

Le Langage SQL

Langage de manipulation de données (LMD)

HLIN511

Pascal Poncelet

Pascal.Poncelet@umontpellier.fr

<http://www.lirmm.fr/~poncelet>



Introduction

- Origine : développé chez IBM par l'équipe de recherche de Codd - Naissance de Sequel
- Devenu un standard ANSI en 89 (American National Standard Institute)
 - Existence de « différents dialectes » mais les différences de syntaxe sont minimales
- « Aujourd'hui, un SGBDR ne se vend pas sans une interface SQL »



Introduction

- Les différentes évolutions

Année	Nom	Appellation	Commentaires
1986	ISO/CEI 9075:1986	SQL-86 ou SQL-87	Édité par l'ANSI puis adopté par l'ISO en 1987.
1989	ISO/CEI 9075:1989	SQL-89 ou SQL-1	Révision mineure.
1992	ISO/CEI 9075:1992	SQL-92 (en) alias SQL2	Révision majeure.
1999	ISO/CEI 9075:1999	SQL-99 (en) alias SQL3	Expressions rationnelles, requêtes récursives, déclencheurs, types non-scalaires et quelques fonctions orientées objet (les deux derniers points sont quelque peu controversés et pas encore largement implémentés).
2003	ISO/CEI 9075:2003	SQL:2003 (en)	Introduction de fonctions pour la manipulation XML, « window functions », ordres standardisés et colonnes avec valeurs auto-produites (y compris colonnes d'identité).
2008	ISO/CEI 9075:2008	SQL:2008 (en)	Ajout de quelques fonctions de fenêtrage (ntile, lead, lag, first value, last value, nth value), limitation du nombre de ligne (OFFSET / FETCH), amélioration mineure sur les types distincts, curseurs et mécanismes d'auto incréments.
2011	ISO/CEI 9075:2011	SQL:2011 (en)	



Introduction

- 3 facettes
 - Langage de définition de données (LDD)
 - Création du schéma
 - Langage de manipulation de données (LMD)
 - Mise à jour et interrogation du schéma
 - Langage de contrôle des données (LCD)
 - Autorisations
- SQL est basé sur des mots clés (en anglais) et se veut proche du langage naturel
- Table = Relation ; Colonne = Attribut ; Ligne = tuple



Langage de Manipulation (LMD)

- Structure du bloc de base

SELECT {liste des attributs résultats}

Obligatoire

FROM {liste des relations concernées}

Obligatoire

WHERE {liste des conditions} *Facultatif*

; *Fin de requête*



LMD - Projections

- Expression des projections
 - Dans la clause **SELECT**
 - Les différents attributs sont séparés par des virgules (,)
- Liste des villes desservies par la compagnie ?
SELECT VA FROM VOL;
- Noms et Adresses des pilotes ?
SELECT Plnom, Adr FROM PILOTE;



LMD - Projections

- Attention : avec SQL il n'y a pas d'élimination automatique des duplicats, c'est à l'utilisateur de le spécifier avec la clause **DISTINCT**
SELECT DISTINCT VA FROM VOL ;
- Pour ne pas réaliser de projection, soit on cite tous les attributs de la (les) relations, soit on utilise *
Toutes les informations sur les pilotes
SELECT * FROM PILOTE;



LMD - Projections

- Le coût d'un **DISTINCT**
- Est ce que ces deux requêtes sont équivalentes ?
SELECT PInom FROM PILOTE;
SELECT DISTINCT PInom FROM PILOTE;
- La première affiche l'ensemble des valeurs sans traitement donc les éventuels duplicats
- La seconde nécessite de trier la relation PILOTE par rapport aux différentes valeurs de PInom et ensuite élimine les duplicats. Peut être une opération coûteuse lorsqu'il y a beaucoup de tuples.



LMD - Sélections

- Expression des sélections
 - Dans la clause **WHERE** sous la forme d'une condition :
Attribut X Constante où $X = \{=, >=, <=, <>\}$
Quels sont les pilotes Niçois ?
SELECT * FROM PILOTE WHERE Adr='NICE' ;
- Possibilité d'utiliser des connecteurs logiques **AND**, **OR**, **NOT**. Attention aux priorités (NOT puis AND puis OR). Mettre des parenthèses



LMD - Sélections

- Définition d'appartenance à un intervalle
WHERE att **BETWEEN** borneinf **AND** bornesup
- Appartenance à une liste
WHERE att **IN** (val1, val2, ... , valn) avec att=val1 OR att = val2
OR ... att = valn
- Recherche de sous chaînes
WHERE att **LIKE** 'chaîne générique'
_ pour un caractère quelconque ou % pour une chaîne. Sous Unix _
= ? et % = *.
- **NULL**
WHERE att **IS NULL**



LMD - Sélections

- Donner tous les informations sur les Airbus dont le numéro est compris entre 100 et 150 et qui sont localisés à NICE, MARSEILLE, TOULOUSE ou BORDEAUX

SELECT * FROM AVION

WHERE Avnom LIKE 'Airbus%'

AND Avnum BETWEEN 100 AND 150

AND Loc IN ('NICE', 'MARSEILLE', 'TOULOUSE', 'BORDEAUX') ;



LMD - Sélections

- Donner tous les informations sur les pilotes qui n'ont pas de salaire

SELECT *

FROM PILOTE

WHERE sal IS NULL;



LMD - Calculs verticaux

- Dans un bloc, il est possible d'utiliser des fonctions agrégatives, appliquées sur les valeurs d'attributs. Ces fonctions sont :
SUM, AVG, MIN, MAX, COUNT, etc..
 - Quel est le total des salaires des pilotes ?
SELECT SUM(Sal) FROM PILOTE ;
- Utiliser **DISTINCT** si vous ne voulez pas que le calcul se fasse sur les duplicats
- **COUNT** admet * comme argument. Il rend le nombre de tuples sélectionnés



LMD - Calculs verticaux

- Exemples
- Quel est le nombre de villes desservies par la compagnie ?

SELECT COUNT (DISTINCT VA) FROM VOL ;

- Quel est le nombre de Vols à destination de Nice ?

SELECT COUNT (*)

FROM VOL

WHERE VA = 'NICE';



LMD - Calculs verticaux

- Renommer le résultat : **AS**

SELECT COUNT (DISTINCT VA) FROM VOL ;

COUNT (DISTINCT VA)
PARIS
NICE

SELECT COUNT (DISTINCT VA) AS VILLES FROM VOL ;

VILLES
PARIS
NICE

- Ne modifie rien dans les tables. Renomme uniquement le résultat.
- Mettre des " " si la chaîne contient des espaces :

SELECT COUNT (DISTINCT VA) AS "Les Villes" FROM VOL ;



LMD - Calculs verticaux

- Attention le résultat d'une fonction d'agrégation retourne une seule valeur :

```
SELECT Plnum, COUNT(*)  
FROM VOL;
```

*ERROR at line 1:ORA-00937: not a single-group group function

- **Impossible** car on essaye d'associer à chaque valeur de Plnum le nombre de vols



LMD - Calculs horizontaux

- Calculs en utilisant :
 - des opérateurs : +, -, *, / et || (concaténation de chaînes)
 - des fonctions : **ABS**, **SQRT**, **COS**, ...

