Chapitre 3 – SQL, un langage relationnel (partie interrogation)

Préliminaires

SQL est un langage ANSI/ISO pour interroger et manipuler des données relationnelles.
Conçu pour être un langage lisible par les personnes.

- Opérations de définition des données
- Opérations de modification des données
- Opérations relationnelles
- Opérations d'agrégation

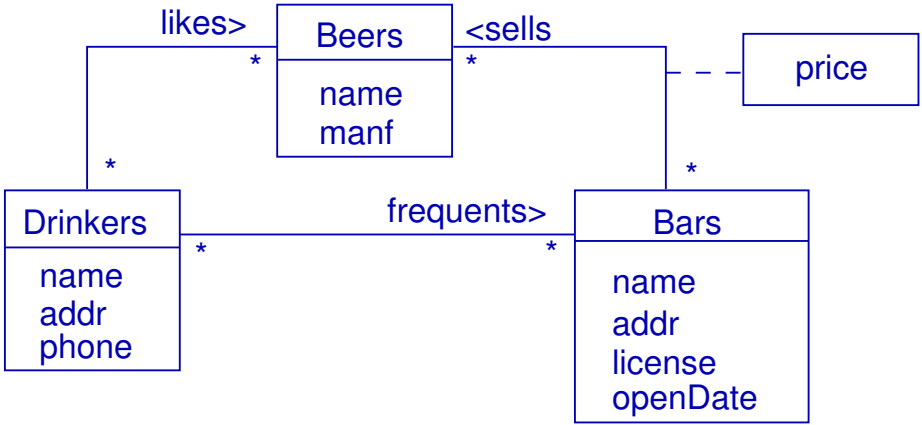
Préliminaires

SQL est un langage ANSI/ISO pour interroger et manipuler des données relationnelles.
Conçu pour être un langage lisible par les personnes.

- Opérations de définition des données
- Opérations de modification des données
- Opérations relationnelles
- Opérations d'agrégation

Facile d'exprimer des requêtes simples
TRÈS difficile d'exprimer des requêtes un peu plus complexes !

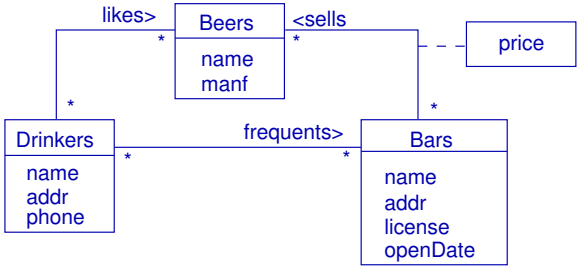
Une BD jouet[1]



[1] Le schéma de cette base de données est tirée de : *Database Systems: The Complete Book (2e édition)*, écrit par Hector Garcia-Molina, Jeff Ullman, and Jennifer Widom, 2008. Les valeurs sont d'inspiration personnelle.

Spécification des relations

Drinkers (<u>name</u>, addr, phone)
Beers (<u>name</u>, manf)
Bars (<u>name</u>, addr, license, opendate)
Likes (<u>drinker, beer</u>)
  Likes[drinker] $\subseteq$ Drinkers[name]
  Likes[beer] $\subseteq$ Beers[name]
Sells (<u>bar, beer</u>, price)
  price > 0
  Sells[beer] $\subseteq$ Beers[name]
  Sells[bar] $\subseteq$ Bars[name]
Frequents (<u>drinker, bar</u>)
  Frequents[drinker] $\subseteq$ Drinkers[name]
  Frequents[bar] $\subseteq$ Bars[name]



Il faudrait décrire aussi chacun des domaines.

Valeurs des relations

Bars

name	**addr**	**license**	**opendate**
Australia Hotel	The Rocks	123456	12/1/1940
Coogee Bay Hotel	Coogee	966500	31/8/1980
Lord Nelson	The Rocks	123888	11/11/1920
Marble Bar	Sydney	122123	1/4/2001
Regent Hotel	Kingsford	987654	29/2/2000
Rose Bay Hotel	Rose Bay	966410	31/8/2000
Royal Hotel	Randwick	938500	26/6/1986

Notion de requête

Une requête est un *programme déclaratif* pour retrouver des données d'une base de données.

