

## Informatique Décisionnelle (BI)

ABDELTIF EL BYED

Professeur à l'université Hassan II – Faculté des sciences  
Ain Chok (FSAC)

[Aelbyed@gmail.com](mailto:Aelbyed@gmail.com) / [Abdeltif.elbyed@univh2c.ac.ma](mailto:Abdeltif.elbyed@univh2c.ac.ma)

Site: <https://sites.google.com/site/aelbyed>

Année: 2019-2020

## Plan général du Module

### Partie1: Informatique Décisionnelle

1. Introduction à l'Informatique Décisionnelle (BI)
2. Entrepôt de données (DW)
3. OLAP: On-Line Analytical Processing
4. Les système OLAP: ROLAP, MOLAP & HOLAP

### Partie 2: IBM Cognos Report Studio (En Anglais)

1. Introduction to the Reporting Application
2. Create List Reports
3. Focus Reports Using Filters
4. Create Crosstab Reports
5. Present Data Graphically
6. Focus Reports Using Prompts

2

A.EL BYED: OLAP

## Plan général du Module

### Partie1: Informatique Décisionnelle

1. Introduction à l'Informatique Décisionnelle (BI)
2. Entrepôt de données (DW)
3. OLAP: On-Line Analytical Processing
4. Les système OLAP: ROLAP, MOLAP & HOLAP

### Partie 2: IBM Cognos Report Studio (En Anglais)

1. Introduction to the Reporting Application
2. Create List Reports
3. Focus Reports Using Filters
4. Create Crosstab Reports
5. Present Data Graphically
6. Focus Reports Using Prompts

### Partie 3: Data Mining

1. Objectifs de la fouille de données
2. Les algorithmes de data mining
3. Le DW et le data mining
4. IA et l'apprentissage

3

A.EL BYED: OLAP

## Plan général du Module

### Partie1: Informatique Décisionnelle

1. Informatique Décisionnelle Introduction
2. Entrepôt de données
3. OLAP: On-Line Analytical Processing
4. DW et les système OLAP

### Partie 2: IBM Cognos Report Studio (En Anglais)

1. Introduction to the Reporting Application
2. Create List Reports
3. Focus Reports Using Filters
4. Create Crosstab Reports
5. Present Data Graphically
6. Focus Reports Using Prompts

4

A.EL BYED: OLAP

## CH3

# OLAP: On-Line Analytical Processing

Abdeltif EL BYED

Professeur à l'université Hassan II  
Abdeltif.elbyed@univh2c.ac.ma

## Plan

### 1. Introduction et problématique de l'OLAP

1. Entrepôt et OLAP
2. OLAP versus OLTP
3. Exemple d'analyses d'un entrepôt
4. Problématique de l'OLAP

### 2. Opérations élémentaires OLAP

1. Catégories d'opérations OLAP
2. Opérations de restructuration : rotate, switch, split, nest, push, pull
3. Opérations de granularité : roll-up, drill-down
4. Opérations ensemblistes : slide, dice, jointure(drill-across), data cube
5. Modèles et langages pour l'OLAP
6. Les règles de Codd pour les produits OLAP
7. Problématique de la modélisation logique d'un ED

## Introduction et problématique de l'OLAP

1. Entrepôt et OLAP
2. OLAP versus OLTP
3. Exemple d'analyses d'un entrepôt
4. Problématique de l'OLAP

## ED & OLAP

- Un entrepôt de données (ED) contient des données nombreuses, homogènes, exploitables, multidimensionnelles, consolidées
- Comment exploiter ces données à des fins d'analyse ?
  - traditionnellement : les requêtes OLTP sont exécutées sur les données sources
  - l'ED est mis à jour chaque nuit
  - les requêtes OLAP sont exécutées sur les données de l'ED
- Analyser les données d'un ED c'est :
  - résumer
  - consolider
  - observer
  - appliquer des formules statistiques
  - synthétiser des données selon plusieurs dimensions

## OLTP versus OLAP

### OLTP (On Line Transaction Processing) :

- Les applications OLTP sont des applications opérationnelles (de production),
  - constituées de traitements factuels concernant les produits, les ressources ou les clients de l'entreprise
- Les requêtes OLTP sont exécutées sur les données sources

### OLAP (On Line Analytical Processing) :

- Les applications OLAP sont des applications d'aide à la décision
- Elles sont constituées de traitements ensemblistes réduisant une population à une valeur ou un comportement.
- Les requêtes OLAP sont exécutées sur l'ED

### Le terme OLAP désigne :

- L'ensemble des moyens et techniques à mettre en œuvre pour réaliser des systèmes d'aide à la décision efficaces
- Des traitements semi-automatiques visant à interroger, visualiser et synthétiser les données, traitements définis et mis en œuvre par les décideurs
- On-Line : signifie que le processus se fait en ligne, l'utilisateur doit avoir la réponse de façon quasi-instantanée