Quels sont les noms des pilotes qui avec une augmentation de 10% de leur salaire gagnent moins de 2000 € ?

```
SELECT PInom  
FROM PILOTE  
WHERE Sal * 1.1 < 2000;
```



LMD - Jointures prédicatives

- Dans la clause WHERE sous forme
att1 X att2 où $X = \{=, >=, <=, <>\}$
- Si les attributs de jointure portent le même nom
préfixer par le nom de la relation

Donner les numéros et horaires des vols au départ de
Paris assurés par un A320 ?

SELECT Volnum, HD, HA

FROM VOL, AVION

WHERE VOL.Avnum = AVION.Avnum

AND VD = 'PARIS'

AND Avnom = 'A320';



LMD - Autojointures

- Lorsque l'on utilise 2 fois la même relation dans un bloc, utiliser des alias ou synonymes pour différencier les rôles joués par la relation

Numéros des pilotes gagnant le même salaire que Dupont ?

```
SELECT P1.Plnum  
FROM PILOTE P1, PILOTE P2  
WHERE P1.Sal = P2. Sal  
AND P2.Plnom = 'DUPONT'  
AND P1.Plnum <> P2.Plnum;
```

Elimination du pilote Dupont
dans le résultat



LMD - Jointures imbriquées

- Sous requêtes ou requêtes imbriquées
- 1er cas : Le résultat de la sous requête est une unique valeur
- utiliser un opérateur de comparaison entre les deux blocs

Nom des pilotes qui gagnent plus que la moyenne

SELECT PInom

FROM PILOTE

WHERE Sal > (**SELECT AVG(Sal)**
FROM PILOTE) ;



LMD - Jointures imbriquées

- 2nd cas : le résultat de la sous requête est un ensemble de valeurs
 - Si la condition doit être vérifiée pour une des valeurs de la liste, on fait précéder la sous requête de **IN** ou **=ANY**

Nom des pilotes assurant un vol au départ de Nice

```
SELECT PInom FROM PILOTE  
WHERE PInum IN (SELECT PInum  
                     FROM VOL  
                     WHERE VD = 'NICE') ;
```



LMD - Jointures imbriquées

- 2nd cas : le résultat de la sous requête est un ensemble de valeurs
 - Si la condition doit être vérifiée pour toutes les valeurs de la liste, on fait précéder la sous requête de θ ALL où θ est un opérateur de comparaison

Noms des pilotes Niçois qui gagnent plus que les pilotes Parisiens ?

```
SELECT Plnom FROM PILOTE  
WHERE Adr = 'NICE'  
AND Sal > ALL (SELECT DISTINCT Sal  
                FROM PILOTE  
                WHERE Adr = 'PARIS');
```

Cette requête n'est pas
la plus efficace bien sûr.

Celle-ci est plus appropriée :

```
SELECT max(Sal)  
FROM PILOTE  
WHERE Adr = 'PARIS'
```



LMD - Jointures imbriquées

- Possibilités de travailler sur un ensemble d'attributs

Quels sont les avions de même nom et localisés au même endroit que l'avion Numéro 105 ?

SELECT *

FROM AVION

**WHERE (Avnom, Loc) = (SELECT Avnom, Loc
FROM AVION
WHERE Avnum = 105);**



Discussions sur les jointures

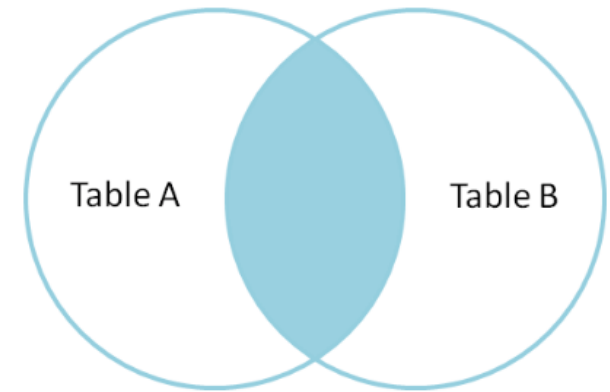
- Jointure Interne :

```
SELECT Volnum, HD, HA FROM VOL, AVION
WHERE VOL.Avnum = AVION.Avnum
AND VD = 'PARIS'
AND Avnom = 'A320' ;
```

- Autre syntaxe :

```
SELECT Volnum, HD, HA FROM VOL
INNER JOIN AVION ON VOL.Avnum = AVION.Avnum
WHERE VD = 'PARIS'
AND Avnom = 'A320' ;
```

```
SELECT Volnum, HD, HA FROM VOL
INNER JOIN AVION ON VOL.Avnum = AVION.Avnum
INNER JOIN PILOTE ON VOL.Plnum=PILOTE.plnum
WHERE VD = 'PARIS'
AND Avnom = 'A320' ;
```



2 tables

3 tables

Discussions sur les jointures

- En fait il existe différents types de jointures
- Le choix de la jointure dépend de ce que l'on recherche



Discussions sur les jointures

- Jointure Externe :
- Vouloir récupérer un résultat même s'il n'y a pas de valeurs associées (champs NULL)
- Syntaxe :

LEFT | RIGHT | FULL OUTER JOIN
table_de_jointure ON condition



Discussions sur les jointures

- Exemple : il existe des vols qui partent de NICE mais un seul pilote associé et on souhaite avoir tous les pilotes même sans vol

```
SELECT PILOTE.Plnum, Plnom, HD, HA FROM PILOTE  
LEFT OUTER JOIN PILOTE ON VOL.Plnum = PILOTE.Plnum  
WHERE VD = 'NICE' ;
```

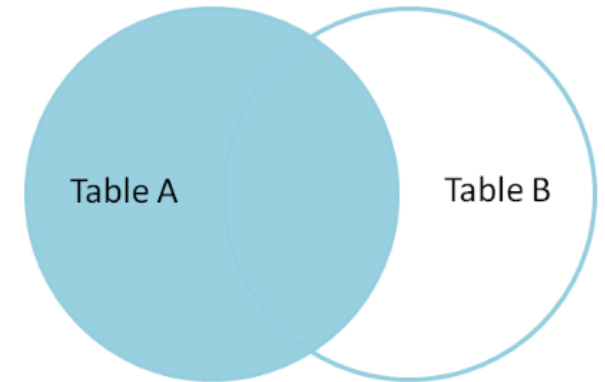
Plnum	Plnom	HD	HA
1	DUPONT	<i>NULL</i>	<i>NULL</i>
2	DURAND	<i>NULL</i>	<i>NULL</i>
3	DUJARDIN	12	18