Notion de requête

Une requête est un *programme déclaratif* pour retrouver des données d'une base de données.
Exemple : *Donner dans quel bar et pour quel prix la bière 'Victoria Bitter' est vendue.*

Notion de requête

Une requête est un *programme déclaratif* pour retrouver des données d'une base de données.
Exemple : *Donner dans quel bar et pour quel prix la bière 'Victoria Bitter' est vendue.*
Soit R la relation que décrit la requête. Ci-dessous, on donne sa spécification :

/ R(bar,price) : <b, p> $\in R \iff$ b est un bar qui vend la bière 'Victoria Bitter' pour le prix p. */*

...
Bars (name, addr, license, opendate)
Likes (drinker, beer)
Sells (bar, beer, price)
...

Notion de requête

Une requête est un *programme déclaratif* pour retrouver des données d'une base de données.
Exemple : *Donner dans quel bar et pour quel prix la bière 'Victoria Bitter' est vendue.*
Soit R la relation que décrit la requête. Ci-dessous, on donne sa spécification :

/ R(bar,price) : <b, p> $\in R \iff$ b est un bar qui vend la bière 'Victoria Bitter' pour le prix p. */*

...
Bars (name, addr, license, opendate)
Likes (drinker, beer)
Sells (bar, beer, price)
...

```
SELECT bar, price                /* un ensemble de noms d'attributs */
FROM Sells                       /* un ensemble de noms de relations */
WHERE beer = 'Victoria Bitter';  /* une expression booléenne */
```

Avec un SGBD....

```
SQL> SELECT bar, price
  2 FROM Sells
  3 WHERE beer = 'Victoria Bitter';

bar                price
-----------------  -----
Coogee Bay Hotel   2.3
Marble Bar         2.8
Regent Hotel       2.2
Royal Hotel        2.3

4 rows selected
SQL>
```

Projection, sélection

Donner les bars (nom et adresse) qui sont situés à Sydney

Projection, sélection

Donner les bars (nom et adresse) qui sont situés à Sydney
Soit R la relation que décrit la requête. Ci-dessous, on donne sa spécification :

/ R(bar, address) : <b, a> $\in R \iff$ b est un bar situé à Sydney, a est son adresse. */*

Projection, sélection

Donner les bars (nom et adresse) qui sont situés à Sydney
Soit R la relation que décrit la requête. Ci-dessous, on donne sa spécification :

/ R(bar, address) : <b, a> $\in R \iff$ b est un bar situé à Sydney, a est son adresse. */*

Drinkers (name, addr, phone)
Beers (name, manf)
Bars (name, addr, license, opendate)
...

Projection, sélection

Donner les bars (nom et adresse) qui sont situés à Sydney
Soit R la relation que décrit la requête. Ci-dessous, on donne sa spécification :

/ R(bar, address) : <b, a> $\in R \iff$ b est un bar situé à Sydney, a est son adresse. */*

Drinkers (name, addr, phone)
Beers (name, manf)
Bars (name, addr, license, opendate)
...

En SQL :

SELECT
FROM
WHERE

Projection, sélection

Donner les bars (nom et adresse) qui sont situés à Sydney
Soit R la relation que décrit la requête. Ci-dessous, on donne sa spécification :

/ R(bar, address) : <b, a> $\in R \iff$ b est un bar situé à Sydney, a est son adresse. */*

Drinkers (name, addr, phone)
Beers (name, manf)
Bars (name, addr, license, opendate)
...

En SQL :

```
SELECT
FROM Bars                    /* relations (une ou plusieurs) */
WHERE
```

Projection, sélection

Donner les bars (nom et adresse) qui sont situés à Sydney
Soit R la relation que décrit la requête. Ci-dessous, on donne sa spécification :

/ R(bar, address) : <b, a> $\in R \iff$ b est un bar situé à Sydney, a est son adresse. */*

Drinkers (name, addr, phone)
Beers (name, manf)
Bars (name, addr, license, opendate)
...