9

A. EL BYED: OLAP

## OLTP versus OLAP

|                     | Caractéristiques      | OLTP                      | OLAP                     |
|---------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>Conception</b>   | Orientation           | Transaction               | Analyse                  |
|                     | Conception            | Entité-Relation           | Etoile/flocon            |
| <b>Données</b>      | Granularité           | Détail                    | Résumées, agrégées       |
|                     | Nature                | Relationnelle             | Multidimensionnelle      |
|                     | Actualisation         | Actualisées, mises à jour | Historisées, recalculées |
| <b>Traitements</b>  | Taille                | 100 Mo/Go                 | 100 Go/To                |
|                     | Unité de travail      | Transaction simple        | Requête complexe         |
|                     | Accès                 | Lecture/écriture          | Lecture                  |
|                     | Nb de tuples accédés  | Dizaines                  | Millions                 |
| <b>Utilisateurs</b> | Métrique              | Débit de transactions     | Temps de réponse         |
|                     | Utilisateur           | Agent opérationnel        | Analyste/décideur        |
|                     | Nombre d'utilisateurs | Milliers                  | Centaines                |

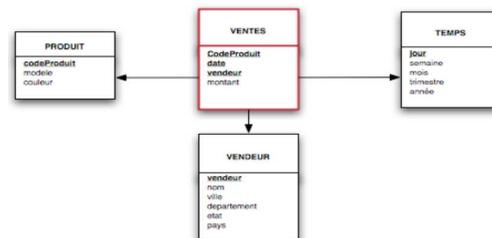
10

A. EL BYED: OLAP

## ED: Exemple

### Soit l'entrepôt en schéma étoile suivant :

- table faits
  - ventes(codeProduit, date, vendeur, montant)
- Tables dimension
  - produits(codeProduit, modèle, couleur)
  - vendeurs(nom, ville, département, état, pays)
  - temps(jour, semaine, mois, trimestre, année)



11

A. EL BYED: OLAP

## Besoins d'analyse

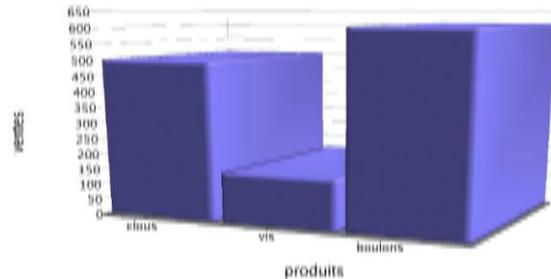
- Analyse des ventes de divers produits
- Exemple de questions associées :
  - Quels sont les produits dont les ventes ont chuté l'an dernier?
  - Quelles sont les quinze meilleures ventes par magasin et par semaine durant le premier trimestre de l'année 2001?
  - Quelle est la tendance des chiffres d'affaire (CA) par magasin depuis 3 ans?
  - Quelles prévisions peut-on faire sur les ventes d'une catégorie de produits dans les 6 mois à venir ?

12

A. EL BYED: OLAP

## Exemple d'analyse (1)

- Analyse des ventes de divers produits :  
*SELECT modele, SUM(montant)*  
*FROM ventes, produits*  
*WHERE ventes.codeProduit = produits.codeProduit*  
*GROUP BY modele*

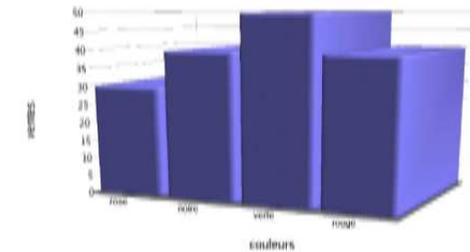


13

A. EL BYED: OLAP

## Exemple d'analyse (2)

- Les ventes de vis sont plus faibles que prévu... quelles couleurs sont responsables ?  
*SELECT couleur, SUM(montant)*  
*FROM ventes, produits*  
*WHERE ventes.codeProduit = produits.codeProduit*  
*AND modele = "vis"*  
*GROUP BY couleur*

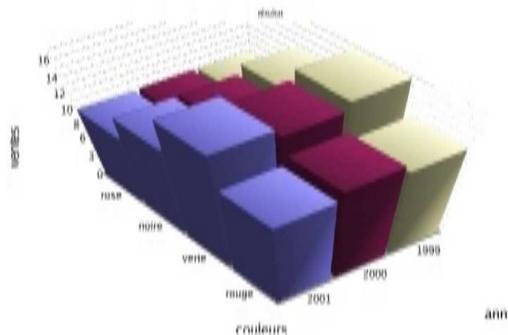


14

A. EL BYED: OLAP

## Exemple d'analyse (3)

- Les ventes de vis sont plus faibles que prévu... quelles années et quelles couleurs sont responsables ?  
*SELECT couleur, annees, SUM(montant) FROM ventes, produits, temps WHERE*  
*ventes.codeProduit = produits.codeProduit AND ventes.date = temps.jour AND*  
*modele = "vis" GROUP BY couleur, annees ;*