Discussions sur les jointures

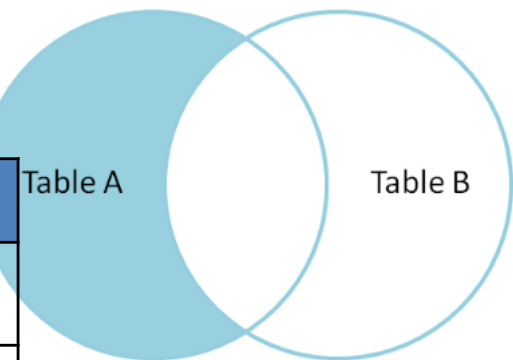
- LEFT JOIN

Intérêt permet de reporter tous les
tous les résultats de la relation de gauche
même s'il n'y a pas de correspondance dans
table de droite



```
SELECT PILOTE.Plnum, Plnom, HD, HA FROM PILOTE  
LEFT OUTER JOIN PILOTE ON VOL.Plnum = PILOTE.Plnum  
WHERE HD IS NULL;
```

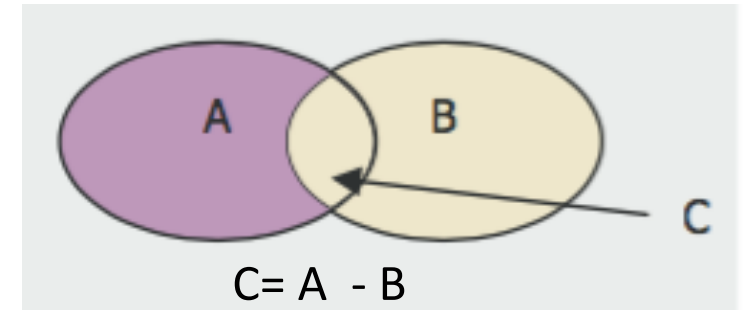
Plnum	Plnom	HD	HA
1	DUPONT	<i>NULL</i>	<i>NULL</i>
2	DURAND	<i>NULL</i>	<i>NULL</i>



RAPPEL DIFFERENCE

- $R - S$: ensemble des tuples qui appartiennent à R sans appartenir à S . Complémentaire de l'intersection :

$$R - S = \{t / t \in R \text{ ET } t \notin S\}$$



- Opérateur non commutatif : $R - S \neq S - R$

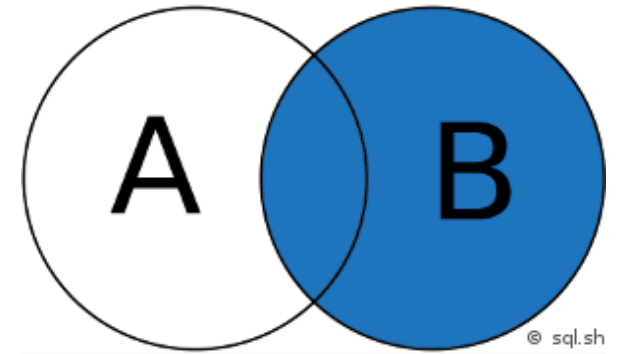
PILOTE1 – PILOTE2	PLNUM	ADR
	100	PARIS
	120	PARIS

PILOTE 1 – PILOTE 2 : ensemble des pilotes habitant PARIS et n'assurant pas de vol au départ de PARIS ou TOULOUSE

Discussions sur les jointures

- RIGHT JOIN

Intérêt permet de reporter tous les
tous les résultats de la relation de droite
même s'il n'y a pas de correspondance dans la table de gauche



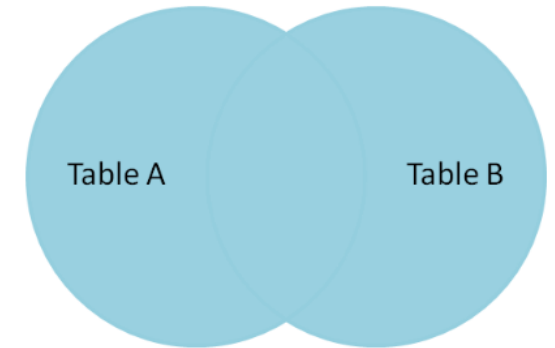
SELECT PInom, Sal, HD, HA **FROM** PILOTE
RIGHT OUTER JOIN VOL **ON** VOL.PInum = PILOTE.PInum
WHERE Sal **IS NULL**;

PInom	Sal	HD	HA
DUPONT	<i>NULL</i>	18	19
DURAND	<i>NULL</i>	22	23
DUJARDIN	50 000	12	18

Discussions sur les jointures

- **FULL OUTER JOIN**

Intérêt permet de reporter tous les
tous les résultats de la relation de droite et de
gauche même s'il n'y a pas de correspondance
Un **NULL** est attribué à droite ou à gauche



```
SELECT PILOTE.Plnum, Volnum FROM PILOTE  
FULL OUTER JOIN VOL ON  
PILOTE.Plnum = VOL.Plnum;
```



Affichera toutes les valeurs même s'il n'y en a pas

LMD - Op. ensemblistes

- Syntaxe :

SFW {**UNION**, **INTERSEC**, **EXCEPT**} SFW

- Contraintes : unicompatibilité des relations opérandes - Attention à l'ordre : compatibilité syntaxique des attributs projetés dans les deux clauses SELECT
- Pas forcément supportés par tous les SGBD !
- **MINUS** = **EXCEPT** (depuis SQL 2002)



LMD - Op. ensemblistes

- Equivalence avec d'autres opérations d'interrogation

Liste des pilotes qui habitent NICE et PARIS

```
SELECT Pnom FROM PILOTE WHERE Adr='NICE'  
UNION  
SELECT Pnom FROM PILOTE WHERE Adr = 'PARIS';
```

```
SELECT Pnom  
FROM PILOTE  
WHERE Adr = 'NICE' OR Adr = 'PARIS';
```

```
SELECT Pnom  
FROM PILOTE  
WHERE Adr IN ('PARIS', 'NICE');
```



LMD - Op. ensemblistes

- Equivalence avec d'autres opérations d'interrogation
Numéros des pilotes qui habitent à NICE et dont la ville de départ d'un vol est PARIS

```
SELECT Plnum FROM PILOTE WHERE Adr='NICE'  
INTERSECT
```

```
SELECT Plnum FROM PILOTE WHERE VD = 'PARIS' ;
```

```
SELECT Plnum FROM PILOTE  
WHERE Plnum IN (SELECT DISTINCT Plnum  
                  FROM VOL  
                  WHERE VD = 'PARIS') ;
```



LMD - Op. ensemblistes

Numéros des pilotes habitant Nice et n'assurant aucun vol au départ de Nice

```
SELECT PlnumFROM PILOTE WHERE Adr = 'NICE'  
MINUS  
SELECT DISTINCT Plnum FROM VOL WHERE VD='NICE' ;
```

```
SELECT Plnum FROM PILOTE  
WHERE Adr = 'NICE'  
AND Plnum NOT IN (SELECT DISTINCT Plnum  
                     FROM VOL  
                     WHERE VD ='NICE');
```



LMD - Op. ensemblistes

- Attention le produit cartésien existe !

```
SELECT *  
FROM PILOTE, VOL;
```

- Il y a un résultat qui donne le produit cartésien de **PILOTE x VOL** !
- C'est un produit cartésien et non pas une jointure !