En SQL :

```
SELECT
FROM Bars                    /* relations (une ou plusieurs) */
WHERE addr = 'Sydney';       /* sélection */
```

Projection, sélection

Donner les bars (nom et adresse) qui sont situés à Sydney
Soit R la relation que décrit la requête. Ci-dessous, on donne sa spécification :

/ R(bar, address) : <b, a> $\in R \iff$ b est un bar situé à Sydney, a est son adresse. */*

Drinkers (name, addr, phone)
Beers (name, manf)
Bars (name, addr, license, opendate)
...

En SQL :

```
SELECT name, addr                /* projection */
FROM Bars                        /* relations (une ou plusieurs) */
WHERE addr = 'Sydney';           /* sélection */
```

Question

Quel type d'information on met (généralement) dans la clause **SELECT** (ce qui correspond à une Projection) ?

A. Attributs

B. Relations

C. Conditions

Question

Quel type d'information on met (généralement) dans la clause **FROM** ?

A. Attributs

B. Relations

C. Conditions

Question

Quel type d'information on met (généralement) dans la clause **WHERE** (ce qui correspond à une Sélection)?

A. Attributs

B. Relations

C. Conditions

Opérateurs (avec ordre de priorité) :

Priorité	Opérateur	Opération
1	*, /	multiplication, division
2	+, -, ‖	addition, soustraction, concaténation
3	=, ! =, <=, LIKE , IN	comparaison
4	NOT	négation logique
5	AND	conjonction
6	OR	disjonction

Valeurs multiples (doublons)

Donner les bières qui coûtent moins de $2.5
Soit R la relation décrite par la requête.

/ R(<u>beer</u>) : $< b > \in R \iff$ b est une bière vendue pour moins de $2.5 */*

Valeurs multiples (doublons)

Donner les bières qui coûtent moins de $2.5
Soit R la relation décrite par la requête.

/ R(beer) : $< b > \in R \iff$ b est une bière vendue pour moins de $2.5 */*

Le résultat attendu est :

beer
New
Old
Victoria Bitter

Valeurs multiples (doublons)

Donner les bières qui coûtent moins de $2.5
Soit R la relation décrite par la requête.

/ R(beer) : $< b > \in R \iff$ b est une bière vendue pour moins de $2.5 */*

Le résultat attendu est :

beer
New
Old
Victoria Bitter

En SQL :

```
SELECT beer
FROM Sells
WHERE price <= 2.5;
```

Et le résultat est :

beer
New
Old
Victoria Bitter
New
Victoria Bitter
New
Old
Victoria Bitter

Éliminer les doublons (à l'affichage)

Lorsqu'il est nécessaire d'obtenir un résultat sans répétition de valeurs :

```
SELECT DISTINCT beer
FROM Sells
WHERE price <= 2.5;
```

Éliminer les doublons (à l'affichage)

Lorsqu'il est nécessaire d'obtenir un résultat sans répétition de valeurs :

```
SELECT DISTINCT beer
FROM Sells
WHERE price <= 2.5;
```

A utiliser avec précaution :

Éliminer les doublons (à l'affichage)

Lorsqu'il est nécessaire d'obtenir un résultat sans répétition de valeurs :

```
SELECT DISTINCT beer
FROM Sells
WHERE price <= 2.5;
```

A utiliser avec précaution :

- Penser au coût de cette opération !

Éliminer les doublons (à l'affichage)

Lorsqu'il est nécessaire d'obtenir un résultat sans répétition de valeurs :

```
SELECT DISTINCT beer
FROM Sells
WHERE price <= 2.5;
```

A utiliser avec précaution :

- Penser au coût de cette opération !
- Quelques fois inutile : SELECT name FROM Drinkers;

Ordonner les nuplets

La clause order by s'applique uniquement aux attributs de la projection (c'est-à-dire contenus dans la clause select) :

```
SELECT bar, beer, price
FROM Sells
ORDER BY price desc, bar asc;
```

Résultat :

bar	beer	price
Lord Nelson	Three Sheets	3.75
Lord Nelson	Old Admiral	3.75
Australia Hotel	Burragorang Bock	3.5
Coogee Bay Hotel	Sparkling Ale	2.8
Marble Bar	New	2.8
Marble Bar	Victoria Bitter	2.8
Marble Bar	Old	2.8
Coogee Bay Hotel	Old	2.5
...		