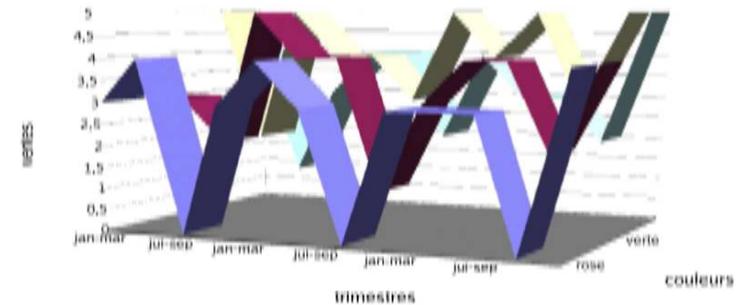


15

A. EL BYED: OLAP

## Exemple d'analyse (4)

- Les ventes de vis sont plus faibles que prévu... Quels trimestres sont responsables ?  
*SELECT couleur, trimestre, SUM(montant) FROM ventes, produits, temps WHERE*  
*ventes.codeProduit = produits.codeProduit AND ventes.date =*  
*temps.jour AND modele = "vis" GROUP BY couleur, trimestre*



16

## Exemple d'analyse (5)

- Les ventes de vis sont plus faibles au 3 trimestre. Quels vendeurs sont responsables ?

```
SELECT vendeur, somme
```

```
FROM(
```

```
SELECT trimestre, vendeur, SUM(montant) as somme FROM ventes, produits, temps, vendeur
```

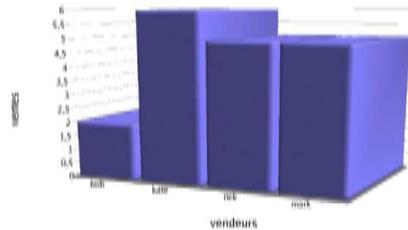
```
WHERE ventes.codeProduit = produits.codeProduit
```

```
AND ventes.date = temps.jour
```

```
AND ventes.vendeur = vendeurs.nom AND modele = "vis"
```

```
GROUP BY trimestre, vendeur)
```

```
WHERE trimestre = "jui-sep";
```



17

A. EL BYED: OLAP

## Exemple d'analyse (6)

- Quels sont les résultats cumulés des vendeurs par mois pour les vis rose ?

```
SELECT vendeur, mois, CSUM(resultat, vendeur, mois) as cumul
```

```
FROM (
```

```
SELECT vendeur, mois, Sum(montant) as resultat
```

```
FROM ventes, produits, temps, vendeur
```

```
WHERE ventes.codeProduit = produits.codeProduit AND ventes.vendeur = vendeurs.nom
```

```
AND ventes.date = temps.jour
```

```
AND modele = "vis"
```

```
AND couleur = "rose"
```

```
GROUP BY mois, vendeurs)
```

```
ORDER BY mois ;
```

- Quelle est l'évolution de la moyenne des ventes pour une fenêtre de 2 jours pour l'année 2001?

```
SELECT date, montant, MAVG(montant, 2, date) as moy
```

```
FROM ventes, temps
```

```
WHERE ventes.date = temps.jour AND annee = 2001
```

```
ORDER BY date ;
```

18

A. EL BYED: OLAP

## Problématiques d'OLAP

- Supporter des opérations "tableur" sur des BD de plusieurs Go (Chaudhuri et Dayal 97)
- Besoins spécifiques :
  - langages de manipulation
  - organisation des données
  - fonctions d'agrégation
  - ...
- Organisation des données proche des abstractions de l'analyste :
  - selon plusieurs dimensions
  - selon différents niveaux de détail
  - en ensemble
  - donnée = point dans l'espace associé à des valeurs

19

A. EL BYED: OLAP

## De la table au Cube

De la table ...

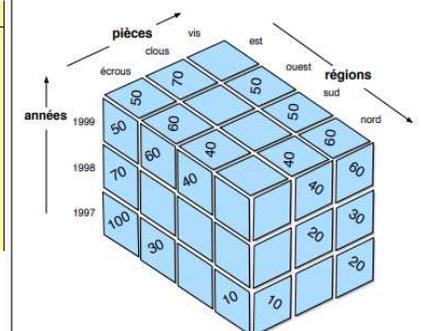
Table Ventes :

| VENTES | pièces | Régions | Années | quantités |
|--------|--------|---------|--------|-----------|
|        | écrous | est     | 1999   | 50        |
|        | clous  | est     | 1997   | 100       |
|        | vis    | ouest   | 1998   | 50        |
|        | ...    | ...     | ...    | ...       |
|        | écrous | est     | total  | 220       |
|        | ...    | ...     | ...    | ...       |
|        | écrous | total   | total  | 390       |
|        | ...    | ...     | ...    | ...       |
|        | total  | total   | total  | 1200      |