LMD - Tri des résultats

- Il est possible d'ordonner les résultats en SQL, ordre croissant ou décroissant sur un ou plusieurs attributs en utilisant la clause
ORDER BY expression [**ASC**, **DESC**], ... où expression est un attribut ou ensemble d'attributs spécifiés dans le **SELECT**
- Dernière clause du bloc
- Si plusieurs expressions, d'abord tri sur le 1er, puis le 2nd, ...
Liste des pilotes Niçois par ordre de salaire décroissant puis par ordre alphabétique des noms
SELECT Pnom, Sal
FROM PILOTE
WHERE Adr = 'NICE'
ORDER BY Sal **DESC**, Pnom ;



LMD – Le **FROM**

- Le **FROM** contient les relations sur lesquelles vont s'effectuer les opérations dans le bloc

SELECT VA **FROM** VOL;

SELECT Avion.Avnum, Volnum, HD, HA
FROM VOL, AVION

WHERE VOL.Avnum = AVION.Avnum

AND AVION.Avnum = 100;



LMD – Le FROM

- Il est possible de renommer une relation
SELECT A.Avnum, Volnum, HD, HA
FROM VOL V, AVION A
WHERE V.Avnum = A.Avnum
AND A.Avnum = 100;

Avec MySQL possibilité d'écrire

FROM VOL AS V, AVION AS A

FROM TABLE VOL AS V, AVION AS A

Ne fonctionne pas sous ORACLE



LMD – Le FROM

- Attention quand une relation est renommée il n'est pas possible d'utiliser l'ancien nom

SELECT A.Avnum, Volnum, HD, HA

FROM VOL V, AVION A

WHERE V.Avnum = A.Avnum

AND AVION.Avnum = 100 ;

FAUX

AVION ne peut plus être utilisé



LMD – Le FROM

- Intérêt : ajout de plus de sémantique
Numéros des pilotes gagnant le même salaire que DUPONT ?

```
SELECT P1.Plnum  
FROM PILOTE LesPilotes, PILOTE LePiloteDupont  
WHERE LesPilotes.Sal = LePiloteDupont. Sal  
AND LePiloteDupont.Plnom = 'DUPONT'  
AND LesPilotes.Plnum <> LePiloteDupont.Plnum;
```

- Il est clair que dans les relations, **LePiloteDupont** référence une relation particulière. Celle pour laquelle on veut comparer les salaires de tous les pilotes (**LesPilotes**)



LMD – Le FROM

- Le contenu d'un **FROM** peut être une requête

```
SELECT A.Avnum, Volnum, HD, HA  
FROM (SELECT * FROM VOL) V, AVION A  
WHERE V.Avnum = A.Avnum  
AND A.Avnum = 100;
```



LMD - Mise à Jour

- Modification de la valeur d'un attribut

UPDATE nomrelation **SET** att1=val1, att2=val2 ... {**WHERE** Condition}

- Si absence de conditions (pas de clause **WHERE**) , il y a une modification sur tous les tuples de la relations concernées
- La nouvelle valeur peut être fonction de l'ancienne ou être le résultat d'une requête
- Des jointures peuvent être exprimées dans la clause **WHERE** mais une seule relation est spécifiée dans la clause **UPDATE**



LMD - Mise à Jour

- Exemples
- Le pilote DUPONT change d'adresse et son salaire est augmenté de 10 %

```
UPDATE PILOTE SET Adr='PARIS', Sal=Sal*1.1  
WHERE Plnom = 'DUPONT';
```

- Le pilote de numéro 105 a maintenant le même salaire que le pilote numéro 110

```
UPDATE PILOTE SET Sal = (SELECT Sal  
FROM PILOTE  
WHERE Plnum=110)  
WHERE Plnum=105;
```



LMD - Mise à Jour

- Insertion d'un tuple

INSERT INTO nomrelation (list_att) **VALUES** (list_val) ;

- Si la liste des attributs n'est pas spécifiée, il faut donner les valeurs pour chacun des attributs de la relation dans l'ordre de création
- On peut utiliser le mot clé **NULL** si l'attribut n'a pas de valeur



LMD - Mise à Jour

- Insertion d'un nouveau pilote

```
INSERT INTO PILOTE (Plnum, Plnom, Adr, Sal)  
VALUES (206, 'DUPOND', 'MONTPELLIER', 3000) ;
```

Remarque : si le pilote 206 existe déjà étant donné que Plnum est clé primaire il ne pourra pas être inséré

```
INSERT INTO PILOTE (PInum, PInom) VALUES (207, 'DURAND') ;  
                <207, 'DURAND', NULL NULL>
```



LMD - Mise à Jour

- Suppression de tuples
DELETE FROM nomrelation **WHERE** condition
- Une seule relation dans le FROM
- **DELETE FROM PILOTE WHERE Plnum=206;**



LMD - Mise à Jour

- Attention : Une opération de mise à jour n'est pas inscrite définitivement dans la base après son exécution
- Notion de transactions (voir en cours plus tard)



Vers les requêtes complexes

- Il est possible de vouloir traiter des tuples par sous ensemble : partitionnement
- Il est possible d'avoir des contraintes d'existences
- Il est possible d'avoir des conditions qui ne s'appliquent pas à l'ensemble des tuples
- La requête principale et la sous requête ne sont pas indépendantes



LMD - Partitionnement

- Permet de regrouper les tuples d'une relation en sous classes par valeur de l'attribut réalisant le partitionnement :

GROUP BY col1, [col2, ...]