Union, Intersection, Différence

Dans la suite les requêtes Q1 et Q2 sont de la forme SELECT... FROM.... dont les **schémas sont compatibles** :

- SELECT A, B FROM... n'est pas compatible avec SELECT C FROM...
- SELECT A, B FROM... est compatible avec SELECT C, D FROM... ssi A et C sont comparables, ainsi que B et D.

Opérateurs

- UNION [all]
  Pas d'élimination des doublons avec l'option all
- INTERSECT (intersection)
- MINUS (différence) / EXCEPT (Pour SQLite)

Les doublons sont éliminés sauf lors de l'utilisation de union all.

Différence : exemple

Donner les bières vendues à moins de $3 et que John n'aime pas

Différence : exemple

Donner les bières vendues à moins de $3 et que John n'aime pas

```
SELECT beer
FROM Sells
WHERE price < 3
MINUS
SELECT beer
FROM Likes
WHERE drinker = 'John';
```

Les deux arguments doivent construire des relations de schémas compatibles.

Intersection : exemple

Donner les bières qui sont aimées et aussi vendues dans au moins un bar

Intersection : exemple

Donner les bières qui sont aimées et aussi vendues dans au moins un bar

```
SELECT beer
FROM Likes
INTERSECT
SELECT beer
FROM Sells;
```

Union : exemple

Donner les consommateurs qui aiment la Sparkling Ale ou fréquentent le bar Lord Nelson.

Union : exemple

Donner les consommateurs qui aiment la Sparkling Ale ou fréquentent le bar Lord Nelson.

```
SELECT drinker
FROM Likes
WHERE beer = 'Sparkling Ale'
UNION
SELECT drinker
FROM Frequents
WHERE bar = 'Lord Nelson';
```

Produit relationnel (interne)

```
SELECT
FROM R1 JOIN R2 ON ( P )          /* ⟶ produits de relations */
WHERE
```

Le prédicat P est la condition de mise en correspondance du produit de R1 par R2.

Produit relationnel (interne)

```
SELECT
FROM R1 JOIN R2 ON ( P )        /* ⟶ produits de relations */
WHERE  C                        /* ⟶ sélection */
```

Le prédicat P est la condition de mise en correspondance du produit de R1 par R2.

Produit relationnel (interne)

```
SELECT  A1, A2, ..., An          /* ⟶ projection */
FROM R1 JOIN R2 ON ( P )         /* ⟶ produits de relations */
WHERE  C                         /* ⟶ sélection */
```

Le prédicat P est la condition de mise en correspondance du produit de R1 par R2.

Produit relationnel (interne)

```
SELECT  A1, A2, ..., An          /* ⟶ projection  */
FROM R1 JOIN R2 ON ( P )         /* ⟶ produits de relations  */
WHERE  C                         /* ⟶ sélection  */
```

Le prédicat P est la condition de mise en correspondance du produit de R1 par R2.

Exemple : *Pour chaque bière vendue par l'Australia Hotel, donner son prix et son brasseur*

Produit relationnel (interne)

SELECT A1, A2, ..., An /* $\longrightarrow$ *projection* */
FROM R1 JOIN R2 ON (P) /* $\longrightarrow$ *produits de relations* */
WHERE C /* $\longrightarrow$ *sélection* */

Le prédicat P est la condition de mise en correspondance du produit de R1 par R2.

Exemple : *Pour chaque bière vendue par l'Australia Hotel, donner son prix et son brasseur*

/ Soit R(beer, price, manf) : <b, p, m> $\in R \iff$ b est une bière vendue à l'Australia Hotel, m est son brasseur et p son prix. */*

...

Beers (name, manf)
Bars (name, addr, license, opendate)
Sells (bar, beer, price)

Produit relationnel (interne)

SELECT A1, A2, ..., An /* $\longrightarrow$ *projection* */
FROM R1 JOIN R2 ON (P) /* $\longrightarrow$ *produits de relations* */
WHERE C /* $\longrightarrow$ *sélection* */

Le prédicat P est la condition de mise en correspondance du produit de R1 par R2.

