

# Requêtes récursives en SQL

**Didier DONSEZ**

Université Joseph Fourier (Grenoble 1)

IMA – LSR/ADELE

**`Didier.Donsez@imag.fr`**

**`Didier.Donsez@ieee.org`**

# Applications requérant la récursivité

## ■ Applications utilisant des graphes

- Données modélisées sous la forme de graphes orientés ou non (*rappel : l'arbre est un graphe*)
  - Logistique, Réseau de transport, de télécom, ...
  - Assemblage de composants techniques, ...
- Opérations : Fermeture transitive, Couverture minimale, ...

## ■ Données semi-structurées

- Documents (XML), Assemblage de composants techniques, ...
- Opérations : Recherchez les documents contenant un élément dont l'attribut AUTHOR est « Didier DONSEZ » !

## ■ Déduction Logique

- La BD est une base de fait (Base Extensionnelle)
- Les règles permettent de déduire d'autres faits (Base Intensionnelle)
  - Systèmes Experts sur de grandes bases de données décisionnelles

# La récursivité en SQL

## ■ SQL2 :

- boucle en PL/SQL
- test d 'arrêt : pas de création de nouvelles lignes

## ■ Requêtes Hiérarchiques dans Oracle 7

## ■ DATALOG

- modèle théorique (clauses de Horn comme Prolog)
  - Base de Données (Base Extentionnelle)
  - Règle de Déduction (Base Intensionnelle)
- des implantations mais pas de produits véritables
  - opérateur de Point Fixe

## ■ SQL3 : clause WITH RECURSIVE ... AS

- limite : négation, ...

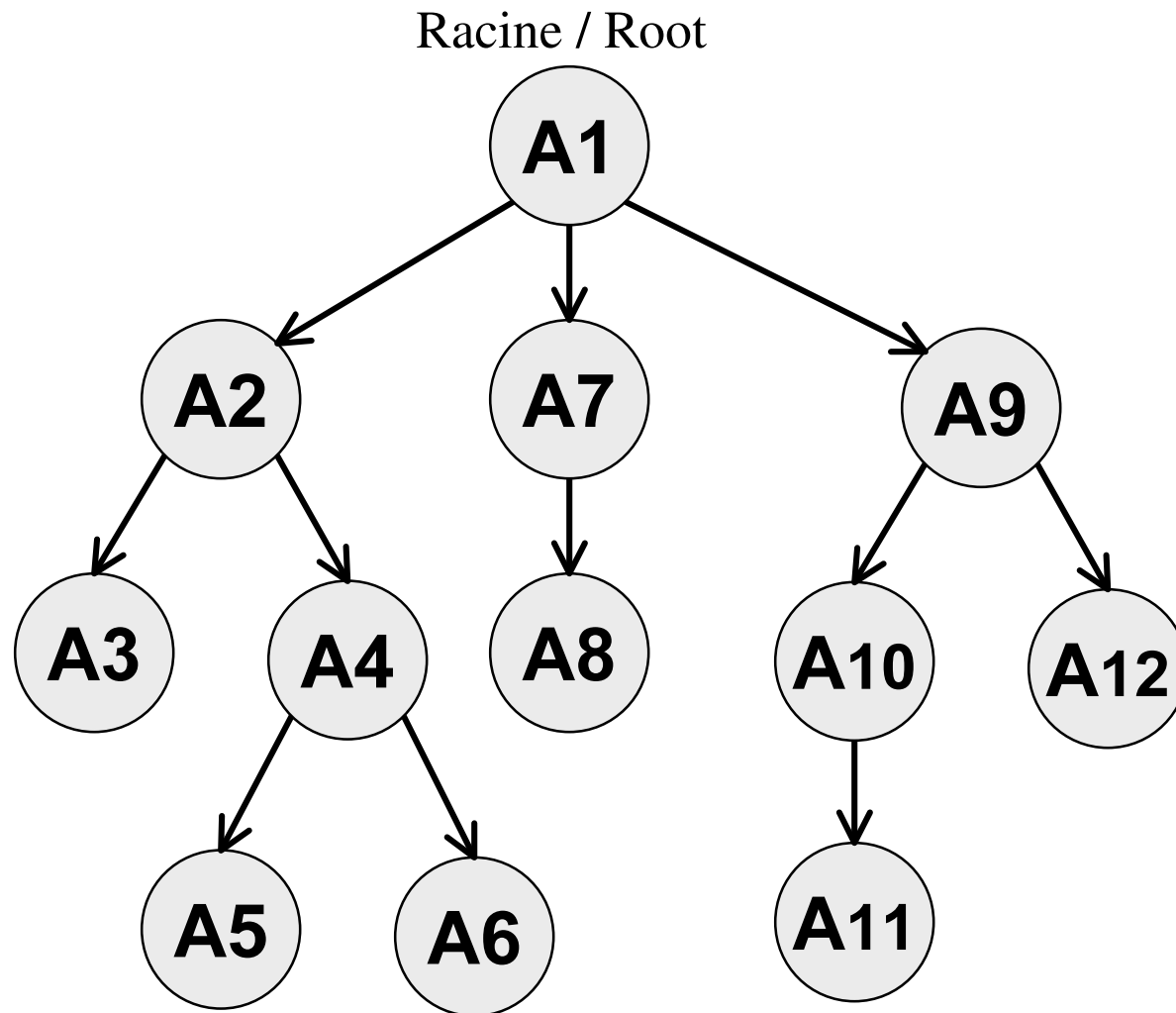
# Extension Oracle 7 pour les Requêtes Hiérarchiques