- Doit suivre le **WHERE** ou le **FROM** si celui-ci est vide
- Les colonnes mentionnées dans le **GROUP BY** doivent être indiquées dans le **SELECT**
- Attention : si **GROUP BY**, les fonctions agrégatives s'appliquent aux sous classes



LMD - Partitionnement

- Sans partitionnement : ensemble des tuples

SELECT Volnum, Plnum, Avnum, VD, VA
FROM VOL;

Volnum	Plnum	Avnum	VD	VA
100	1	10	PARIS	MONTPELLIER
101	1	11	NICE	LYON
102	2	13	LILLE	NANTES
103	1	10	PARIS	NANTES
104	1	15	LYON	LILLE
105	4	12	PARIS	NICE
106	1	13	NANTES	LILLE



LMD - Partitionnement

- Sans partitionnement : ensemble des tuples

SELECT Plnum

FROM VOL;

Plnum
1
1
2
1
1
4
1



LMD - Partitionnement

```
SELECT Pnum  
FROM VOL  
GROUP BY Pnum;
```

3
Partitions

Pnum
1
1
1
1
1
2
4

On regroupe
par rapport aux numéros de
pilotes

La base de données est
partitionnée
et on analyse chaque partition
à la fois



LMD - Partitionnement

- Quel est le nombre de vols effectués par chacun des pilotes ?

On veut connaître par pilote le nombre de vols qu'il a effectué. Une requête sans partitionnement considère l'ensemble de la base

Volnum	Plnum	Avnum	VD	VA
100	1	10	PARIS	MONTPELLIER
101	1	11	NICE	LYON
102	2	13	LILLE	NANTES
103	1	10	PARIS	NANTES
104	1	15	LYON	LILLE
105	4	12	PARIS	NICE
106	1	13	NANTES	LILLE



LMD - Partitionnement

- Quel est le nombre de vols effectués par chacun des pilotes ?

```
SELECT Plnum, COUNT (Volnum)  
FROM VOL  
GROUP BY Plnum ;
```

On effectue une partition et ensuite on compte le nombre de vols par partition

- Les fonctions agrégatives s'appliquent aux partitions



LMD - Partitionnement

```
SELECT Plnum, COUNT (Volnum)
FROM VOL
GROUP BY Plnum ;
```

COUNT (VOLNUM)

Par partition

Pour Plnum=1

COUNT(Volnum)=5

Pour Plnum=2

COUNT(Volnum)=1

Pour Plnum=4

COUNT(Volnum)=1

Volnum	Plnum	Avnum	VD	VA
100	1	10	PARIS	MONTPELLIER
101	1	11	NICE	LYON
103	1	10	PARIS	NANTES
104	1	15	LYON	LILLE
106	1	13	NANTES	LILLE
102	2	13	LILLE	NANTES
105	4	12	PARIS	NICE



LMD - Partitionnement

```
SELECT Plnum, COUNT (Volnum)
FROM VOL
GROUP BY Plnum ;
```

Plnum	COUNT(Volnum)
1	5
2	1
4	1



LMD - Partitionnement

```
SELECT Plnum,  
        COUNT (Volnum) AS "Nombre de vols"  
FROM VOL  
GROUP BY Plnum ;
```

Plnum	Nombre de vols
1	5
2	1
4	1



LMD - Partitionnement

- Nombre de vols par pilote et par avion ?

```
SELECT Plnum, Avnum, COUNT (Volnum)
```

```
FROM VOL
```

```
GROUP BY Plnum, Avnum;
```

Partition
par Plnum

Volnum	Plnum	Avnum	VD	VA
100	1	10	PARIS	MONTPELLIER
101	1	11	NICE	LYON
103	1	10	PARIS	NANTES
104	1	15	LYON	LILLE
106	1	13	NANTES	LILLE
102	2	13	LILLE	NANTES
105	4	12	PARIS	NICE



LMD - Partitionnement

- Nombre de vols par pilote et par avion ?

```
SELECT Plnum, Avnum, COUNT (Volnum)
FROM VOL
GROUP BY Plnum, Avnum;
```

Partition
par Plnum et
par Avnum

Volnum	Plnum	Avnum	VD	VA
100	1	10	PARIS	MONTPELLIER
103	1	10	PARIS	NANTES
101	1	11	NICE	LYON
104	1	15	LYON	LILLE
106	1	13	NANTES	LILLE
102	2	13	LILLE	NANTES
105	4	12	PARIS	NICE



LMD - Partitionnement

- Nombre de vols par pilote et par avion ?

```
SELECT Plnum, Avnum, COUNT (Volnum)
FROM VOL
GROUP BY Plnum, Avnum;
```

Plnum	Avnum	COUNT(Volnum)
1	10	2
1	11	1
1	15	1
1	13	1
2	13	1
4	12	1

1 ligne par numéro
de pilote
et numéro d'avion
différent



LMD - Partitionnement

- Pour chaque pilote (nom) donner le nombre de vol qu'il assure au départ de PARIS
- La condition peut porter sur l'ensemble des tuples de la base et non pas sur la partition

```
SELECT Plnom, COUNT (*)  
FROM PILOTE, VOL  
WHERE PILOTE.Plnum=VOL.Plnum  
AND VD = 'PARIS'  
GROUP BY Plnom;
```



LMD - Partitionnement

- Donner pour chaque appareil, le nombre de pilotes qui l'utilise

```
SELECT AVION.Avnum,  
        Avnom,  
        COUNT (VOL.Plnum)  
FROM PILOTE, VOL, AVION  
WHERE VOL.Avnum=AVION.Avnum  
AND PILOTE.Plnum=VOL.Plnum  
GROUP BY AVION.Avnum, Avnom;
```



LMD - Partitionnement

Plnum	Plnom
1	DURAND
2	DUPOND

Avnum	Avnom
10	AIRBUS
20	AIRBUS

Volnum	Plnum	Avnum
V1	1	10
V2	2	10
V3	1	20
V4	2	10
V5	2	20
V6	1	10

AV 10 : P 1 (V1)
 P 2 (V2)
 P 2 (V4)
 P 1 (V6)
= 4 pilotes

AV20 : P 1 (V3)
 P 2 (V5)
= 2 pilotes

(Il n'y a que 2 pilotes dans la base !)



LMD - Partitionnement

- Donner pour chaque appareil, le nombre de pilotes qui l'utilise

```
SELECT AVION.Avnum,  
        Avnom,  
        COUNT (DISTINCT VOL.Plnum)  
FROM PILOTE, VOL, AVION  
WHERE VOL.Plnum=AVION.Avnum  
AND PILOTE.Plnum=VOL.Plnum  
GROUP BY AVION.Avnum, Avnom;
```



LMD - Partitionnement

- Les éléments qui sont dans le GROUP BY doivent se retrouver dans la SELECT

SELECT AVION.Avnum,

Avnom,

FROM ..

GROUP BY AVION.Avnum, Avnom;

- En fait ce n'est pas obligatoire d'après la norme mais de très nombreux SGBD ne le supporte pas



LMD - Partitionnement

- Les éléments qui sont dans le GROUP BY doivent se retrouver dans la SELECT sauf s'il n'y a qu'une fonction agrégative dans le SELECT

SELECT COUNT (*)

FROM VOL

GROUP BY PInum;

Compte le nombre de vols par pilote



LMD - Partitionnement

- Condition pour la partition

GROUP BY ...