Exemple : *Pour chaque bière vendue par l'Australia Hotel, donner son prix et son brasseur*

/ Soit R(beer, price, manf) : <b, p, m> $\in R \iff$ b est une bière vendue à l'Australia Hotel, m est son brasseur et p son prix. */*

...

Beers (name, manf)
Bars (name, addr, license, opendate)
Sells (bar, beer, price)

```
SELECT beer, price, manf                /* projection */
FROM Beers JOIN Sells ON (name = beer)  /* condition de produit */
WHERE bar = 'Australia Hotel';          /* condition de sélection */
```

/ La clause "on" peut contenir n'importe quel prédicat pour exprimer le produit entre deux relations (ou plus) */*

Ambigüité de nom dans une requête

Plusieurs occurrences du même nom dans une requête

Pour chaque bar que John fréquente, donner son nom, les bières qu'il vend et leur prix.

/ R(bar, beer, price) : < a, e, p > $\in R \iff$ le bar b, que John fréquente, vend la bière e pour le prix p. */*

```
SELECT bar, beer, price
FROM Sells JOIN Frequents ON (bar = bar)
WHERE drinker = 'John';
```

```
ERROR at line 2:
ORA-00918: column ambiguously defined
```

Notation qualifiée

Le nom complet d'un attribut est qualifié par un nom de relation :

```
SELECT Sells.bar, Sells.beer, Sells.price
FROM Sells JOIN Frequents ON (Sells.bar = Frequents.bar)
WHERE Frequents.drinker = 'John';
```

- Chaque attribut est qualifié par le nom de la relation à laquelle il appartient (plus facile à lire)
- Nécessaire pour les attributs définis dans plus d'une relation citée dans la clause from.

Donner, pour chaque bar que John fréquente, les bières qu'il vend et pour quel prix.

/ R(bar, beer, price) : <a, e, p> $\in R \iff$ le bar a, fréquenté par John, vend la bière e pour le prix p. */*

Notation qualifiée avec raccourcis

Une relation peut être renommée dans la clause from :

Donner, pour chaque bar que John fréquente, les bières qu'il vend et pour quel prix.

/ R(bar, beer, price) : <a, e, p> $\in R \iff$ le bar a, fréquenté par John, vend la bière e pour le prix p. */*

```
SELECT S.bar, S.beer, S.price
FROM Sells S JOIN Frequents F ON (S.bar = F.bar)
WHERE F.drinker = 'John';
```

Donner, pour chaque bar que John fréquente, les bières qu'il vend et pour quel prix.

/ R(bar, beer, price) : <a, e, p> $\in R \iff$ le bar a, fréquenté par John, vend la bière e pour le prix p. */*

Produit naturel

La condition de produit porte sur un sous-ensemble des attributs en commun

```
SELECT B.name, addr, D.name
FROM Bars B JOIN Drinkers D USING (addr)
    /* La condition de produit s'applique sur l'attribut commun addr */
```

Une autre version :

```
SELECT B.name, B.addr, D.name
FROM Bars B JOIN Drinkers D ON (B.addr=D.addr)
    /* La condition de produit est explicite. */
```

Produits : en résumé

Soient R et S définies comme : R (X, Y, Z) et S (Y, Z, T)

- Produit relationnel : FROM R JOIN S ON (P)
  schéma : R.X, R.Y, R.Z, S.Y, S.Z, S.T
  P est un prédicat valide sur R.X, R.Y, R.Z, S.Y, S.Z, S.T
  La condition de produit est P
- Produit naturel : FROM R JOIN S USING (Y)
  schéma : R.X, Y, R.Z, S.Z, S.T
  La condition de produit est $R.Y = S.Y$

Citation multiple d'une même relation

Donner les paires de consommateurs différents qui aiment la même bière

Citation multiple d'une même relation

Donner les paires de consommateurs différents qui aiment la même bière

/ R(drinker1, drinker2) : <d1, d2> $\in R \iff$ les personnes d1 et d2 aiment au moins une bière en commun. */*

```
SELECT L1.drinker, L2.drinker
FROM Likes L1 JOIN Likes L2
        ON (L1.beer = L2.beer AND L1.drinker <> L2.drinker);
```

Citation multiple d'une même relation

Donner les paires de consommateurs différents qui aiment la même bière

/ R(drinker1, drinker2) : <d1, d2> $\in$ R $\iff$ les personnes d1 et d2 aiment au moins une bière en commun. */*

```
SELECT L1.drinker, L2.drinker
FROM Likes L1 JOIN Likes L2
        ON (L1.beer = L2.beer AND L1.drinker <> L2.drinker);
```

Questions :

La clause *SELECT DISTINCT* est-elle nécessaire pour éliminer les doublons ?