## ■ Clauses pour les arbres

- **START WITH**
  - donne le sommet de l'arbre
- **CONNECT BY PRIOR**
  - règle de connexion entre les noeuds
- **LEVEL**
  - profondeur du nœud par rapport à la racine

## ■ Exemple

```
SELECT LEVEL AS Longueur, name, assemblyno, subassemblyno  
FROM ProductTree  
CONNECT BY PRIOR subassemblyno=assemblyno  
START WITH assemblyno=' A1 '
```



# Exemple de requêtes hiérarchiques Oracle 7

```
SELECT LPAD(' ',4*(LEVEL-1)) || ename org_chart, empno, mgr, job
FROM emp
START WITH job = 'PRESIDENT'
CONNECT BY PRIOR empno = mgr
```

```
ORG_CHART EMPNO MGR JOB
KING 7839 NULL PRESIDENT
  JONES 7566 7839 MANAGER
    SCOTT 7788 7566 ANALYST
      ADAMS 7876 7788 CLERK
        FORD 7902 7566 ANALYST
          SMITH 7369 7902 CLERK
    BLAKE 7698 7839 MANAGER
      ALLEN 7499 7698 SALESMAN
        WARD 7521 7698 SALESMAN
          MARTIN 7654 7698 SALESMAN
            TURNER 7844 7698 SALESMAN
              JAMES 7900 7698 CLERK
        CLARK 7782 7839 MANAGER
          MILLER 7934 7782 CLERK
```

# Exemple de requêtes hiérarchiques Oracle 7

```
SELECT LPAD(' ',2*(LEVEL-1)) || ename org_chart, empno, mgr, job
FROM emp
WHERE job != 'ANALYST'
START WITH job = 'PRESIDENT'
CONNECT BY PRIOR empno = mgr
```

```
ORG_CHART EMPNO MGR JOB
KING 7839 NULL PRESIDENT
      JONES 7566 7839 MANAGER
            ADAMS 7876 7788 CLERK
            SMITH 7369 7902 CLERK
      BLAKE 7698 7839 MANAGER
            ALLEN 7499 7698 SALESMAN
            WARD 7521 7698 SALESMAN
            MARTIN 7654 7698 SALESMAN
            TURNER 7844 7698 SALESMAN
            JAMES 7900 7698 CLERK
      CLARK 7782 7839 MANAGER
            MILLER 7934 7782 CLERK
```