HAVING condition



LMD - Partitionnement

- Donner par pilote le nombre de vols (s'il est supérieur à 5)

```
SELECT Plnum, COUNT (Volnum)
FROM PILOTE, VOL
WHERE PILOTE.Plnum = VOL.Plnum
GROUP BY Plnum
HAVING COUNT(Volnum)>5;
```

- Ne retourne un résultat que si le nombre de vol pour un pilote est supérieur à 5



LMD - Partitionnement

- Quels sont les noms des pilotes assurant le même nombre de vols avec un AIRBUS que DUPONT ?
- C'est un partitionnement. Rappel dans le WHERE on manipule l'ensemble donc on ne peut pas tester pilote par pilote
- 2 parties :
- Combien de vols sont faits par DUPONT sur un AIRBUS
- Combien de vols sont égaux à la valeur précédente



LMD - Partitionnement

- Combien de vols sont faits par DUPONT sur un AIRBUS

```
SELECT COUNT (*)  
FROM PILOTE, VOL, AVION  
WHERE PILOTE.Plnum = VOL.Plnum  
AND VOL.Avnum=AVION.Avnum  
AND Plnom = 'DUPONT'  
AND Avnom LIKE 'AIRBUS%'
```

= RES1



LMD - Partitionnement

- Combien de vols sont égaux à la valeur précédente (RES1)

```
SELECT PILOTE.Plnum, Plnom, COUNT (*)  
FROM PILOTE, VOL, AVION  
WHERE PILOTE.Plnum = VOL.Plnum  
AND VOL.Avnum=AVION.Avnum  
AND Nomav LIKE 'AIRBUS%'  
GROUP BY PILOTE.Plnum, Plnom  
HAVING COUNT (*) = RES1
```



LMD - Partitionnement

- Combien de vols sont égaux à la valeur précédente (RES1)

```
SELECT PILOTE.Plnum, Plnom, COUNT (*)  
FROM PILOTE, VOL, AVION  
WHERE PILOTE.Plnum = VOL.Plnum  
AND VOL.Avnum=AVION.Avnum  
AND Nomav LIKE 'AIRBUS%'  
GROUP BY PILOTE.PLnum, Plnom  
HAVING COUNT (*) = (SELECT COUNT (*)  
                     FROM PILOTE, VOL, AVION  
                     WHERE PILOTE.Plnum = VOL.Plnum  
                     AND VOL.Avnum=AVION.Avnum  
                     AND Plnom = 'DUPONT'  
                     AND Nomav LIKE 'AIRBUS%');
```



LMD - Partitionnement

- Les seules difficultés sont :
- De ne pas oublier que les colonnes mentionnées dans le **GROUP BY** doivent être indiquées dans le **SELECT**
- Et de ne pas confondre :
 - Les conditions qui sont dans le **WHERE** portent sur l'ensemble de la relation
 - Les conditions qui sont dans le **HAVING** portent sur la sous relation qui a été partitionnée avec le **GROUP BY**



LMD – Requêtes corrélées

- Jusqu'à présent il n'y avait pas de corrélations entre les requêtes et les sous requêtes

SELECT *

FROM PILOTE

**WHERE Sal = (SELECT Sal
FROM PILOTE
WHERE Plnum=110)**

Remarque :

Ajouter dans la requête principale

AND Plnum != 110

pour ne pas avoir le pilote 110

Exécution de la sous requête
qui donne un résultat le
salaire du pilote 110



LMD – Requêtes corrélées

- Existe-t'il des pilotes n'ayant fait aucun vol ?

SELECT *

FROM PILOTE LesPilotes

WHERE NOT EXISTS (SELECT *
FROM Vol
WHERE
LesPilotes.Plnum=Vol.Plnum) ;

Il ne doit pas exister de
pilotes dans la jointure –
Pas de résultat

On regarde par rapport aux
pilotes qui sont parcourus
dans la requête principale



LMD – Requêtes corrélées

- Quels sont les pilotes qui effectuent des vols ?

SELECT *

FROM PILOTE LesPilotes

WHERE EXISTS (SELECT *
FROM Vol
WHERE LesPilotes.PInum=Vol.PInum)

Les pilotes doivent
exister dans la jointure –
Il y a un résultat

On regarde par rapport aux
pilotes qui sont parcourus
dans la requête principale



LMD – Requêtes corrélées

- Existe t'il des homonymes parmi les pilotes ?

Plnum	Plnom
1	DUPONT
2	DUPONT
3	DURAND

- <1, 'DUPONT'> et <2, 'DUPONT'> sont homonymes

Résultat attendu :

Plnum	Plnom
1	DUPONT
2	DUPONT



LMD – Requêtes corrélées

- Existe t'il des homonymes parmi les pilotes ?

R1 = JOINTURE(PILOTE, PILOTE/PInom=PInom)

R2 = JOINTURE(PILOTE, PILOTE/PInum=PInum)

R3 = DIFFERENCE(R1,R2)

R4 = PROJECTION(R3/R1.PInum, R2.PInum)



LMD – Requêtes corrélées

- Existe t'il des homonymes parmi les pilotes ?

R1

Plnum	Plnom	Plnum	Plnom
1	DUPONT	1	DUPONT
1	DUPONT	2	DUPONT
2	DUPONT	1	DUPONT
2	DUPONT	2	DUPONT
3	DURAND	3	DURAND

R2

Plnum	Plnom	Plnum	Plnom
1	DUPONT	1	DUPONT
2	DUPONT	2	DUPONT
3	DURAND	3	DURAND

R3

Plnum	Plnom	Plnum	Plnom
1	DUPONT	2	DUPONT
2	DUPONT	1	DUPONT

R4

Plnum	Plnom
1	DUPONT
2	DUPONT



LMD – Requêtes corrélées

- Existe t'il des homonymes parmi les pilotes ?
- Utilisation de la différence

```
SELECT p1.Plnum, p1.Plnom, p2.Plnum, p2.Plnom  
FROM PILOTE p1, PILOTE p2  
WHERE p1.Plnom = p2.Plnom  
MINUS
```

```
SELECT p1.Plnum, p1.Plnom, p2.Plnum, p2.Plnom  
FROM PILOTE p1, PILOTE p2  
WHERE p1.Plnum = p2.Plnum;
```

Plnum	Plnom	Plnum	Plnom
1	DUPONT	2	DUPONT
2	DUPONT	1	DUPONT

Difficile de ne conserver que les premières colonnes



LMD – Requêtes corrélées

- Existe t'il des homonymes parmi les pilotes ?
- Une autre vision de la différence