Comment assurer l'antisymétrie ?
R est antisymétrique si :
$<X, Y> \in R \implies (<Y, X> \notin R \text{ or } X = Y)$
On sait déjà que pour tout X, $<X, X> \notin R$

Comment assurer l'antisymétrie ?

R est antisymétrique si :

$\langle X, Y \rangle \in R \implies (\langle Y, X \rangle \notin R \text{ or } X = Y)$

On sait déjà que pour tout X, $\langle X, X \rangle \notin R$

```
SELECT DISTINCT L1.drinker, L2.drinker
FROM Likes L1 JOIN Likes L2
        ON (L1.beer = L2.beer AND L1.drinker < L2.drinker);
```

Intérêts

- Décomposition de la requête en sous-requêtes plus simples.
- Expression et test des sous-requêtes indépendamment les unes des autres.

Opérateur IN / NOT IN

Donner les noms des bars et brasseur des bières que John aime.

Opérateur IN / NOT IN

Donner les noms des bars et brasseur des bières que John aime.

```
(SELECT beer
FROM Likes
WHERE drinker = 'John');
```

Opérateur IN / NOT IN

Donner les noms des bars et brasseur des bières que John aime.

```
SELECT name, manf
FROM Beers
WHERE name IN (SELECT beer
               FROM Likes
               WHERE drinker = 'John');
```

Introduction de noms intermédiaires (clause WITH..AS ())

La clause WITH.. AS.. permet d'introduire des nomes intermédiaires :

```
WITH BeersLikedByJohn AS (
   SELECT beer
   FROM Likes
   WHERE drinker = 'John')
SELECT name, manf
FROM Beers JOIN BeersLikedByJohn ON (name=beer);
```

La durée de vie du nom introduit par la clause with est celle de la requête.

Aggregation

Pour réduire une liste de valeurs à une seule valeur

- COUNT (*) $\longrightarrow$ nombre de n-uplets
- COUNT (A) $\longrightarrow$ nombre de valeurs en A
- COUNT (DISTINCT A) $\longrightarrow$ nombre de valeurs différents en A
- AVG (A) $\longrightarrow$ valeur moyenne des valeurs en A
- MIN (A) (ou MAX) $\longrightarrow$ valeur minimale (ou maximale) des valeurs en A
- SUM (A) $\longrightarrow$ somme des valeurs de A

Exemples

Quel est le prix moyen des bières vendues par Australia Hotel?

Exemples

Quel est le prix moyen des bières vendues par Australia Hotel?

```
SELECT      price
FROM Sells
WHERE bar = 'Australia Hotel';
```

Exemples

Quel est le prix moyen des bières vendues par Australia Hotel?

```
SELECT AVG (price)
FROM Sells
WHERE bar = 'Australia Hotel';
```

Exemples

Quel est le prix moyen des bières vendues par Australia Hotel?

```
SELECT AVG (price)
FROM Sells
WHERE bar = 'Australia Hotel';
```

Combien de bars sont situés dans The Rocks?

Exemples

Quel est le prix moyen des bières vendues par Australia Hotel?

```
SELECT AVG (price)
FROM Sells
WHERE bar = 'Australia Hotel';
```

Combien de bars sont situés dans The Rocks?

```
SELECT          *
FROM Bars
WHERE addr = 'The Rocks';
```

Exemples

Quel est le prix moyen des bières vendues par Australia Hotel?

```
SELECT AVG (price)
FROM Sells
WHERE bar = 'Australia Hotel';
```

Combien de bars sont situés dans The Rocks?

```
SELECT COUNT (*)
FROM Bars
WHERE addr = 'The Rocks';
```

Question

Donner le nom de la bière la moins chère

Beers (name, manf)
Bars (name, addr, license, opendate)
Sells (bar, beer, price)
...

