaha	7	08/05/2010
98I09	Honda	8	24/07/2009

Quelles sont les marques de voitures représentées par des voitures dont les puissances sont celles de toutes les motos et pas d'autres ?

Voitures[marque,puissance] // Motos[puissance]

résultat : Renault

# ***Division et produit***

- Soient  $R1$  et  $R2$  deux relations quelconques.

- Alors :

$$(R1 \times R2) / R2 = (R1 \times R2) // R2 = R1$$

et

$$(R1 \times R2) / R1 = (R1 \times R2) // R1 = R2$$