SELECT p1.num, p1.nom

FROM PILOTE p1, PILOTE p2

WHERE p1.nom = p2.nom

AND (p1.num, p1.nom, p2.num, p2.nom) **NOT IN** (SELECT
p3.num, p3.nom, p4.num, p4.nom

Attention

Il faut les 4 attributs

FROM PILOTE p3, PILOTE p4

WHERE p3.num = p4.num);

**Requête principale et
Requête imbriquée
indépendantes**

P1num	P1nom
1	DUPONT
2	DUPONT



LMD – Requêtes corrélées

- Existe t'il des homonymes parmi les pilotes ?
- Avec une requête corrélée

SELECT *

FROM PILOTE p1

WHERE EXISTS (SELECT *

FROM PILOTE p2

WHERE p1.num != p2.num

AND p1.nom = p2.nom);

P1num	P1nom
1	DUPONT
2	DUPONT



LMD – Requêtes corrélées

- Existe t'il des homonymes parmi les pilotes ?
- Avec un partitionnement

```
SELECT Plnum, Plnom  
FROM PILOTE  
WHERE Plnom IN (SELECT Plnom  
                FROM PILOTE  
                GROUP BY Plnom  
                HAVING COUNT (*) >1);
```

Plnum	Plnom
1	DUPONT
2	DUPONT



LMD – Requêtes corrélées

- Existe t'il des homonymes parmi les pilotes ?
- Avec une condition sur les numéros – Résultats un peu différents

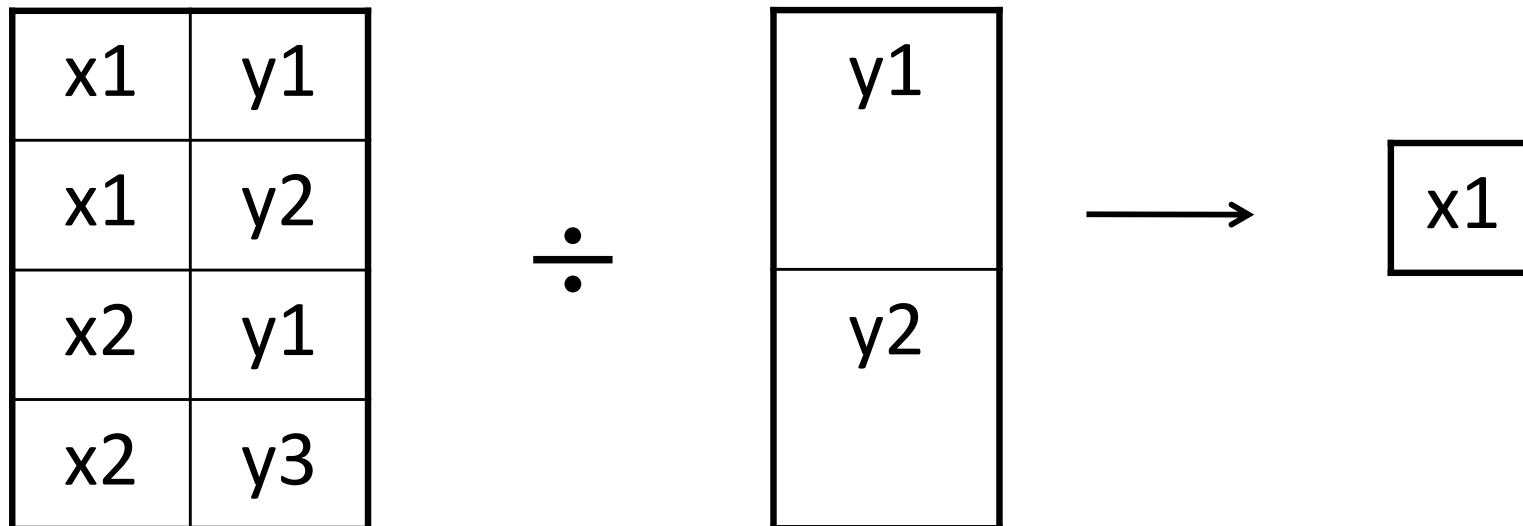
```
SELECT p1.Plnum, p2.Plnum, p1.Plnom  
FROM PILOTE p1, PILOTE P2  
WHERE p1.Plnom=p2.Plnom  
AND p1.Plnum < p2.Plnum;
```

p1.Plnum	p2.Plnum	P1.Plnom
1	2	DUPONT



La division en SQL

- Rappel :
- Division d'une relation binaire par une relation unaire
- $R(X,Y) \div S(Y)$
- Les x associés à tous les y de R :



DIVISION - Rappel algébrique

- Avions conduits par tous les pilotes :

VOL1 (PLNUM \div PLNUM) PIL ?

VOL1

Dividende

AVNUM	PLNUM
30	100
30	101
30	102
30	103
31	100
31	102
32	102
32	103
33	102

Diviseur PIL1

PLNUM
100



AVNUM
30
31

Quotient

Diviseur PIL2

PLNUM
102
103



AVNUM
30
32

Quotient



La division en SQL

- Equivalence en algébrique

$$\Pi_x(R) - \Pi_x(\Pi_x(R) \otimes S - R)$$

- $\Pi_x(R) \otimes S$ = la division idéale : « tous les x associés à tous les y de S »

x1	y1
x1	y2
x2	y1
x2	y2

La division en SQL

- Expression en algébrique

$$\Pi_x(R) - \Pi_x(\Pi_x(R) \otimes S - R)$$

- $\Pi_x(R) \otimes S - R$ = les mauvais (« ceux qui ne sont pas associés à tous les y de S »)

x2	y2
----	----

La division en SQL

- Pour avoir les bons :