(pièce, région, année) → quantité

... au cube

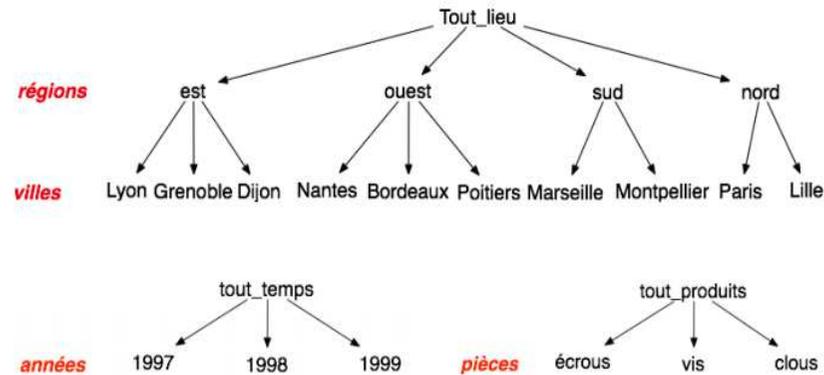
Cube Ventes :



20

A. EL BYED: OLAP

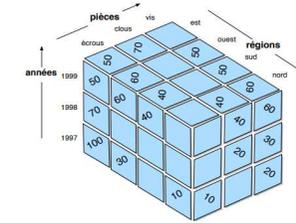
## Hiérarchies de granularité



21

A.EL BYED: OLAP

## Terminologies



| Terme            | Valeur                 |
|------------------|------------------------|
| Cube             | Ventes                 |
| Cellule          | écrous, est, 1997, 100 |
| Référence        | écrous, est, 1997      |
| mesure           | 100                    |
| Membre/paramètre | est                    |
| dimension        | lieu                   |
| niveau           | région                 |

22

A.EL BYED: OLAP

## Plan

### 1. Introduction et problématique de l'OLAP

1. Entrepôt et OLAP
2. OLAP versus OLTP
3. Exemple d'analyses d'un entrepôt
4. Problématique de l'OLAP

### 2. Opérations élémentaires OLAP

1. Catégories d'opérations OLAP
2. Opérations de restructuration :
  - rotate, switch, split, nest, push, pull
3. Opérations de granularité :
  - roll-up, drill-down
4. Opérations ensemblistes :
  - slide, dice, jointure(drill-across), data cube
5. Modèles et langages pour l'OLAP
6. Les règles de Codd pour les produits OLAP
7. Problématique de la modélisation logique d'un ED

23

A.EL BYED: OLAP



## Opérations élémentaires OLAP

1. Catégories d'opérations OLAP
2. Opérations de restructuration : rotate, switch, split, nest, push, pull
3. Opérations de granularité : roll-up, drill-down
4. Opérations ensemblistes : slide, dice, jointure(drill-across), data cube
5. Modèles et langages pour l'OLAP
6. Les règles de Codd pour les produits OLAP
7. Problématique de la modélisation logique d'un ED

## Catégories d'opérations OLAP

Il ya 3 catégories d'opérations élémentaires :

- 1. Restructuration** : concerne la représentation,
  - permet un changement de points de vue selon différentes dimensions
  - opérations liées à la : structure, manipulation et visualisation du cube
  - Opérations: *Rotate/pivot* , *Switch*, *Split*, *nest*, *push*, *pull*
- 2. Granularité** : concerne un changement de niveau de détail
  - opérations liées au niveau de granularité des données :
  - Opérations: *roll-up*, *drill-down*
- 3. Ensembliste** : concerne l'extraction et l'OLTP classique :
  - Opérations: *slice*, *dice* , *selection*, *projection*, *jointure (drill-across)*

25

A.EL BYED: OLAP

## Opérations de restructuration

- Permettent un changement de points de vue, une **réorientation** selon différentes dimensions de la vue multidimensionnelle
- Opérations liées à: la **structure**, la **manipulation** et la **visualisation** du cube :
  - réorientation :
    - sélection graphique
    - flexibilité du schéma
    - membres complexes
    - symétrie membres/mesures
  - manipulations :
    - bijectives
    - relatives
    - à niveau d'information constant
- Opérations de restructuration :
  - **rotate/pivot**
  - **switch**
  - **split, nest, push, pull**

26

A.EL BYED: OLAP

## Opérations de restructuration

**Rotate ou Pivot :**

- Effectuer à un cube une rotation autour d'un de ses trois axes passant par le centre de 2 faces opposées, de façon à présenter un ensemble de faces différent
- Une sorte de sélection de faces et non des membres.

**Switch ou permutation :**

- Consiste à inter-changer la position des membres d'une dimension.

**Split ou division :**

- Consiste à présenter chaque tranche du cube et de passer d'une présentation tridimensionnelle d'un cube à sa présentation sous la forme d'un ensemble de tables
- Sa généralisation permet de découper un hypercube de dimension 4 en cubes.

**Nest ou l'emboîtement :**

- Imbrication des membres à partir du cube.
- Permet de grouper sur une même représentation bi-dimensionnelle toutes les informations (mesures et membres) d'un cube quelque soit le nombre de ses dimensions.