A. SELECT MIN(price)
   FROM Sells
B. SELECT beer
   FROM SELLS
   WHERE price IN (SELECT MIN(price) FROM Sells)
C. SELECT beer, MIN(price)
   FROM Sells

Partition

Partitionner une relation pour appliquer une agrégation sur chaque classe séparément
Combien de bières aime chaque consommateur ?

Résultat attendu :

drinker	**beer**
Adam	3
Gernot	2
John	4
Justin	3

Comment faire une partition

1. Construire une partition sur Likes

Adam	Crown Lager
Adam	Fosters
Adam	New
Gernot	Premium Lager
Gernot	Sparkling Ale
John	80/-
John	Bigfoot Barley Wine
John	Fosters
John	Three Sheets
Justin	Sparkling Ale
Justin	Fosters
Justin	Victoria Bitter

Comment faire une partition

1. Construire une partition sur Likes

Adam	Crown Lager
Adam	Fosters
Adam	New
Gernot	Premium Lager
Gernot	Sparkling Ale
John	80/-
John	Bigfoot Barley Wine
John	Fosters
John	Three Sheets
Justin	Sparkling Ale
Justin	Fosters
Justin	Victoria Bitter

En SQL :

```
SELECT ...
FROM Likes
GROUP BY drinker
```

2. Réduire à un n-uplet chaque classe de la partition

liste de drinkers (critère de partition)
$\longrightarrow$ drinker (une des valeurs)
liste de beer
$\longrightarrow$ entier (nombre de valeurs)

2. Réduire à un n-uplet chaque classe de la partition

liste de drinkers (critère de partition)
$\longrightarrow$ drinker (une des valeurs)
liste de beer
$\longrightarrow$ entier (nombre de valeurs)

En SQL :

```
SELECT drinker, COUNT (beer)
FROM Likes
GROUP BY drinker
```

Impact sur la sémantique de la clause select

Dans une requête contenant la clause GROUP BY, la clause select contient uniquement :

- Un ou plusieurs attributs parmi ceux du critère de la partition
- Une ou plusieurs agrégations appliquées aux autres attributs

Expression incorrecte :

```
SELECT drinker, addr, COUNT (beer)
FROM Likes JOIN Drinkers ON (drinker=name)
GROUP BY drinker
```

Expression correcte :

```
SELECT drinker, addr, COUNT (beer)
FROM Likes JOIN Drinkers ON (drinker=name)
GROUP BY drinker, addr
```

Filtrer une partition

Pour chaque bar qui vend plus de 2 bières, donner le nombre de bières qu'il vend et le nombre de consommateurs qui le fréquentent.

Filtrer une partition

Pour chaque bar qui vend plus de 2 bières, donner le nombre de bières qu'il vend et le nombre de consommateurs qui le fréquentent.

FROM Sells S JOIN Frequents F USING (bar)

Filtrer une partition

Pour chaque bar qui vend plus de 2 bières, donner le nombre de bières qu'il vend et le nombre de consommateurs qui le fréquentent.

FROM Sells S JOIN Frequents F USING (bar)
GROUP BY bar

Filtrer une partition

Pour chaque bar qui vend plus de 2 bières, donner le nombre de bières qu'il vend et le nombre de consommateurs qui le fréquentent.

```
FROM Sells S JOIN Frequents F USING (bar)
GROUP BY bar
HAVING COUNT (DISTINCT beer) > 2
```

Filtrer une partition

Pour chaque bar qui vend plus de 2 bières, donner le nombre de bières qu'il vend et le nombre de consommateurs qui le fréquentent.

```
SELECT bar,
    COUNT (DISTINCT S.beer) AS nbBeers,
    COUNT (DISTINCT F.drinker) AS nbDrinkers
FROM Sells S JOIN Frequents F USING (bar)
GROUP BY bar
HAVING COUNT (DISTINCT beer) > 2
```

Encore des exemples...

Quels sont les bars qui vendent toutes les bières ?

Les bars qui vendent toutes les bières sont ceux, qui dans la relation Sells sont associés à un ensemble (soit A) de bières égal à l'ensemble des bières (vendues ou connues) soit B.