$$\Pi_x(R) - \Pi_x(\Pi_x(R) \otimes S - R)$$

x1
x2

 -

x2

 =

x1

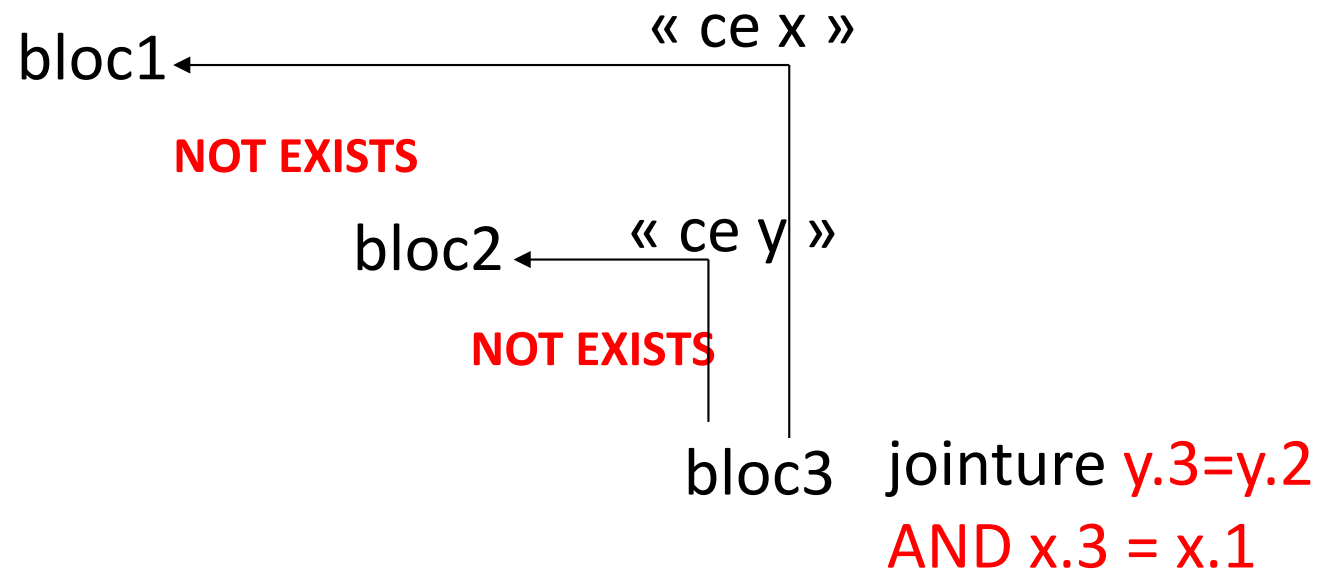
La division en SQL

- Quels sont les x associés à tous les y de R ?
- Paraphrase : « Quels sont les x tels qu'il n'existe pas de y qui ne soit pas associé à ce x ? »
- Utilisation d'un double NOT EXISTS



La division en SQL

- « Quels sont les x tels qu'il n'existe pas de y qui ne soit pas associé à ce x ? »
- Présence de deux blocs :



La division en SQL

- Les pilotes conduisant tous les avions
- *Existe-t-il un pilote tel qu'il n'existe aucun avion de la compagnie qui ne soit pas conduit par ce pilote ?*

```
SELECT *
FROM PILOTE
WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                  FROM AVION
                  WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                                    FROM VOL
                                    WHERE VOL.PInum=PILOTE.PInum
                                           AND VOL.Avnum=AVION.Avnum));
```

Bloc 1

Bloc 2

Bloc 3



La division en SQL

Existe-t-il un pilote tel qu'il n'existe aucun avion de la compagnie qui ne soit pas conduit par ce pilote ?

Un pilote est sélectionné

```
SELECT *  
FROM PILOTE  
WHERE NOT EXISTS (
```

Bloc 1

s'il n'existe aucun

avion

```
SELECT *  
FROM AVION  
WHERE NOT EXISTS (
```

Bloc 2

pour lequel il n'y a aucun

vol

(pour ce pilote et cet avion)

```
SELECT *  
FROM VOL  
WHERE VOL.PInum=PILOTE.PInum  
AND VOL.Avnum=AVION.Avnum));
```

Bloc 3



La division en SQL

- Examen de la requête :
- Pour chaque pilote examiné par le 1er bloc, les différents tuples de AVION sont balayés au niveau du 2ème bloc et pour chaque avion, les conditions de jointure du 3ème bloc sont évaluées



La division en SQL

Pnum	...
1	...
2	...

Avnum	...
10	...
20	...

Volnum	Pnum	Avnum
V1	1	10
V2	1	10
V3	2	10
V4	2	20

Pour le pilote 1

Parcours des tuples de la relation AVION.

Pour l'avion n° 10, le 3ème bloc retourne un résultat (le vol V1), **NOT EXISTS** est donc faux et l'avion 10 n'appartient donc pas au résultat du 2ème bloc.

L'avion 20 n'étant jamais piloté par le pilote 1, le 3ème bloc ne rend aucun tuple, le **NOT EXISTS** associé est donc évalué à vrai.

Le 2ème bloc rend donc un résultat non vide (l'avion 20) et donc le **NOT EXISTS** du 1er bloc est faux.

Le pilote 1 n'est donc pas retenu dans le résultat de la requête.



La division en SQL

PInum	...
1	...
2	...

Avnum	...
10	...
20	...

Volnum	PInum	Avnum
V1	1	10
V2	1	10
V3	2	10
V4	2	20

Pour le pilote 2

avec l'avion 10, il existe un vol (V3)

Le 3ème bloc retourne un résultat, **NOT EXISTS** est donc faux.

avec l'avion 20, le 3ème bloc restitue un tuple et à nouveau **NOT EXISTS** est faux.

Le 2ème bloc rend donc un résultat vide ce qui fait que le **NOT EXISTS** du 1er bloc est évalué à vrai.

Le pilote 2 fait donc partie du résultat de la requête.



La division en SQL

- Les pilotes conduisant tous les airbus

Bloc 1

SELECT *

FROM PILOTE

WHERE NOT EXISTS (SELECT *

Bloc 2

FROM AVION

WHERE Avnom LIKE 'AIRBUS%'

AND NOT EXISTS (SELECT *

Bloc 3

FROM VOL

WHERE VOL. PInum=PILOTE.PInum

AND VOL.Avnum=AVION.Avnum));



La division en SQL

- Utilisation d'une partition ou d'un comptage
- Quels sont les x associés à tous les y de R ?
- Paraphrase : « Quels sont les x tels que le nombre de y différents auxquels ils sont associés soit égal au nombre total de y ? »



La division en SQL

- Les pilotes conduisant tous les avions
- *Quels sont les pilotes qui conduisent autant d'avions que la compagnie en possède ?*

SELECT Plnum

FROM VOL

GROUP BY Plnum

**HAVING COUNT (DISTINCT Avnum) = (SELECT COUNT(*)
FROM AVION);**



La division en SQL

```
SELECT Plnum  
FROM VOL  
GROUP BY Plnum  
HAVING COUNT (DISTINCT Avnum) = (SELECT COUNT(*) FROM AVION);
```

- Le comptage dans la clause **HAVING** permet pour chaque pilote de dénombrer les appareils conduits
- L'oubli du **DISTINCT** rend la requête fausse (on compterait alors le nombre de vols assurés)
- Cette technique de paraphrasage ne peut être utilisée que si les deux ensembles dénombrés sont parfaitement comparables



La division en SQL

- Les pilotes conduisant tous les airbus

```
SELECT Plnum  
FROM VOL, AVION  
WHERE AVION.Avnum=VOL.Avnum  
AND Avnom LIKE 'AIRBUS%'  
GROUP BY Plnum  
HAVING COUNT (DISTINCT Avnum) =  
    (SELECT COUNT(*)  
        FROM AVION  
        WHERE Avnom LIKE 'AIRBUS%');
```

Attention la condition doit être dans les deux



-
- Des questions ?