# Exemple de requêtes hiérarchiques Oracle 7

```
SELECT LPAD(' ',2*(LEVEL-1)) || ename org_chart, empno, mgr, job
FROM emp
START WITH job = 'PRESIDENT'
CONNECT BY PRIOR empno = mgr AND LEVEL <= 2
```

```
ORG_CHART EMPNO MGR JOB
KING 7839 PRESIDENT
      JONES 7566 7839 MANAGER
      BLAKE 7698 7839 MANAGER
      CLARK 7782 7839 MANAGER
```



# Exemple de récursivité en SQL3

## ■ Fermeture Transitive d'un graphe

```
WITH RECURSIVE FERMETURE (Src, Dest) AS
```

```
  GRAPHE
```

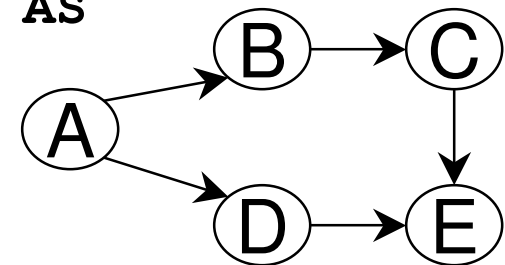
```
UNION
```

```
  SELECT F.Src, G.Dest
```

```
  FROM FERMETURE F, GRAPHE G
```

```
  WHERE F.Dest=G.Src
```

```
SELECT * FROM FERMETURE
```

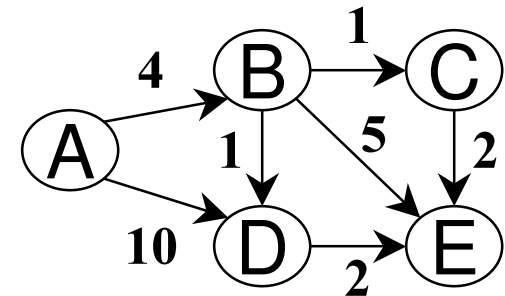


Graphe	Src	Dest
	A	B
	B	C
	A	D
	D	E
	C	E

# Exemple de récursivité en SQL3

A vous de jouer :

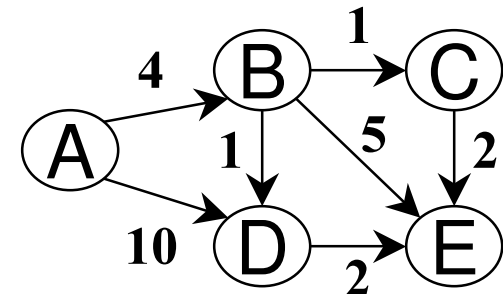
- ❶ Modélisez ce graphe valué
- ❷ Répondez à la question suivante :  
*Quelles sont les valuations minimales des chemins entre les points du graphe valué ?*



# Exemple de récursivité en SQL3

A vous de jouer :

- ❶ Modélisez ce graphe valué
- ❷ Répondez à la question suivante :  
*Quelles sont les valuations minimales des chemins entre les points du graphe valué ?*
- ❸ A compléter pour offrir les mêmes fonctionnalités que MS Autoroute Express ;-)



GV	Src	Dest	Val
	A	B	4
	B	C	1
	B	D	1
	A	D	10
	B	E	5
	C	E	2
	D	E	2

# Exemple de récursivité en SQL3

❶ Modélisez une base de documents XML

❷ Répondez à la question suivante :

*Recherchez les cours contenant un élément dont l'attribut AUTHOR est « Didier DONSEZ » !*

# Exemple de récursivité en SQL3

## ❶ Modélisez une base de documents XML

*Une modélisation possible*

Document(URL, DTD)