**Push ou l'enfoncement :**

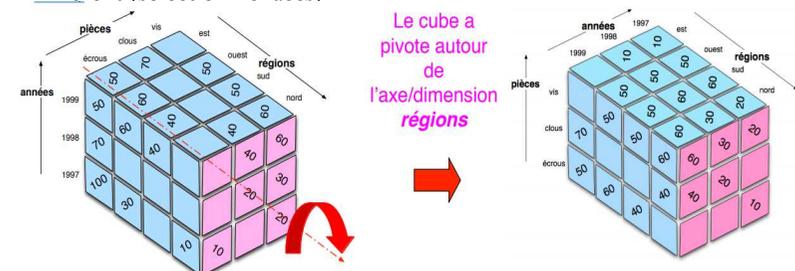
- Consiste à combiner les membres d'une dimension aux mesures du cube,
  - i.e. de faire passer des membres comme contenu de cellules.

27

A.EL BYED: OLAP

## Opérations de restructuration : Rotate/pivot

**Rotate/pivot** : effectue au cube une rotation autour d'un de ses 3 axes passant par le centre de 2 faces opposées, de façon à présenter un ensemble de faces différent (sélection de faces)



La visualisation résultante est souvent 2D :

|        | 1999 | 1998 | 1997 |
|--------|------|------|------|
| nord   |      |      |      |
| vis    | 60   | 30   | 20   |
| clous  | 40   | 20   |      |
| écrous |      |      | 10   |

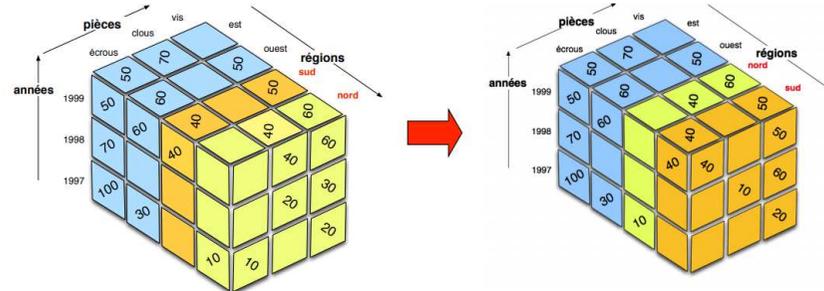
|       | 1999 | 1998 | 1997 |
|-------|------|------|------|
| vis   |      |      |      |
| est   |      | 10   | 10   |
| ouest | 50   | 50   | 50   |
| sud   | 50   | 60   | 60   |
| nord  | 60   | 30   | 20   |

28

A.EL BYED: OLAP

## Opérations de restructuration : Switch

**Switch ou permutation** : consiste à interchanger la position des membres d'une dimension



La visualisation résultante est souvent 2D :

|        | 1999 | 1998 | 1997 |        | 1999 | 1998 | 1997 |
|--------|------|------|------|--------|------|------|------|
| nord   |      |      |      | sud    | 50   | 60   | 60   |
| vis    | 60   | 30   | 20   | vis    | 50   | 60   | 60   |
| clous  | 40   | 20   |      | clous  |      | 10   |      |
| écrous |      |      | 10   | écrous | 40   | 20   |      |

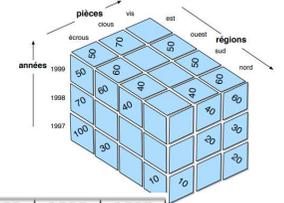
29

A. EL BYED: OLAP

## Opérations de restructuration: Split

**Split ou division** : consiste à présenter chaque tranche du cube et de passer de sa présentation tridimensionnelle à sa présentation sous la forme d'un ensemble de tables.

ici un **split(region)** du cube Ventes conduit aux 4 tables suivantes :



| ventes est | 1999 | 1998 | 1997 |
|------------|------|------|------|
| écrous     | 50   | 70   | 100  |
| vis        |      | 10   | 10   |
| clous      | 70   | 70   | 100  |

| ventes ouest | 1999 | 1998 | 1997 |
|--------------|------|------|------|
| écrous       |      | 10   | 30   |
| vis          | 50   | 50   | 50   |
| clous        |      | 10   | 40   |

| ventes sud | 1999 | 1998 | 1997 |
|------------|------|------|------|
| écrous     | 40   | 20   |      |
| vis        | 50   | 60   | 60   |
| clous      |      | 10   |      |

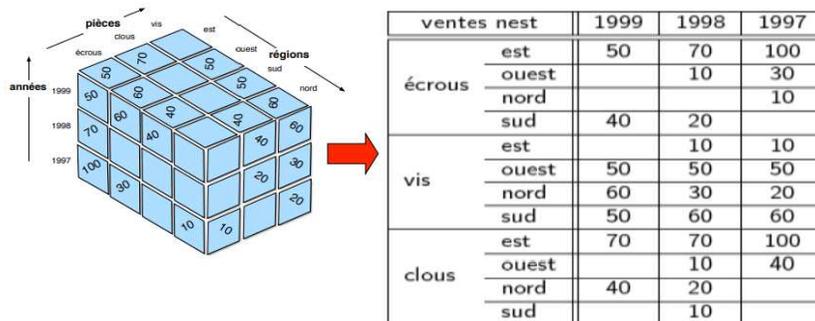
| ventes nord | 1999 | 1998 | 1997 |
|-------------|------|------|------|
| écrous      |      |      | 10   |
| vis         | 60   | 30   | 20   |
| clous       | 40   | 20   |      |