Or, on sait que : $| A | = | B | \wedge A \subseteq B \implies A = B$

En SQL, tester l'égalité de deux ensembles A et B lorsque $A \subseteq B$ revient donc à tester l'égalité des cardinalités des ensembles $| A |$ et $| B |$.

Encore des exemples...

Quels sont les bars qui vendent toutes les bières ?

Les bars qui vendent toutes les bières sont ceux, qui dans la relation Sells sont associés à un ensemble (soit A) de bières égal à l'ensemble des bières (vendues ou connues) soit B.

Or, on sait que : $| A | = | B | \wedge A \subseteq B \implies A = B$

En SQL, tester l'égalité de deux ensembles A et B lorsque $A \subseteq B$ revient donc à tester l'égalité des cardinalités des ensembles $| A |$ et $| B |$.

Pour chaque bar, combien de bières ?

Soit BieresParBar(bar,nbBeers) la relation associée :

```
SELECT bar, COUNT(beer) AS nbBeers FROM Sells GROUP BY bar
```

Encore des exemples...

Quels sont les bars qui vendent toutes les bières ?

Les bars qui vendent toutes les bières sont ceux, qui dans la relation Sells sont associés à un ensemble (soit A) de bières égal à l'ensemble des bières (vendues ou connues) soit B.

Or, on sait que : $| A | = | B | \wedge A \subseteq B \implies A = B$

En SQL, tester l'égalité de deux ensembles A et B lorsque $A \subseteq B$ revient donc à tester l'égalité des cardinalités des ensembles $| A |$ et $| B |$.

Pour chaque bar, combien de bières ?

Soit BieresParBar(bar,nbBeers) la relation associée :

```
SELECT bar, COUNT(beer) AS nbBeers FROM Sells GROUP BY bar
```

Combien de bières vendues au total ?

Soit BieresTot(nbTot) la relation associée :

```
SELECT COUNT(DISTINCT beer) AS nbTot FROM Sells
```

Encore des exemples...

La requête est donc :

```
WITH BieresParBar AS (
    SELECT bar, COUNT(beer) AS nbBeers
    FROM Sells
    GROUP BY bar
    – <b, nbb> ∈ BieresParBar ⟺ le bar b vend nbb beers
), BieresTot AS (
    SELECT COUNT(DISTINCT beer) AS nbTot
    FROM Sells
    – <nbt> ∈ BieresTot ⟺ il y a nbt beers distinctes vendues dans les bars
)
SELECT bar
FROM BieresParBar JOIN BieresTot ON (nbBeers = nbTot);
```

Quels sont les bars qui vendent le plus de bières ?

- Pour chaque bar combien de bières ? voir BieresParBar ci-dessus.
- Dans BieresParBar, quel est le plus grand nombre de bières ? Soit MaxBieres(nbMax) la relation associée :
  SELECT MAX(nbBeers) AS nbMax
  FROM BieresParBar
  - $< m > \in$ MaxBieres $\iff$ le bar qui vend le plus de bières, vend m bières

La requête est finalement :

```
WITH BieresParBar AS (
    SELECT bar, COUNT(beer) AS nbBeers
    FROM Sells
    GROUP BY bar
), MaxBieres AS (
    SELECT MAX(nbBeers) as nbMax
    FROM BieresParBar
)
SELECT bar
FROM BieresParBar JOIN MaxBieres ON (nbBeers = nbMax)
```

Sémantique opérationnelle des requêtes

5 SELECT *projection ou agrégations*
1 FROM *produits de relations*
2 WHERE *sélection sur la relation construite par les produits du from*
3 GROUP BY *partition*
4 HAVING *filtre sur la partition*

- Ce chapitre n'a couvert que la partie interrogation de SQL (la partie définition de relation, et modification de données est étudiée plus tard).
- Il y a souvent plusieurs expressions possibles pour une même requête.
  - Laquelle choisir ? Ce n'est pas une question simple...
  - Comme les requêtes sont optimisées par le SGBD, le programmeur n'a pas à se soucier du problème...
  - Cependant, dans le cas de certains SGBD, le temps de réponse peut être un problème.