Element(URL, NE, Name, Value, ISBNSup, NESup)

Foreign key (URL) references Document

Foreign key (URLSup, NESup) references Element

Attribute(URL, NE, Name, Value)

Foreign key (URL, NE) references Element

## ❷ Répondez à la question suivante :

*Recherchez les cours contenant un élément*

*dont l'attribut AUTHOR est « Didier DONSEZ » !*

# Exemple de récursivité en SQL3

## ❶ Modélisez une base de documents XML

*Une autre modélisation possible*

Document(URL, DTD, NERoot)

Foreign key (NERoot) references Element

Element(NE, Name, Value, NESup)

Foreign key (NESup) references Element

Attribute(NE, Name, Value)

Foreign key (NE) references Element

## ❷ Répondez à la question suivante :

*Recherchez les cours contenant un élément dont l'attribut AUTHOR est « Didier DONSEZ » !*

# Exemple de récursivité en SQL3

② Répondez à la question suivante :

*Recherchez les cours contenant un élément dont l'attribut AUTHOR est « Didier DONSEZ » !*

-- avec le schéma 2, ça donne :

**With Recursive SupElement(Sup,Sub) AS**

**Select NESup AS Sup, NE AS Sub From Element**

**Where NESup is not null**

**Union**

**Select Sup, NE AS Sub From Element E, SupElement SE**

**Where E.NESup=SE.Sub**

**Select URL**

**From Document D, SupElement SE, Attribute A**

**Where D.NERoot=SE.Sup AND SE.Sub=A.NE -- Jointures**

**AND A.Name='AUTHOR' AND A.Value='Didier Donsez'**

**AND D.DTD='cours.dtd'**

# Exemple de récursivité en SQL3

③ Décrivez les DTDs de la base



# Exemple de récursivité en SQL3

❶ Modélisez une arborescence LDAP

❷ Répondez à la question suivante :  
*Recherchez les entrées contenant un attribut  
dont la valeur est « Didier DONSEZ »*

# Exemple de récursivité en SQL3

## ■ Arbre généalogique

Pere(e,p)

Mere(e,m)

Parent(x,y)  $\leftarrow$  Pere(x,y)

Parent(x,y)  $\leftarrow$  Mere(x,y)

Couple(m,f)  $\leftarrow$  Pere(z,m)  $\wedge$  Mere(z,f)

Ancetre(x,y)  $\leftarrow$  Parent(x,y)

Ancetre(x,y)  $\leftarrow$  Parent(x,z)  $\wedge$  Ancetre(z,y)

AncetreDegre(x,y,1)  $\leftarrow$  Parent(x,z)

AncetreDegre(x,y,d+1)  $\leftarrow$  Parent(x,z)  $\wedge$  AncetreDegre(z,y,d)

FrereSoeur(x,y)  $\leftarrow$  Parent(x,z)  $\wedge$  Parent(y,z)  $\wedge$  x $\neq$ y

Cousin(x,y)  $\leftarrow$  Parent(x,px)  $\wedge$  Parent(y,py)  
 $\wedge$  FrereSoeur(px,py)

CousinEloigné(x,y)  $\leftarrow$  ???

# Limite de récursivité en SQL3

- Apparaît qu 'une seule fois dans la clause FROM
- Pas de négation dans la récursivité
  - voir [Gardarin][Ullman]

# Bibliographie

- Joe Celko, "SQL Avancé", 1997, Ed Intl Thomson Publ., ISBN 2-84180-141-1
  - Voir les chapitres 26-27 pour le traitement des arbres et des graphes en SQL92.
- Serge Abiteboul, R. Hull, Victor Vianu, "Fondements des Bases de Données", Ed Vuibert, 2000, ISBN 2-7117-8645-5 (version française de l'édition 95 US Addison Wesley)
  - Datalog et Negation
- Chris Date, « Introduction aux Bases de Données », 7ème édition, Chapitre 23.