30

## Opérations de restructuration: Nest

**Nest ou l'emboîtement**: permet d'imbriquer des membres à partir du cube.

- Elle permet de grouper sur une même représentation bi-dimensionnelle toutes les informations (mesures et membres) d'un cube quel que soit le nombre de ses dimensions.
- Exemple: **nest(pièces, région)** :



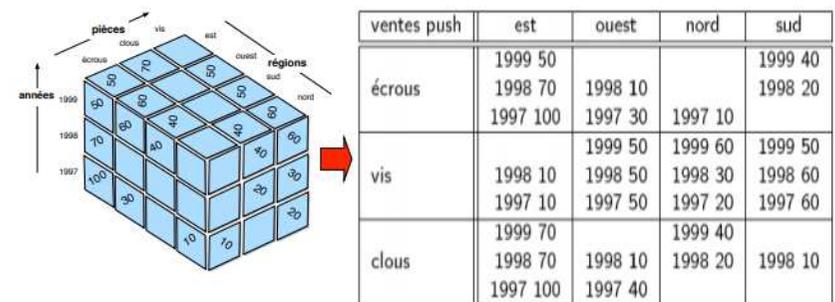
31

A. EL BYED: OLAP

## Opérations de restructuration: Push

**Push ou l'enfoncement**: consiste à combiner les membres d'une dimension aux mesures du cube,

- i.e. de faire passer des membres comme contenu de cellules.
- Exemple: **push(année)** :



32

A. EL BYED: OLAP

# Catégories d'opérations OLAP

Il ya 3 catégories d'opérations élémentaires :

- 1. Restructuration** : concerne la représentation,
  - permet un changement de points de vue selon différentes dimensions
  - opérations liées à la : structure, manipulation et visualisation du cube
  - Opérations: *Rotate/pivot* , *Switch*, *Split*, *nest*, *push*, *pull*
- 2. Granularité** : concerne un changement de niveau de détail
  - opérations liées au niveau de granularité des données :
  - Opérations: *roll-up*, *drill-down*
- 3. Ensembliste** : concerne l'extraction et l'OLTP classique :
  - Opérations: *slice*, *dice* , *selection*, *projection*, *jointure (drill-across)*

33

A.EL BYED: OLAP

# Opérations de granularité

Granularité :

- hiérarchisation de l'information en différents niveaux de détails appelés niveaux de granularité.
- un niveau est un ensemble nommé de membres
- le niveau le plus bas est celui de l'entrepôt
- Des opérations d'agrégation successives sur ces données permettent de nouveaux points de vue de moins en moins détaillés de l'information et constituent autant de niveaux supérieurs :
  - navigation entre les niveaux :
    - groupements
    - agrégation
  - manipulations :
    - relatives
    - nécessitant des informations non contenues dans le cube de départ

34

A.EL BYED: OLAP

# Opérations de granularité

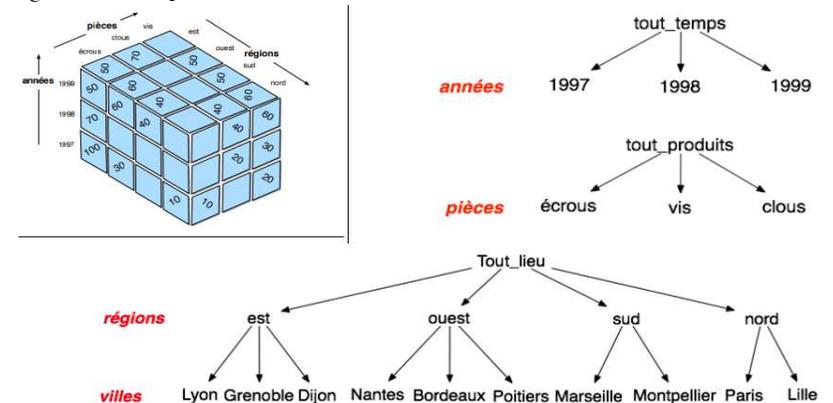
- Opérations de granularité :
  - Roll-up
  - Drill-down
- Les opérations agissant sur la granularité d'observation des données caractérisent la hiérarchie de navigation entre les différents niveaux.
- **Roll-up ou forage vers le haut :**
  - consiste à représenter les données du cube à un niveau de granularité supérieur conformément à la hiérarchie définie sur la dimension.
  - une fonction d'agrégation (somme, moyenne, etc) en paramètre de l'opération indique comment sont calculés les valeurs du niveau supérieur à partir de celles du niveau inférieur
- **Drill-down ou forage vers le bas :**
  - consiste à représenter les données du cube à un niveau de granularité de niveau inférieur,
  - sous une forme plus détaillée (selon la hiérarchie définie de la dimension)

35

A.EL BYED: OLAP

# Opérations de granularité : Roll-up

- **Roll-up** : consiste à représenter les données du cube à un niveau de granularité supérieur conformément à la hiérarchie définie sur la dimension.

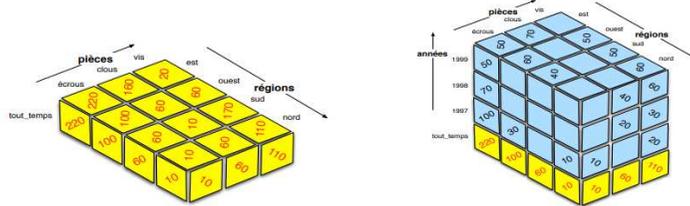


36

A.EL BYED: OLAP

## Roll-up (suite)

**roll-up(annee) : Ventes 97-99**



**roll-up(annees, pieces) : la visualisation est souvent 2D :**

|              | 1999 | 1998 | 1997 | tout_temps |
|--------------|------|------|------|------------|
| nord         |      |      |      |            |
| vis          | 60   | 30   | 20   | 110        |
| clous        | 40   | 20   |      | 60         |
| écrous       |      |      | 10   | 10         |
| tout_produit | 100  | 50   | 30   | 180        |

**Remarque :** une fonction d'agrégation (somme, moyenne, ...) en paramètre de l'opération indique comment sont calculés les valeurs du niveau supérieur à partir de celles du niveau inférieur

A.EL BYED: OLAP

37

## Opérations de granularité : Cube

**L'opération CUBE** (représentation cubique généralisée du roll-up)

- Consiste à calculer tous les agrégats suivant tous les niveaux de toutes les dimensions :
- L'union de plusieurs group-by donne naissance à un cube :  
*Select ALL, ALL, ALL, Sum(quantité) From VENTES*  
**UNION**  
*Select pièces, ALL, ALL, Sum(quantité) From VENTES Group-By pièces ;*  
**UNION**  
*Select pièces, années, ALL, Sum(quantité) From VENTES Group-By pièces, années ;*  
**UNION**  
*Select pièces, années, régions, Sum(quantité) From VENTES Group-By pièces, années, régions ;*
- L'opérateur cube est une généralisation N-dimensionnelle de fonctions d'agrégations simples. C'est un opérateur relationnel :  
*Select pièces, années, régions, Sum(quantité) From VENTES*  
**Group-By CUBE** pièces, années, régions;

A.EL BYED: OLAP

38

## Opérations de granularité: Drill-down

**Drill-down ou forage vers le bas :**

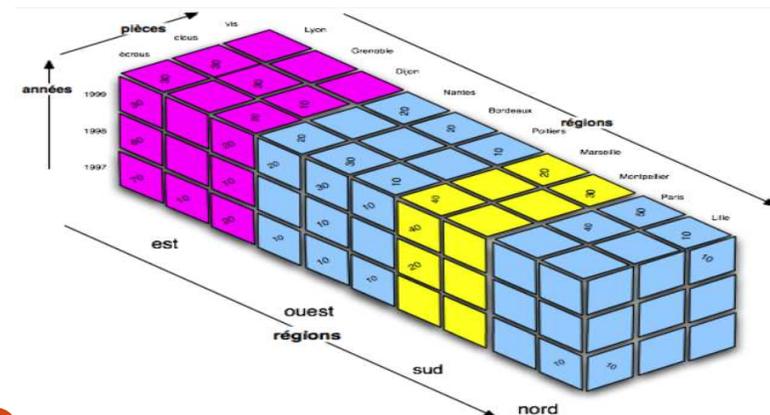
- Consiste à représenter les données du cube à un niveau de granularité de niveau inférieur, donc sous une forme plus détaillée.
- Opération réciproque de roll-up, drill-down permet d'obtenir des détails sur la signification d'un résultat en affinant une dimension ou en ajoutant une dimension
- Opération coûteuse d'où son intégration dans le système
- Exemple : un chiffre d'affaire suspect pour un produit donné :
  - ajouter la dimension temps : envisager l'effet week-end
  - ajouter la dimension magasin: envisager l'effet géographique

A.EL BYED: OLAP

39

## Opérations de granularité: Drill-down

- Drill-down du niveau des régions au niveau villes : Drill-down(regions) :



A.EL BYED: OLAP

40

## Opérations ensemblistes

- Les opérations ensemblistes concernent :
  - L'extraction
  - Manipulations classiques
  - L'extension à plusieurs dimensions
- Opérations OLAP ensemblistes :
  - **slice** et **dice** (sélection et projection)
  - **drill-across** (jointure)

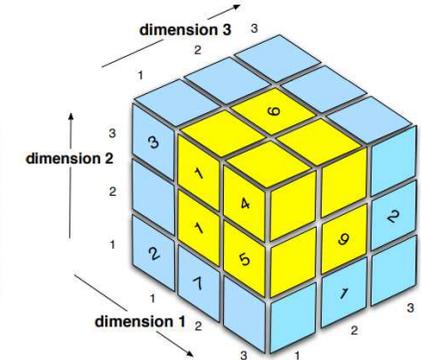
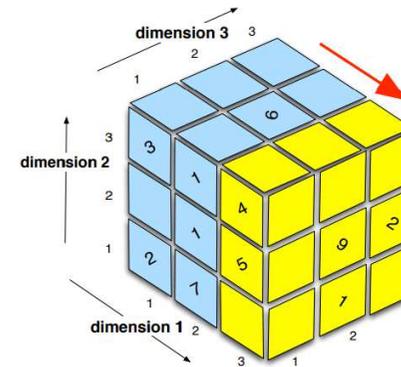
41

A. EL BYED: OLAP

## Opérations ensemblistes: Slice & Dice

**Slice** : correspond à une projection selon une dimension du cube :

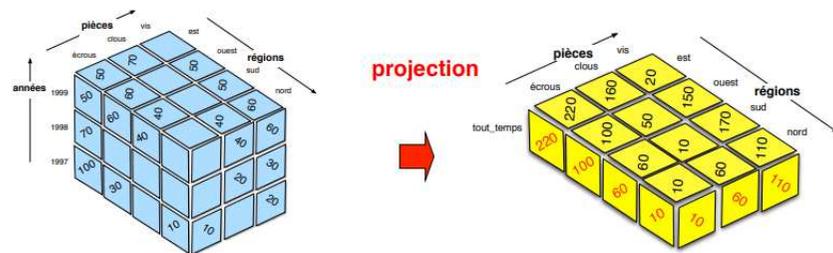
**Dice** : correspond à une sélection du cube :



42

A. EL BYED: OLAP

## Opérations ensemblistes: Slice



$\Pi$  piece, region :

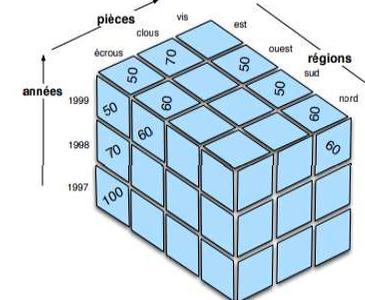
| ventes 97-99 | est | ouest | sud | nord |
|--------------|-----|-------|-----|------|
| écrous       | 220 | 100   | 60  | 10   |
| clous        | 160 | 50    | 10  | 60   |
| vis          | 20  | 150   | 170 | 110  |

43

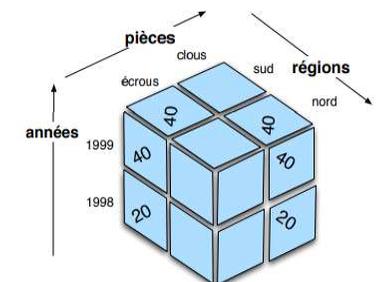
A. EL BYED: OLAP

## Opérations ensemblistes: Dice

**Selection 1**  
vente  $\geq 50$



**Sélection 2**  
(regions = nord ou regions = sud) et  
(pieces = clous ou pieces = ecrous) et  
(annees = 1998 ou années = 1999)



44

A. EL BYED: OLAP

## Opérations ensemblistes: drill-across

| ventes 97-99 | est | ouest | sud | nord |
|--------------|-----|-------|-----|------|
| écrous       | 220 | 100   | 60  | 10   |
| clous        | 160 | 50    | 10  | 60   |
| vis          | 20  | 150   | 170 | 110  |

 $\infty$ 

| prix   | 97-99 |
|--------|-------|
| écrous | 1     |
| clous  | 0.7   |
| vis    | 0.8   |

=

| ventes 97-99 | est     | ouest   | sud     | nord    |
|--------------|---------|---------|---------|---------|
| écrous       | 220 1   | 100 1   | 60 1    | 10 1    |
| clous        | 160 0.7 | 50 0.7  | 10 0.7  | 60 0.7  |
| vis          | 20 0.8  | 150 0.8 | 170 0.8 | 110 0.8 |

45

A.EL BYED: OLAP

## Problème des opérations binaires

| prix   | 97-99 |
|--------|-------|
| écrous | 1     |
| clous  | 0.7   |
| vis    | 0.8   |

 $\cup$ 

| prix    | 97-99 |
|---------|-------|
| boulons | 0.8   |
| forets  | 1.1   |
| vis     | 0.7   |

Quelle mesure pour les vis ?

### Exemple de traitements

- Quels sont les 10 produits les plus performants ?
- Calculer la moyenne glissante des ventes par région et par pièces, pour une fenêtre de 2 années
- Calculer les prévisions de ventes pour les années 2000 à 2002 avec comme hypothèse un accroissement annuels des ventes de 10%

46

A.EL BYED: OLAP